

# ЭЛЕКТРУМ АВ

## Паспорт Драйверы транзисторов

Драйверы

**По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:**

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана +7(7172)727-132  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

**[www.electrum.nt-rt.ru](http://www.electrum.nt-rt.ru) || [emt@nt-rt.ru](mailto:emt@nt-rt.ru)**

# **ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ 2ДР180П–Б, 2ДР180П–Б1**

## **1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Двухканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (MOSFET или IGBT) (далее – драйвер) предназначен для независимого гальванически развязанного управления двумя мощными транзисторами с предельно допустимым напряжением до 1700 В. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 50 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора.

## **2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА**

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемых транзисторов и сигналов управления.

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затворами управляемых транзисторов;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемых транзисторов;
- 6 Схема защиты управляемых транзисторов от перегрузки по току.

## **3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА**

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Блокировку управления при «аварии»
- 5 Сигнализацию о наличии аварии;
- 6 Контроль напряжений питания драйвера (встроенные компараторы) на выходе DC-DC преобразователя.

3.2 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема и схема включения драйвера изображены на рисунке 2.

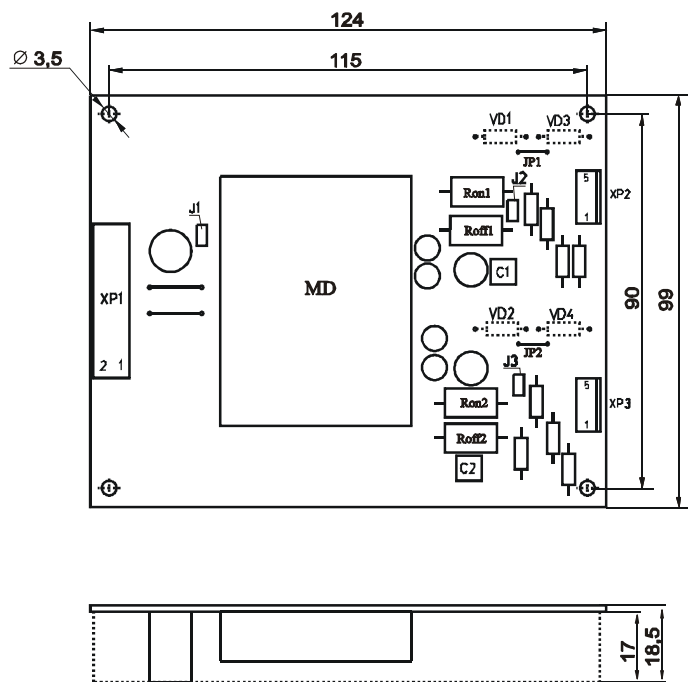


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

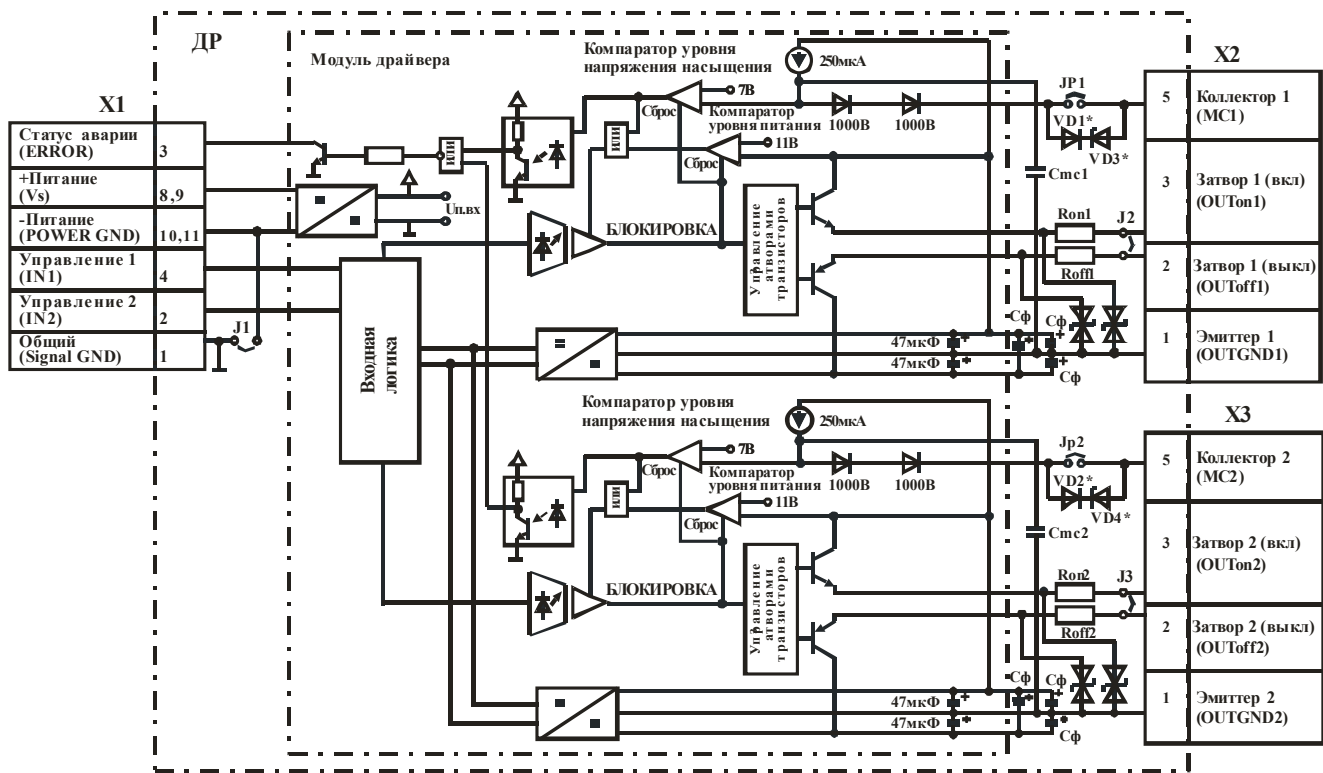


Рисунок 2– Функциональная схема и схема включения драйвера

Примечание:

- В скобках приведено обозначение выводов в соответствии с условно-графическим обозначением в электрических схемах.
- Диоды VD1...VD4 устанавливаются по требованию заказчика
- X1 – вилка IDCC-14MS + розетка IDC-14;
- X2, X3 – вилка WF-M-5 + розетка HU-F-5.

### 3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов драйвера

| Выводы       | Назначение выводов                                                                               | Обозначение выводов |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| X1.1         | Общий сигнальный вывод для подачи управляющего сигнала                                           | Signal GND          |
| X1.2         | Управляющий вход канала 2                                                                        | IN2                 |
| X1.3         | Вывод сигнала ошибки                                                                             | ERROR               |
| X1.4         | Управляющий вход канала 1                                                                        | IN1                 |
| X1.8, X1.9   | Питание +15 В                                                                                    | Vs                  |
| X1.10, X1.11 | Общий питания                                                                                    | POWER GND           |
| X2.1         | Общий вывод выходных сигналов канала 1                                                           | OUTGND1             |
| X2.2         | Выключающий выход драйвера канала 1                                                              | OUToff1             |
| X2.3         | Включающий выход драйвера канала 1                                                               | OUTon1              |
| X2.5         | Измерительный коллектор - цепь контроля напряжения насыщения на управляемом транзисторе канала 1 | MC1                 |
| X3.1         | Общий вывод выходных сигналов 2 канала                                                           | OUTGND 2            |
| X3.2         | Выключающий выход драйвера канала 2                                                              | OUToff2             |
| X3.3         | Включающий выход драйвера канала 2                                                               | OUTon2              |
| X3.5         | Измерительный коллектор - цепь контроля напряжения насыщения на управляемом транзисторе канала 2 | MC2                 |

## 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при T = 25 °C)

| Параметр                                                                    | Обозначение        | Единица измерения | Значение      |     |               | Примечания                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|---------------|-----|---------------|----------------------------------------------|
|                                                                             |                    |                   | не ме-<br>нее | тип | не бо-<br>лее |                                              |
| Параметры блока DC/DC                                                       |                    |                   |               |     |               |                                              |
| Номинальное напряжение пита-<br>ния                                         | U <sub>S</sub>     | В                 | 13,5          | 15  | 16,5          |                                              |
| Максимальный ток потребления                                                | I <sub>S</sub>     | мА                |               |     | 200           | f = 0 Гц, см. ри-<br>сунки 4 и 5             |
| Мощность встроенного источника<br>питания выходной части модуля<br>драйвера | P <sub>DC-DC</sub> | Вт                | 4             |     |               | для каждого ка-<br>нала                      |
| Параметры монитора напряжения                                               |                    |                   |               |     |               |                                              |
| Порог выключения                                                            | U <sub>UVLO+</sub> | В                 |               | 11  |               | выход DC-DC                                  |
| Порог включения                                                             | U <sub>UVLO-</sub> | В                 |               | 12  |               | выход DC-DC                                  |
| Параметры входов управления                                                 |                    |                   |               |     |               |                                              |
| Входное напряжение высокого<br>уровня                                       | U <sub>IH</sub>    | В                 | 3             | 5   | 5,6           | 2ДР180 П-Б                                   |
|                                                                             |                    |                   | 9             | 15  | 16,8          | 2ДР180 П-Б1                                  |
| Входное напряжение низкого<br>уровня                                        | U <sub>IL</sub>    | В                 | -0,6          | 0   | 0,8           | 2ДР180 П-Б                                   |
|                                                                             |                    |                   | -0,6          | 0   | 2,4           | 2ДР180 П-Б1                                  |
| Входное сопротивление                                                       | R <sub>IN</sub>    | кОм               |               | 2,0 |               | 2ДР180 П-Б                                   |
|                                                                             |                    |                   |               | 5,9 |               | 2ДР180 П-Б1                                  |
| Временные параметры                                                         |                    |                   |               |     |               |                                              |
| Время задержки включения сиг-<br>нала между входом и выходом                | td on(in-out)      | мкс               |               |     | 0,5           | см. рисунок 11                               |
| Время задержки выключения сиг-<br>нала между входом и выходом               | td off (in-out)    | мкс               |               |     | 0,5           | см. рисунок 11                               |
| Максимальная рабочая частота                                                | f <sub>max</sub>   | кГц               |               |     | 50            | без нагрузки;<br>см. раздел 6 и<br>рисунок 4 |

|                                                                                              |                                 |        |      |     |      |                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------|------|-----|------|-----------------------------------------------------------|
| Время блокировки контроля падения напряжения на управляемом транзисторе в открытом состоянии | $t_{\text{BLOCK1}}$             | мкс    | 5    |     | 20   | настраивается потребителем; см. раздел 6 и рисунки 3 и 10 |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                                     | $t_{\text{BLOCK2}}$             | мс     |      | 70  |      | см. рисунок 3                                             |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора                                | $t_{\text{off}}$                | мкс    |      | 6   |      | см. рисунок 3                                             |
| Время задержки включения сигнала аварии                                                      | $t_{\text{d(on-err)}}$          | мкс    |      |     | 2    |                                                           |
| <b>Выходные параметры</b>                                                                    |                                 |        |      |     |      |                                                           |
| Выходное напряжение высокого уровня                                                          | $U_{\text{OH}}$                 | В      | +14  | +16 | +19  | во всем диапазоне допустимых нагрузок                     |
| Выходное напряжение низкого уровня                                                           | $U_{\text{OL}}$                 | В      | -7,5 | -6  | -4   | во всём диапазоне допустимых нагрузок                     |
| Максимальный выходной импульсный ток                                                         | $I_{\text{Omax}}$               | А      | -8   |     | +8   | настраивается потребителем; см. раздел 6 и рисунок 7      |
| Средний выходной ток                                                                         | $I_{\text{O}}$                  | мА     |      |     | 160  | на каждый канал                                           |
| Время нарастания выходного сигнала                                                           | $t_{\text{r}}$                  | нс     |      |     | 150  | без нагрузки, см. раздел 6 и рисунок 6, 7 и 11            |
| Время спада выходного сигнала                                                                | $t_{\text{f}}$                  | нс     |      |     | 150  |                                                           |
| Максимальный ток статусного вывода «Error»                                                   | $I_{\text{ERR max}}$            | мА     |      |     | 20   |                                                           |
| Максимальное напряжение на статусном выводе «Error»                                          | $U_{\text{ERR max}}$            | В      |      |     | 30   |                                                           |
| Остаточное напряжение по выходу сигнала «Error»                                              | $U_{\text{O ERR}}$              | В      | 0    | 0,3 | 0,7  | при $I_{\text{ERR}} = 20 \text{ мА}$                      |
| Пороговое напряжение на измерительном входе МС, вызывающее аварийное отключение              | $U_{\text{МС}}^{\text{Th}}$     | В      |      | 5,8 |      | без дополнительных элементов                              |
| <b>Параметры изоляции</b>                                                                    |                                 |        |      |     |      |                                                           |
| Максимально допускаемое обратное напряжение на выводе «МС»                                   | $U_{\text{R(MC)}}$              | В      |      |     | 2000 |                                                           |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                                                   | $U_{\text{ISO(IN-OUT)}}$        | В      |      |     | 4000 | DC, 1 мин                                                 |
| Напряжение изоляции между выходами первого и второго каналов                                 | $U_{\text{ISO(OUT1-OUT2)}}$     | В      |      |     | 2000 | DC, 1 мин                                                 |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                                          | $(dU/dt)_{\text{cr}}$           | кВ/мкс |      |     | 20   |                                                           |
| <b>Параметры эксплуатации и хранения</b>                                                     |                                 |        |      |     |      |                                                           |
| Рабочий диапазон температур                                                                  | $T_{\text{A}}$                  | °C     | -45  |     | +85  |                                                           |
| Температура хранения                                                                         | $T_{\text{S}}$                  | °C     | -60  |     | +100 |                                                           |
| <b>Параметры управляемого транзистора</b>                                                    |                                 |        |      |     |      |                                                           |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора                                   | $U_{\text{CE}} (U_{\text{DS}})$ | В      |      |     | 1700 |                                                           |

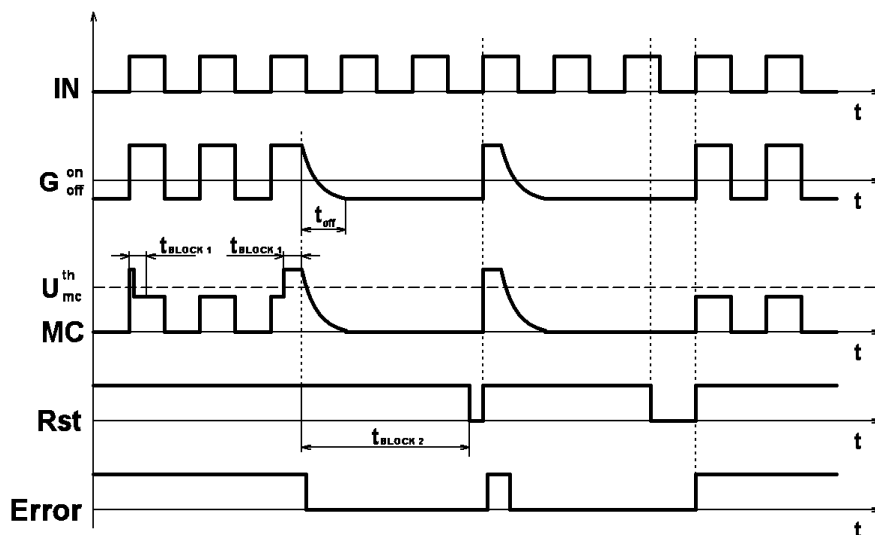
## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача «лог.1» на управляющий вход «IN1» или «IN2» приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более, чем на  $U_{mc}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$  приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (по перегрузке по току), при этом драйвер заблокирует работу обоих каналов. При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (вывод «Error»). Через 70мс будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии» и по переднему фронту сигнала управления «IN» будет открыт управляемый транзистор. В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO-}$  приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO+}$  сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на выходе «Error» не появляется.

При подаче на входы «IN1» и «IN2» одновременно «лог. 1» оба управляемых транзистора будут открыты, т.к. каналы работают независимо.

Диаграммы, поясняющие работу драйвера, приведены на рисунке 3



Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

IN1, IN2 – управляющие входы. Управление драйвером описано в разделе «Работа драйвера». При подаче управляющего напряжения следует учитывать, что на входах управления установлены обратные защитные диоды. Как следствие, в том случае если напряжение управления будет превышать напряжения питания более чем на 0,6, произойдет увеличения тока потребления по входам и при значительном превышении напряжения питания драйвер может выйти из строя.

**Error** – вывод, сигнализирующий о возникновении аварии. Вывод представляет собой открытый коллектор транзистора схемы защиты. При этом транзистор будет открываться только при аварии, вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня «Uuvlo-» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «Uuvlo+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует. Не рекомендуется подавать на выход «Error» напряжение и ток значениями выше предельно допустимых, в том числе и кратковременно.

$V_S$  – вход питания драйвера. Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «U<sub>uvlo</sub>» и управление транзистором будет некорректным.

Ток потребления по входу питания составляет не более 200 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 750 мА (равная нагрузка для обоих каналов). При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 750 мА, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. В случае, если нагрузка по каналам распределена неравномерно, то ток потребления одним каналом не должен превышать 300 мА (без учёта потребления схемой управления). Ток потребления зависит от частоты сигнала управления, от значений сопротивлений затворных резисторов и от входной ёмкости затвора (см. рисунки 4 и 5). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 7.

**MC1, MC2** – выводы подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Выводы предназначены для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. При этом типичное значение порога срабатывания защиты равно 5,8 В (если не установлены внешние элементы и установлены перемычки JP1 и JP2) или 1 В с не установленными перемычками. Порог срабатывания защиты регулируется установкой внешних элементов (стабилитронов и диодов); из максимального напряжения (5,8 В) вычитается падение напряжения на стабилитронах и диодах при токе 250 мкА. К примеру, если установить последовательно стабилитрон с номинальным напряжением стабилизации 3,3 В и два диода с падением напряжения 0,7 В на токе 250 мкА, то порог срабатывания защиты будет равен  $5,8 - 3,3 - 2 \times 0,7 = 1,1$  В.

В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то вывод MC следует закоротить на исток (эмиттер) соответствующего канала.

**Конденсаторы C<sub>mc1</sub>, C<sub>mc2</sub>** – времязадающие конденсаторы формирования задержки выключения соответствующего управляемого транзистора при перегрузке по току. Задержка на срабатывание защиты необходима для избегания ложных срабатываний по кратковременным индуктивным выбросам. При этом длительность данной задержки будет равна длительности «импульса перезапуска» в случае возникновения аварии. Для увеличения задержки срабатывания защиты, рекомендуется устанавливать конденсаторы с номиналами указанными на рисунке 10. Изначально установлен конденсатор ёмкостью 100 пФ, что соответствует длительности задержки 8 мкс (тип.).

**OUToff1, OUToff2, OUTon1, OUTon2** – выходы, предназначенные для подключения затворов управляемых транзисторов.

Затворные резисторы (Ron1, Ron2, Roff1, Roff2) необходимы для уменьшения максимального импульсного тока. Не рекомендуется устанавливать резисторы с номиналами менее 1 Ом. Допускается установка резисторов разных номиналов, к примеру, для увеличения длительности выключения управляемого транзистора с целью уменьшения амплитуды напряжения индуктивных выбросов.

#### **Перемычки**

**JP1, JP2** – перемычки, регулирующие порог срабатывания защиты по насыщению управляемых транзисторов. При установленных перемычках порог срабатывания защиты по напряжению насыщения транзистора  $U_{mc}^{Th} = 5,8$  В. При не установленных перемычках порог срабатывания защиты равен 1 В.

Примечание – При необходимости замены перемычек JP1, JP2 применять метод ручной пайки электропаяльником с температурой паяльного стержня  $(245 \pm 15) ^\circ\text{C}$  с использованием припоя ПОС-61 и канифольного флюса. В случае применения трубчатого припоя и паяльной пасты дополнительное флюсование может не производиться.

**J1** – джампер объединяющий «минус» питания и «общий» управления драйвером;

**J2, J3** – джамперы объединяющие резисторы Ron1 и Roff1, Ron2 и Roff2 для подключения к затвору.

## 7 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

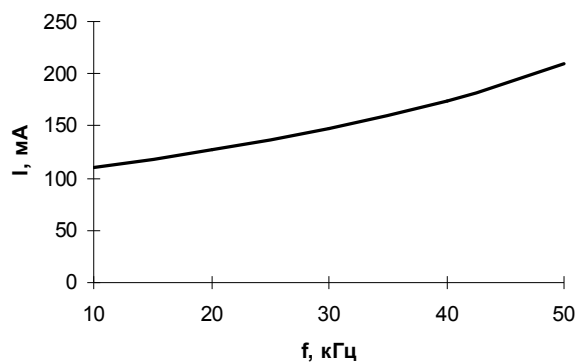


Рисунок 4 – График зависимости тока потребления драйвера от частоты сигнала управления без нагрузки

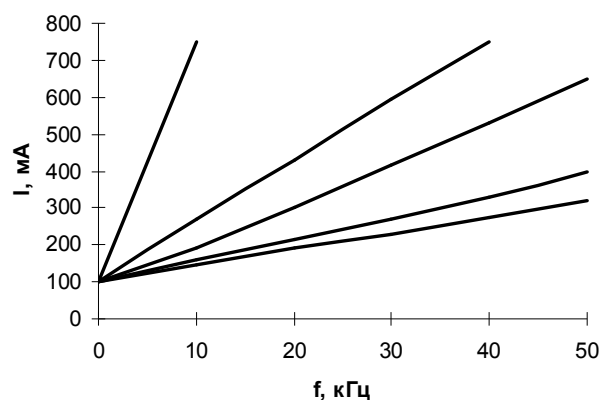


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ и 250 нФ

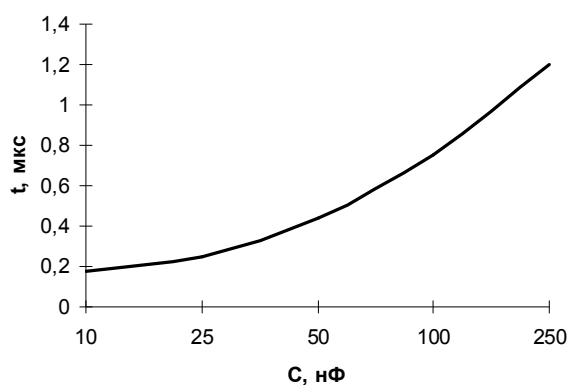


Рисунок 6 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

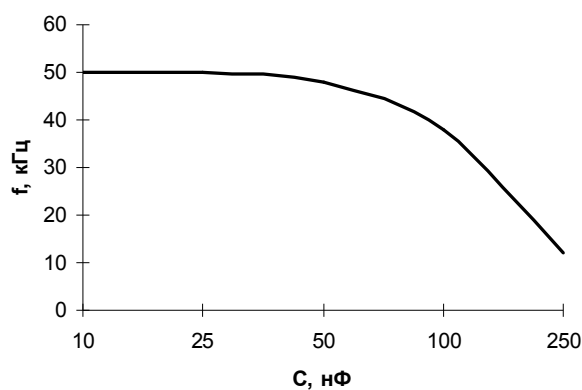


Рисунок 7 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

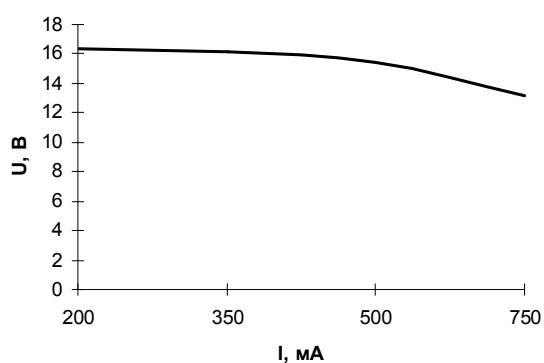


Рисунок 8 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

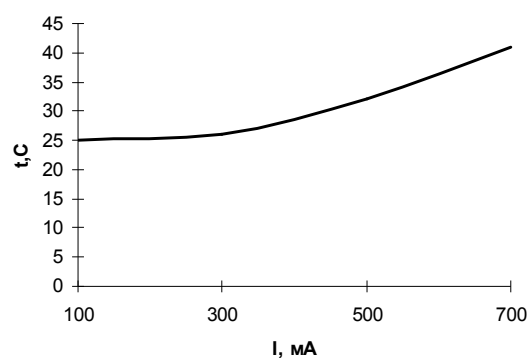


Рисунок 9 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

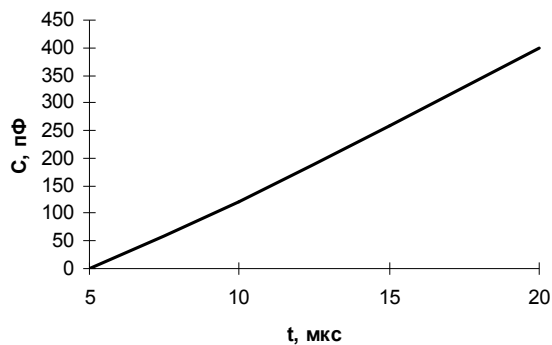


Рисунок 10 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от подстроечной ёмкости

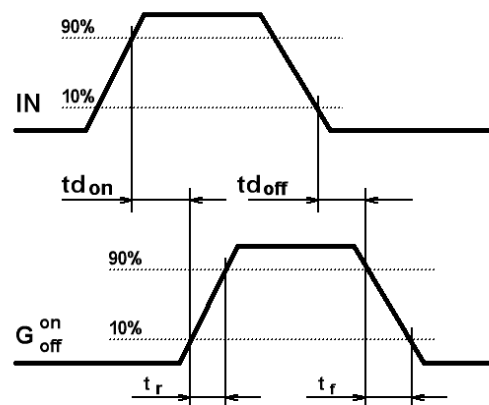


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера  
где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

## 8 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 9 РЕКОМЕНДАЦИИ К ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 9.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                                                                                                                | Значение внешнего воздействующего фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:<br>- диапазон частот, Гц;<br>- амплитуда ускорения, $\text{м/с}^2$ (g)                                              | 0,5 - 100<br>150 (15)                     |
| Механический удар одиночного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, $\text{м/с}^2$ (g);<br>- длительность импульса ударного ускорения, мс | 40 (4)<br>50                              |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - М27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

### 9.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 4 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:                                                    |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | минус 45                        |
| - предельная, °С                                                                 | минус 60                        |
| Повышенная температура окружающей среды:                                         |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | +85                             |
| - предельная, °С                                                                 | +100                            |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 10 ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90 \%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90 \%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90 \%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 11 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

## 12 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# **ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ ДРБ280П–Б-12, ДРБ280П–Б1-12, ДРБ280П–Б-17, ДРБ280П–Б1-17**

## **1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Быстродействующий двухканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (MOSFET или IGBT) (далее – драйвер) предназначен для зависимого или независимого гальванически развязанного управления двумя мощными транзисторами с предельно допустимым напряжением до 1700 В. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 200 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворах транзисторов.

## **2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА**

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемых транзисторов и сигналов управления.

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затворами управляемых транзисторов;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемых транзисторов;
- 6 Схема защиты управляемых транзисторов от перегрузки по току;
- 7 Схема защиты управляемого транзистора от перенапряжения в цепи коллектор-эмиттер.

## **3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА**

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения.
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения.
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения).
- 4 Регулировку времени включения - выключения управляемого транзистора путем изменения сопротивления резисторов в выходной цепи ( $R_{on}$ ,  $R_{off}$ ).
- 5 Контроль напряжений питания драйвера (встроенные компараторы) на выходе DC-DC преобразователя.
- 6 Блокировку управления при «аварии»
- 7 Блокировку одновременного включения верхнего и нижнего плеча
- 8 Задержку на включение/выключение верхнего и нижнего плеча.
- 9 Сигнализацию о наличии аварии.
- 10 Возможность внешнего управления перезапуском при возникновении аварии.
- 11 Защиту транзистора от превышения напряжения в цепи коллектор-эмиттер.

3.2 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема и схема включения драйвера изображены на рисунке 2.

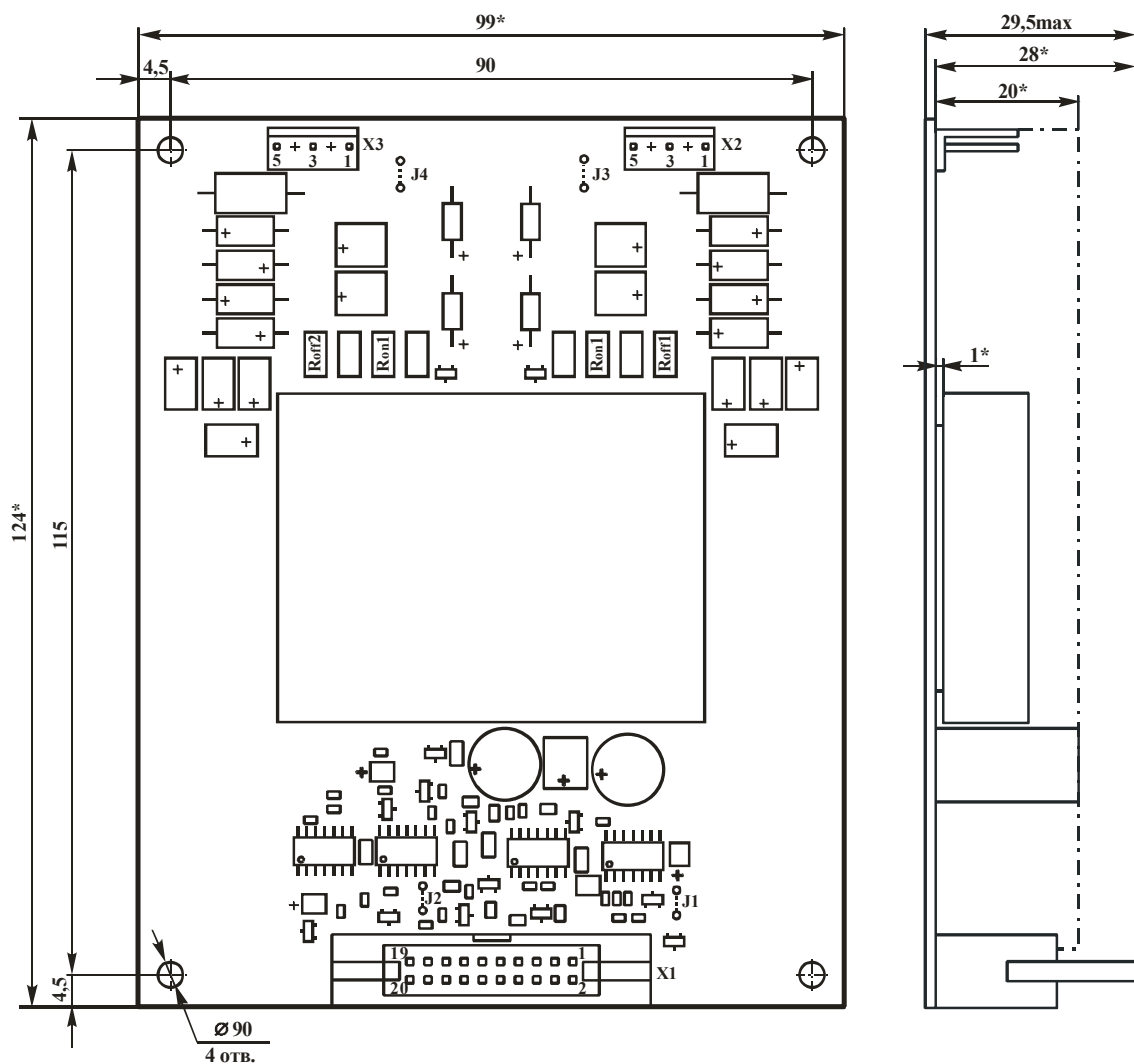


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

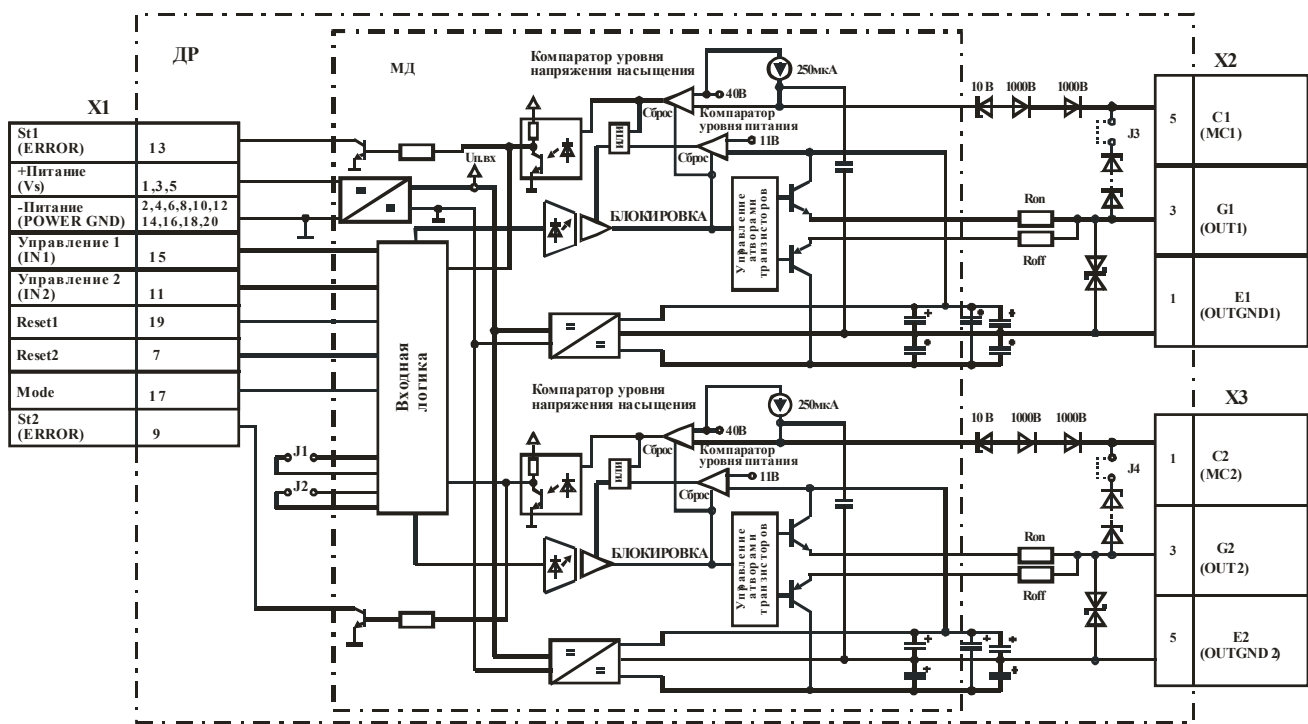


Рисунок 2– Функциональная схема и схема включения драйвера

Примечание – В скобках приведено обозначение выводов в соответствии с условно-графическим обозначением в электрических схемах.

Тип разъема X1: вилка IDCC-20MS + розетка IDC-20;

Тип разъемов X2, X3: вилка WF-M-5 + розетка HU-F-5.

Таблица 1 – Назначение выводов

| Разъем | Выводы                    | Назначение выводов                                                                                | Обозначение выводов |
|--------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| X1     | 1, 3, 5                   | Питание +15 В                                                                                     | Vs                  |
|        | 2,4,6,8,10,12,14,16,18,20 | Общий вывод питания и управления                                                                  | POWER GND           |
|        | 9                         | Выход сигнала ошибки второго канала (открытый коллектор)                                          | St2                 |
|        | 11                        | Управляющий вход (2 канал)                                                                        | IN2                 |
|        | 13                        | Выход сигнала ошибки первого канала (открытый коллектор)                                          | St1                 |
|        | 15                        | Управляющий вход (1 канал)                                                                        | IN1                 |
|        | 17                        | Вывод выбора режима работы драйвера                                                               | Mode                |
|        | 7                         | Сброс (2 канал)                                                                                   | Reset2              |
|        | 19                        | Сброс (1 канал)                                                                                   | Reset1              |
| X2     | 1                         | Общий вывод выходных сигналов 1 канала                                                            | E1                  |
|        | 3                         | Выход драйвера 1 канала с настройкой времени включения / выключения                               | G1                  |
|        | 5                         | Измерительный коллектор - цепь контроля напряжения насыщения на управляемом транзисторе (1 канал) | C1                  |
| X3     | 1                         | Общий вывод выходных сигналов 2 канала                                                            | E2                  |
|        | 3                         | Выход драйвера 2 канала с настройкой времени включения / выключения                               | G2                  |
|        | 5                         | Измерительный коллектор - цепь контроля напряжения насыщения на управляемом транзисторе (2 канал) | C2                  |

## 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при T = 25 °C)

| Параметр                                                                                                   | Обозначение         | Ед. изм. | Значение |     |          | Примечания                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------|----------|-----|----------|-------------------------------------------------|
|                                                                                                            |                     |          | не менее | тип | не более |                                                 |
| Параметры блока DC/DC                                                                                      |                     |          |          |     |          |                                                 |
| Номинальное напряжение пита-<br>ния                                                                        | U <sub>S</sub>      | В        | 13,5     | 15  | 16,5     |                                                 |
| Максимальный ток потребления                                                                               | I <sub>S</sub>      | мА       |          |     | 200      | f = 0 Гц, см. ри-<br>сунки 5 и 6                |
| Мощность встроенного источни-<br>ка питания выходной части                                                 | P <sub>DC-DC</sub>  | Вт       | 4        |     |          | для каждого ка-<br>нала                         |
| Параметры монитора напряжения                                                                              |                     |          |          |     |          |                                                 |
| Порог выключения                                                                                           | U <sub>UVLO+</sub>  | В        |          | 11  |          | выход DC-DC                                     |
| Порог включения                                                                                            | U <sub>UVLO-</sub>  | В        |          | 12  |          | выход DC-DC                                     |
| Параметры входов управления                                                                                |                     |          |          |     |          |                                                 |
| Входное напряжение высокого<br>уровня                                                                      | U <sub>IH</sub>     | В        | 3        | 5   | 5,6      | ДРБ280П-Б                                       |
|                                                                                                            |                     |          | 9        | 15  | 16,8     | ДРБ280П-Б1                                      |
| Входное напряжение низкого<br>уровня                                                                       | U <sub>IL</sub>     | В        | -0,6     | 0   | 0,8      | ДРБ280П-Б                                       |
|                                                                                                            |                     |          | -0,6     | 0   | 2,4      | ДРБ280П-Б1                                      |
| Входное сопротивление                                                                                      | R <sub>IN</sub>     | кОм      |          | 2,0 |          | ДРБ280П-Б                                       |
|                                                                                                            |                     |          |          | 5,9 |          | ДРБ280П-Б1                                      |
| Временные параметры                                                                                        |                     |          |          |     |          |                                                 |
| Время задержки включения сиг-<br>нала между входом и выходом                                               | td on(in-out)       | мкс      |          |     | 0,75     | см. рисунок 11                                  |
| Время задержки выключения сиг-<br>нала между входом и выходом                                              | td off (in-out)     | мкс      |          |     | 0,5      | см. рисунок 11                                  |
| Максимальная рабочая частота                                                                               | f <sub>max</sub>    | кГц      |          |     | 200      | без нагрузки;<br>см. раздел 6 и<br>рисунки 6, 8 |
| Время блокировки контроля па-<br>дения напряжения на управле-<br>мом транзисторе в открытом со-<br>стоянии | t <sub>BLOCK1</sub> | мкс      |          | 1,5 |          |                                                 |

Продолжение таблицы 2

| Параметр                                                                        | Обозначение                                    | Ед. изм. | Значение |      |          | Примечания                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------|----------|------|----------|--------------------------------------------|
|                                                                                 |                                                |          | не менее | тип  | не более |                                            |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                        | t <sub>BLOCK2</sub>                            | мс       |          | 70   |          |                                            |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора                   | t <sub>off</sub>                               | мкс      |          | 1,5  |          |                                            |
| Время задержки включения сигнала аварии                                         | t <sub>d(on-err)</sub>                         | мкс      |          |      | 2        |                                            |
| «Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов  | t <sub>TD</sub>                                | мкс      | 0,2      | 0,25 | 0,3      |                                            |
| Выходные параметры                                                              |                                                |          |          |      |          |                                            |
| Выходное напряжение высокого уровня                                             | U <sub>OH</sub>                                | В        | +14      | +16  | +19      | во всем диапазоне допустимых нагрузок      |
| Выходное напряжение низкого уровня                                              | U <sub>OL</sub>                                | В        | -7,5     | -6   | -4       | во всём диапазоне допустимых нагрузок      |
| Максимальный выходной импульсный ток                                            | I <sub>Omax</sub>                              | А        | -8       |      | +8       | настраивается потребителем; см. раздел 6   |
| Максимальный выходной средний ток                                               | I <sub>O</sub>                                 | мА       |          |      | 160      | для каждого канала                         |
| Время нарастания выходного сигнала                                              | t <sub>r</sub>                                 | нс       |          |      | 150      | без нагрузки, см. раздел 6 и рисунки 7, 11 |
| Время спада выходного сигнала                                                   | t <sub>f</sub>                                 | нс       |          |      | 150      |                                            |
| Максимальный ток статусного вывода «Error»                                      | I <sub>ERR max</sub>                           | мА       |          |      | 20       |                                            |
| Максимальное напряжение на статусном выводе «Error»                             | U <sub>ERR max</sub>                           | В        |          |      | 30       |                                            |
| Остаточное напряжение по выходу сигнала «Error»                                 | U <sub>O ERR</sub>                             | В        | 0        | 0,3  | 0,7      | при I <sub>ERR</sub> = 20 мА               |
| Пороговое напряжение на измерительном входе МС, вызывающее аварийное отключение | $\begin{matrix} U_{Th} \\ U_{MC} \end{matrix}$ | В        |          | 10   |          | без дополнительных элементов               |
| Напряжение активной защиты                                                      | U <sub>ac</sub>                                | В        |          |      | 800      | ДРБ280 П-Б(Б1)-12                          |
|                                                                                 |                                                |          |          |      | 1200     | ДРБ280 П-Б(Б1)-17                          |
| Параметры изоляции                                                              |                                                |          |          |      |          |                                            |
| Максимально допускаемое обратное напряжение на выводе «МС»                      | U <sub>R(MC)</sub>                             | В        |          |      | 2000     |                                            |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                                      | U <sub>ISO(IN-OUT)</sub>                       | В        |          |      | 4000     | DC, 1 мин                                  |
| Напряжение изоляции между выходами первого и второго каналов                    | U <sub>ISO(OUT1-OUT2)</sub>                    | В        |          |      | 2000     | DC, 1 мин                                  |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                             | (dU/dt) <sub>cr</sub>                          | кВ/мкс   |          |      | 20       |                                            |
| Параметры эксплуатации и хранения                                               |                                                |          |          |      |          |                                            |
| Рабочий диапазон температур                                                     | T <sub>A</sub>                                 | °C       | -45      |      | +85      |                                            |
| Температура хранения                                                            | T <sub>S</sub>                                 | °C       | -60      |      | +100     |                                            |
| Параметры управляемого транзистора                                              |                                                |          |          |      |          |                                            |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора                      | U <sub>CE</sub> (U <sub>DS</sub> )             | В        |          |      | 1700     |                                            |

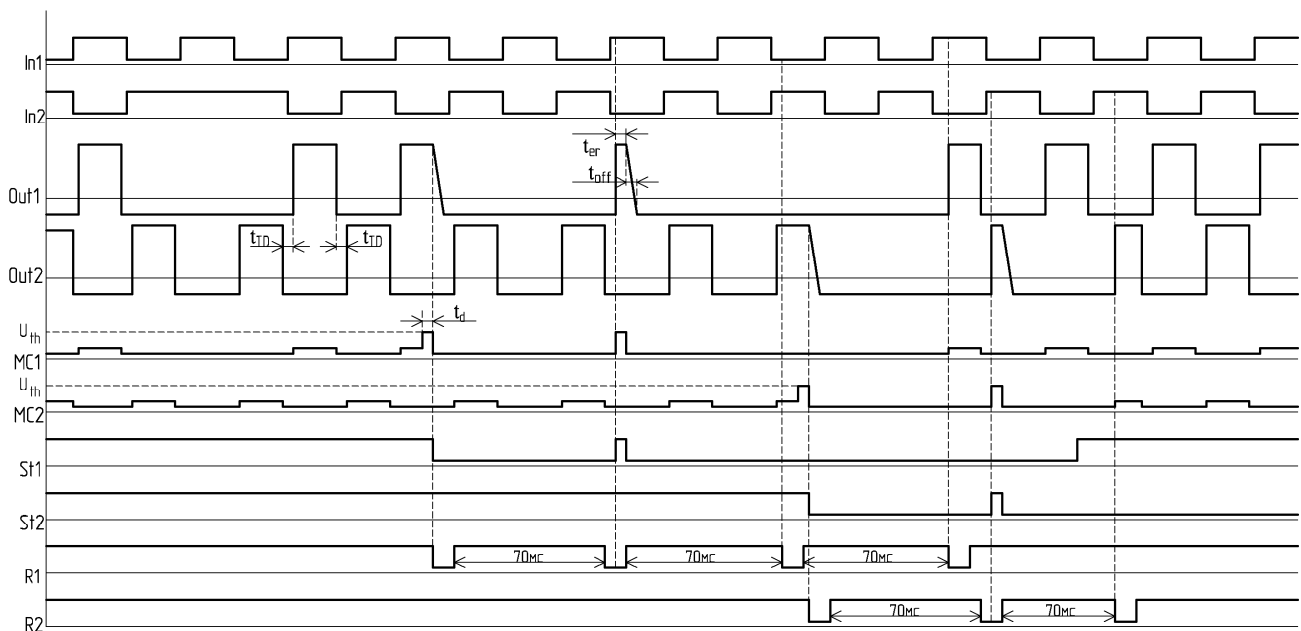
## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача «лог.1» на управляющий вход «IN1» или «IN2» приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более, чем на  $U_{mc}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$  приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (по перегрузке по току). При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (вывод «Error»). Через 70мс будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии». В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO-}$  приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO+}$  сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на выходе «Error» не появляется.

При присутствии на выводе «Mode» «лог.1» и при подаче на входы «IN1» и «IN2» одновременно «лог.1» произойдет блокировка управления и управляемые транзисторы будут закрыты, при этом сигнализации о наличии ошибки на выходе «Error» не появляется.

Диаграммы, поясняющие работу драйвера, приведены на рисунках 3 и 4.



где R1 и R2 – внутренние сигналы перезапуска соответствующих каналов в режиме «Аварии».

Рисунок 3 – График работы драйвера с внутренним перезапуском

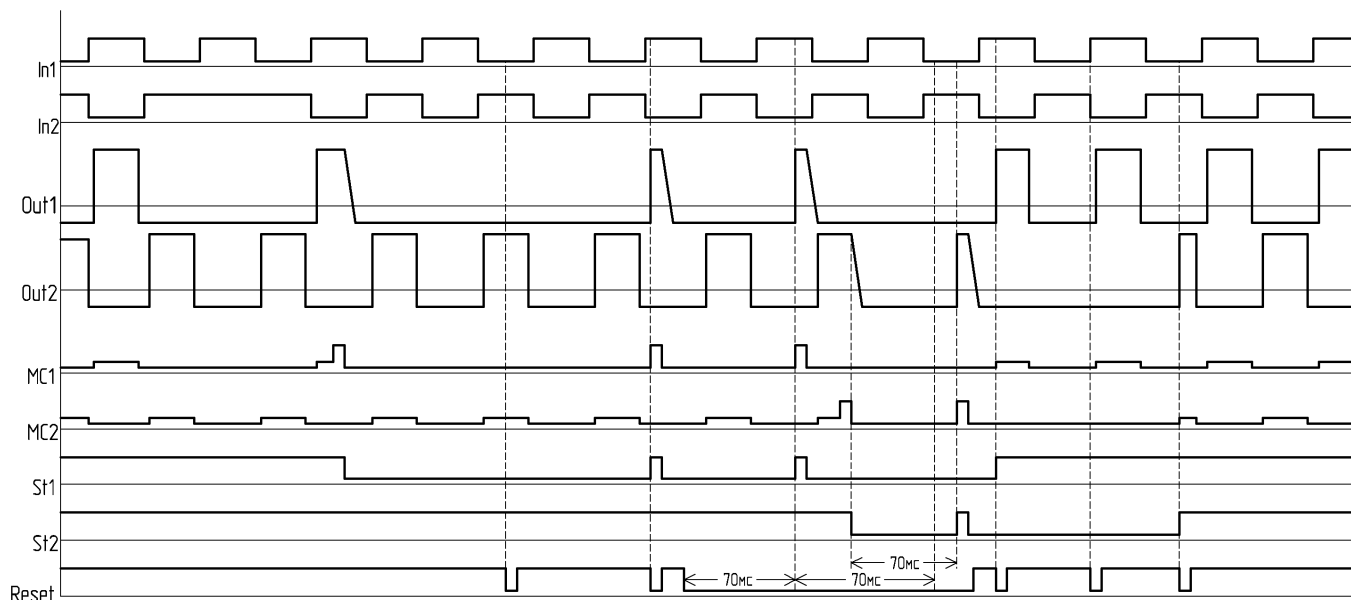


Рисунок 4 – График работы драйвера с использованием вывода «Reset»

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**In1, In2** - Входы управления силовыми транзисторами. При этом «лог.1» соответствует включению транзистора, «лог.0» соответствует выключению. Не рекомендуется использовать драйвер с частотой управляющих сигналов менее 50 кГц, т.к. в этом случае возможны сбои перезапуска в режиме аварии.

**Mode** - Вывод предназначен для выбора режима работы драйвера. При неподключённом выводе «Mode» драйвер работает с зависимым включением каналов с «мёртвым временем» на переключение и блокировкой одновременного включения верхнего и нижнего плеча, т.е. при подаче на входы «In1» и «In2» одинаковых сигналов на затворе транзистора возникнет запирающее напряжение.

При закороченном выводе «Mode» на общий вывод каналы работают независимо; допускается любая комбинация сигналов управления.

**Reset1, Reset2** - выводы предназначенные для сброса аварийного режима работы драйвера. Данные выводы следует использовать только при снятых перемычках J1 или J2 в зависимости от того, по какому каналу используется внешний сброс; если «Reset» используется при установленных перемычках, возможны сбои в работе драйвера в аварийном режиме. Допускается при использовании внешнего управления сбросом по одному из каналов оставлять внутренний пересброс для другого канала.

Выводы сброса работают независимо друг от друга; при возникновении аварии только по одному каналу, второй канал будет работать в штатном режиме. При соединении выводов Reset1 и Reset2 возникновение аварии на одном из каналов запретит работу и второго канала. В данном режиме при независимой работе каналов сброс может происходить одновременно (т.е. одновременно могут открыться оба силовых транзистора), при зависимой работе одновременного открывания двух транзисторов произойти не может; пересброс произойдёт только по тому каналу, на входе которого присутствует «лог.1».

Сбросу соответствует «лог.0». При постоянном присутствии «лог.0» сброс будет происходить автоматически через каждые 70 мс (см. диаграммы поясняющие работу драйвера).

**St1, St2** - выводы сигнализирующие о возникновении аварии представляющие собой открытые коллектора транзисторов схем защиты. При этом транзистор будет открываться только при аварии вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня  $U_{uvlo}$  транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего  $U_{uvlo+}$ ), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует.

Выводы «St1» и «St2» работают независимо друг от друга. Сигнализация об ошибке будет только по тому каналу, где произошла авария, в том числе и при зависимом режиме работы каналов.

**V<sub>s</sub>** – вывод питания драйвера. Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня « $U_{uvlo}$ » и управление транзистором будет некорректным.

Ток потребления по входу питания составляет не более 250 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 750 мА. При большом токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 750 мА, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. Ток потребления зависит от частоты сигнала управления, от ёмкости затвора и от значений затворных резисторов (см. рисунки 5 и 6). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 8.

**C1, C2** – выводы подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Выводы предназначены для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. При этом типичное значение порога срабатывания защиты равно 10 В. В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то вывод С следует закоротить на исток (эмиттер) соответствующего канала.

**G1, G2** – выходы, предназначенные для подключения затворов управляемых транзисторов.

Затворные резисторы (Ron1, Ron2, Roff1, Roff2) необходимы для уменьшения максимального импульсного тока. Не рекомендуется устанавливать резисторы с номиналами менее 1 Ом. Допускается установка резисторов разных номиналов, к примеру, для увеличения длительности выключения управляемого транзистора с целью уменьшения амплитуды напряжения индуктивных выбросов.

### Переключики

**J1, J2** – переключики подключающие внутренние схемы пересброса в режиме аварии (см. описание работы выводов Reset).

**J3, J4** – переключики подключающие защиту от превышения напряжения коллектор-эмиттер управляемых транзисторов. Работа защита пояснена на рисунке 12.

## 7 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

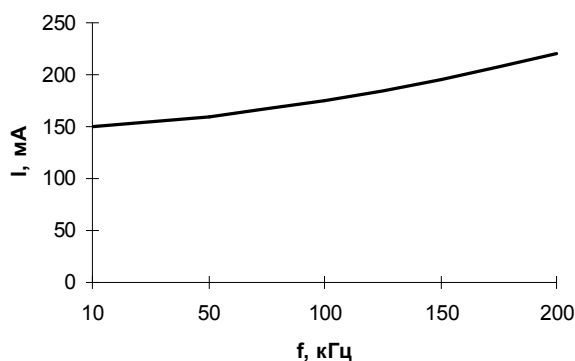


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления драйвера от частоты сигнала управления без нагрузки

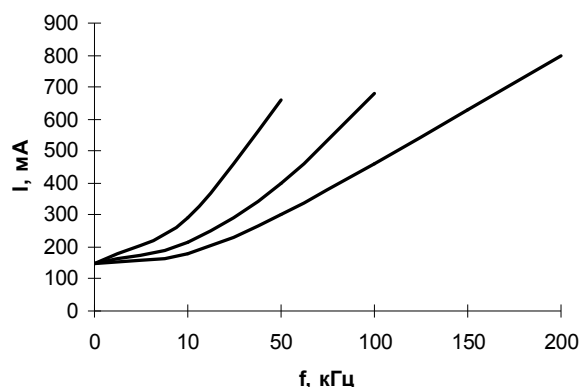


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ и 50 нФ

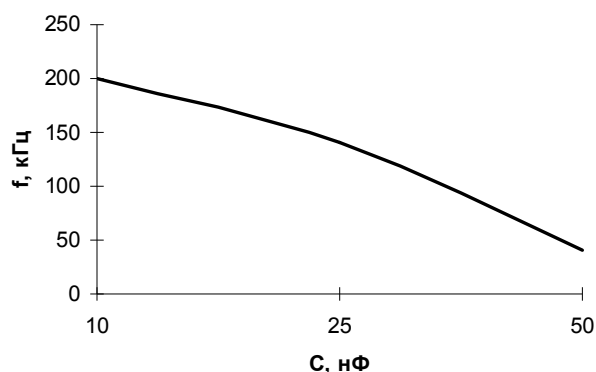
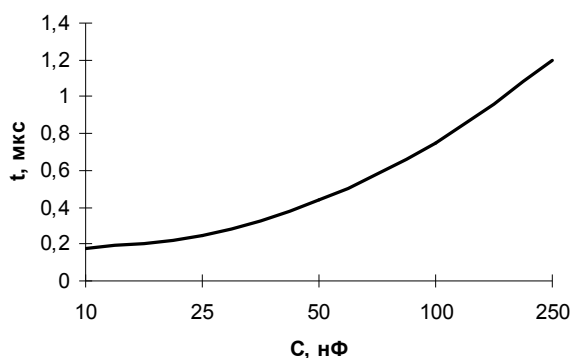


Рисунок 7 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

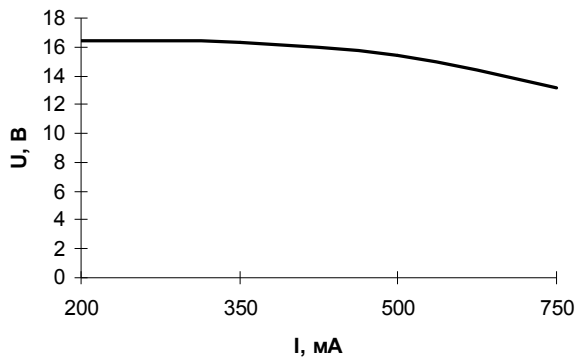


Рисунок 8 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

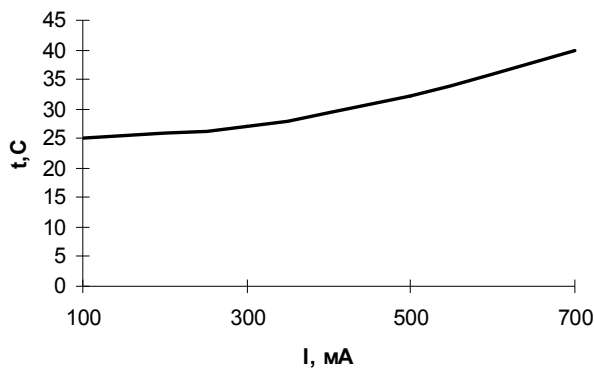


Рисунок 9 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

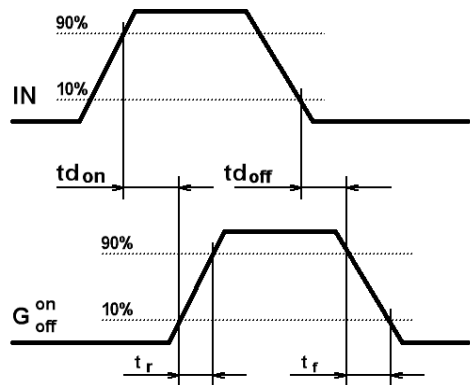


Рисунок 10 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

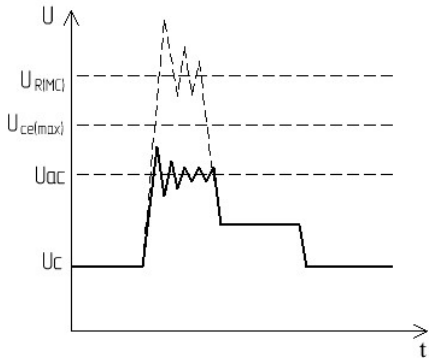


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера

где IN – входной сигнал управления;  
G – сигнал на затворе управляемого транзистора

Рисунок 12 – График работы драйвера при срабатывании активной защиты

где Uac – максимально-допустимое напряжение управляемого транзистора (напряжение срабатывания активной защиты); Uс – напряжение на коллекторе управляемого транзистора, Ur(мс) - максимально допустимое обратное напряжение на выводе «МС», Uce(max) – максимально допустимое напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора.

## 8 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 9 РЕКОМЕНДАЦИИ К ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 9.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор               | Значение внешнего воздействующего фактора |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:                    |                                           |
| - диапазон частот, Гц;                      | 0,5 - 100                                 |
| - амплитуда ускорения, м/с <sup>2</sup> (g) | 150 (15)                                  |
| Механический удар одиночного действия:      |                                           |

|                                                    |        |
|----------------------------------------------------|--------|
| - пиковое ударное ускорение, м/с <sup>2</sup> (g); | 40 (4) |
| - длительность импульса ударного ускорения, мс     | 50     |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - М27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

## 9.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 4 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:                                                    |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | минус 45                        |
| - предельная, °С                                                                 | минус 60                        |
| Повышенная температура окружающей среды:                                         |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | +85                             |
| - предельная, °С                                                                 | +100                            |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 10 ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 11 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

## 12 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# **ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ ДРА180П–Б-12; ДРА180П–Б1-12; ДРА180П–Б-17; ДРА180П–Б1-17 ДРА180П–Б-25; ДРА180П–Б1-25; ДРА180П–Б-33; ДРА180П–Б1-33**

## **1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Одноканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (далее – драйвер) предназначен для гальванически развязанного управления мощным транзистором с полевым управлением (MOSFET или IGBT) с предельно допустимым напряжением до 1700 В. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 50 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора.

## **2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА**

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемого транзистора и сигналов управления

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затвором управляемого транзистора;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемого транзистора;
- 6 Схема защиты управляемого транзистора от перегрузки по току.
- 7 Схема защиты управляемого транзистора от перенапряжения в цепи коллектор-эмиттер.

## **3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА**

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Блокировку управления при «аварии»
- 5 Сигнализацию о наличии аварии;
- 6 Регулировку времени включения - выключения управляемого транзистора путем изменения сопротивления резисторов в выходной цепи (Ron, Roff);
- 7 Контроль напряжения питания драйвера (встроенный компаратор) на выходе DC-DC преобразователя;
- 8 Защиту управляемого транзистора от перенапряжения в цепи коллектор-эмиттер

3.2 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема и схема включения драйвера изображены на рисунке 2.

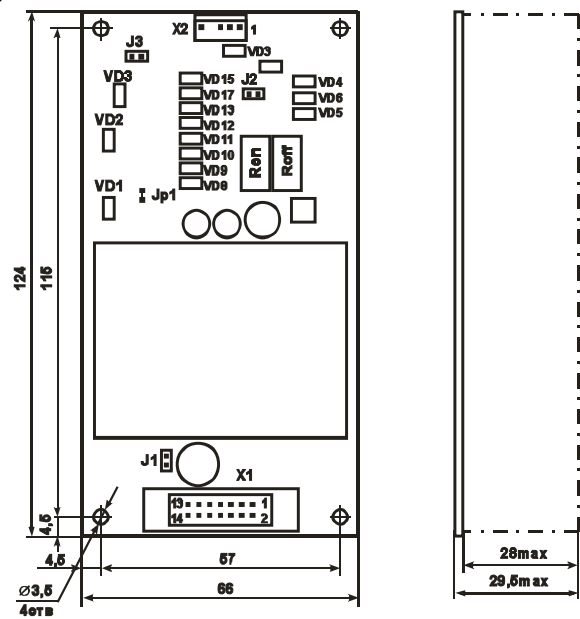


Рисунок 1 – Габаритный чертёж

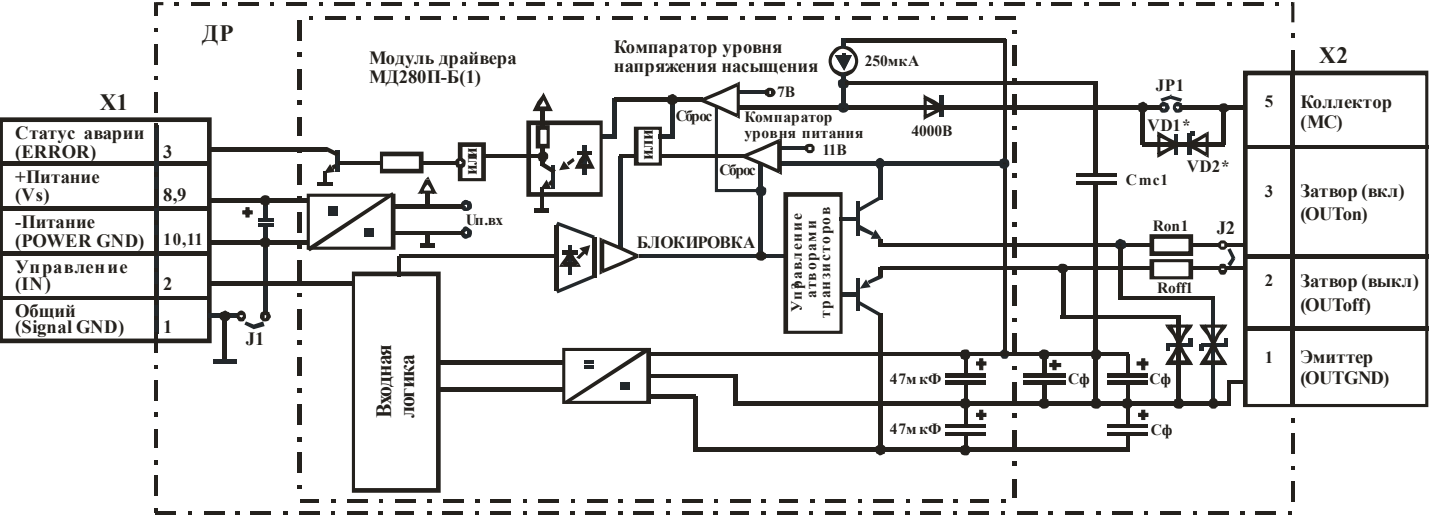


Рисунок 2– Функциональная схема и схема включения драйвера

Примечание – В скобках приведено обозначение выводов в соответствии с условно-графическим обозначением в электрических схемах.

X1 – вилка IDCC-14MS + розетка IDC-14;

X2 – вилка WF-M-5 + розетка HU-F-5.

3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов драйвера

| Выводы    | Назначение выводов                                                                      | Обозначение выводов |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| X1.1      | Общий сигнальный вывод для подачи управляющего сигнала                                  | Signal GND          |
| X1.3      | Вывод сигнала ошибки                                                                    | ERROR               |
| X1.4      | Управляющий вход                                                                        | IN                  |
| X1.8, 1.9 | Питание +15 В                                                                           | Vs                  |
| X1.10, 11 | Общий питания                                                                           | POWER GND           |
| X2.1      | Общий вывод выходных сигналов                                                           | OUTGND              |
| X2.2      | Выключающий выход драйвера                                                              | OUToff              |
| X2.3      | Включающий выход драйвера                                                               | OUTon               |
| X2.5      | Измерительный коллектор - цепь контроля напряжения насыщения на управляемом транзисторе | MC                  |

## 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

| Параметр                                                                                     | Обозначение            | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------|----------|-----|----------|-------------------------------------------------------|
|                                                                                              |                        |                   | не менее | тип | не более |                                                       |
| Параметры блока DC/DC                                                                        |                        |                   |          |     |          |                                                       |
| Номинальное напряжение питания                                                               | U <sub>S</sub>         | В                 | 13,5     | 15  | 16,5     |                                                       |
| Максимальный ток потребления                                                                 | I <sub>S</sub>         | мА                |          |     | 100      | f = 0 Гц, см. рисунки 4 и 5                           |
| Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера                        | P <sub>DC-DC</sub>     | Вт                | 4        |     |          |                                                       |
| Параметры монитора напряжения                                                                |                        |                   |          |     |          |                                                       |
| Порог выключения                                                                             | U <sub>UVLO+</sub>     | В                 |          | 11  |          | выход DC-DC                                           |
| Порог включения                                                                              | U <sub>UVLO-</sub>     | В                 |          | 12  |          | выход DC-DC                                           |
| Параметры входов управления                                                                  |                        |                   |          |     |          |                                                       |
| Входное напряжение высокого уровня                                                           | U <sub>IH</sub>        | В                 | 3        | 5   | 5,6      | ДР180П-Б                                              |
|                                                                                              |                        |                   | 9        | 15  | 16,8     | ДР180П-Б1                                             |
| Входное напряжение низкого уровня                                                            | U <sub>IL</sub>        | В                 | -0,6     | 0   | 0,8      | ДР180П-Б                                              |
|                                                                                              |                        |                   | -0,6     | 0   | 2,4      | ДР180П-Б1                                             |
| Входное сопротивление                                                                        | R <sub>IN</sub>        | кОм               |          | 2,0 |          | ДР180П-Б                                              |
|                                                                                              |                        |                   |          | 5,9 |          | ДР180П-Б1                                             |
| Временные параметры                                                                          |                        |                   |          |     |          |                                                       |
| Время задержки включения сигнала между входом и выходом                                      | td on(in-out)          | мкс               |          |     | 0,5      | см. рисунок 11                                        |
| Время задержки выключения сигнала между входом и выходом                                     | td off (in-out)        | мкс               |          |     | 0,5      | см. рисунок 11                                        |
| Максимальная рабочая частота                                                                 | f <sub>max</sub>       | кГц               |          |     | 50       | без нагрузки; см. раздел 6 и рисунки 4, 5             |
| Время блокировки контроля падения напряжения на управляемом транзисторе в открытом состоянии | t <sub>BLOCK1</sub>    | мкс               | 5        |     | 20       | настраивается потребителем; см. раздел 6 и рисунок 10 |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                                     | t <sub>BLOCK2</sub>    | мс                |          | 70  |          | см. рисунок 3                                         |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора                                | t <sub>off</sub>       | мкс               |          | 6   |          | см. рисунок 3                                         |
| Время задержки включения сигнала аварии                                                      | td <sub>(on-err)</sub> | мкс               |          |     | 2        |                                                       |
| Выходные параметры                                                                           |                        |                   |          |     |          |                                                       |
| Выходное напряжение высокого уровня                                                          | U <sub>OH</sub>        | В                 | +14      | +16 | +19      | во всем диапазоне допустимых нагрузок                 |
| Выходное напряжение низкого уровня                                                           | U <sub>OL</sub>        | В                 | -7,5     | -6  | -4       | во всём диапазоне допустимых нагрузок                 |
| Максимальный выходной импульсный ток                                                         | I <sub>Omax</sub>      | А                 | -8       |     | +8       | настраивается потребителем; см. раздел 6              |
| Средний выходной ток                                                                         | I <sub>O</sub>         | мА                |          |     | 160      |                                                       |

Продолжение таблицы 2

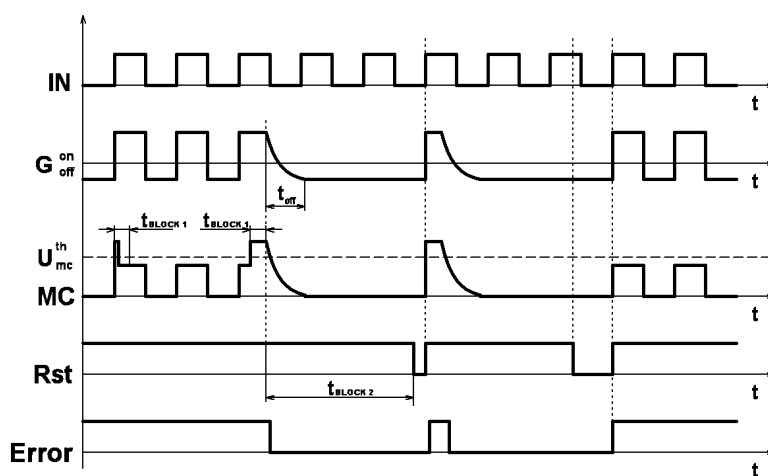
| Параметр                                                                            | Обозначение       | Единица измерения | Значение |      |          | Примечания                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|----------|------|----------|----------------------------------------|
|                                                                                     |                   |                   | не менее | тип  | не более |                                        |
| Время нарастания выходного сигнала                                                  | $t_r$             | нс                |          |      | 150      | без нагрузки, см. раздел 6 и рисунок 6 |
| Время спада выходного сигнала                                                       | $t_f$             | нс                |          |      | 150      | без нагрузки, см. раздел 6 и рисунок 6 |
| Максимальный ток статусного вывода «Error»                                          | $I_{ERR\ max}$    | мА                |          |      | 20       |                                        |
| Максимальное напряжение на статусном выводе «Error»                                 | $U_{ERR\ max}$    | В                 |          |      | 30       |                                        |
| Остаточное напряжение по выходу сигнала «Error»                                     | $U_{O\ ERR}$      | В                 | 0        | 0,3  | 0,7      | при $I_{ERR} = 20\text{ мА}$           |
| Пороговое напряжение на измерительном входе МС, вызывающее аварийное отключение     | $U_{MC}^{Th}$     | В                 |          | 5,8  |          | без дополнительных элементов           |
| Напряжение срабатывания защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер (см. рисунок 12) | $U_{ac}$          | В                 |          | 800  |          | ДРА180П-Б(1)-12                        |
|                                                                                     |                   |                   |          | 1600 |          | ДРА180П-Б(1)-17                        |
|                                                                                     |                   |                   |          | 2400 |          | ДРА180П-Б(1)-25                        |
|                                                                                     |                   |                   |          | 3200 |          | ДРА180П-Б(1)-33                        |
| Параметры изоляции                                                                  |                   |                   |          |      |          |                                        |
| Максимально допускаемое обратное напряжение на выводе «МС»                          | $U_{R(MC)}$       | В                 |          |      | 2000     | ДРА180П-Б(1)-12                        |
|                                                                                     |                   |                   |          |      | 2000     | ДРА180П-Б(1)-17                        |
|                                                                                     |                   |                   |          |      | 3000     | ДРА180П-Б(1)-25                        |
|                                                                                     |                   |                   |          |      | 4000     | ДРА180П-Б(1)-33                        |
| Напряжение изоляции между входом и выходом (DC, 1 мин)                              | $U_{ISO(IN-OUT)}$ | В                 |          |      | 4000     | ДРА180П-Б(1)-12                        |
|                                                                                     |                   |                   |          |      | 4000     | ДРА180П-Б(1)-17                        |
|                                                                                     |                   |                   |          |      | 7500     | ДРА180П-Б(1)-25                        |
|                                                                                     |                   |                   |          |      | 7500     | ДРА180П-Б(1)-33                        |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                                 | $(dU/dt)_{cr}$    | кВ/мкс            |          |      | 20       |                                        |
| Параметры эксплуатации и хранения                                                   |                   |                   |          |      |          |                                        |
| Рабочий диапазон температур                                                         | $T_A$             | °C                | -45      |      | +85      |                                        |
| Температура хранения                                                                | $T_s$             | °C                | -60      |      | +100     |                                        |
| Параметры управляемого транзистора                                                  |                   |                   |          |      |          |                                        |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора                          | $U_{CE} (U_{DS})$ | В                 |          |      | 1200     | ДРА180П-Б(1)-12                        |
|                                                                                     |                   |                   |          |      | 1700     | ДРА180П-Б(1)-17                        |
|                                                                                     |                   |                   |          |      | 2500     | ДРА180П-Б(1)-25                        |
|                                                                                     |                   |                   |          |      | 3300     | ДРА180П-Б(1)-33                        |

## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача «лог.1» на управляющий вход «IN» приведет к открытию управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более чем на  $U_{mc}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$ , приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (при перегрузке по току). При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (вывод «Error»). Через 70 мс будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии» и по переднему фронту сигнала управления «IN» будет открыт управляемый транзистор. В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера «Uuvlo-» приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера «Uuvlo+» сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на выходе «Error» не появляется.

Диаграмма, поясняющая работу драйвера, приведена на рисунке 3.



Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**IN** – управляющий вход. Управление драйвером описано в разделе «Работа драйвера». При подаче управляющего напряжения следует учитывать, что на входах управления установлены обратные защитные диоды. Как следствие, в том случае если напряжение управления будет превышать напряжения питания более чем на 0,6 В, произойдет увеличения тока потребления по входам и при значительном превышении напряжения питания драйвер может выйти из строя.

**Error** – вывод сигнализирующий о возникновении аварии. Вывод представляют собой открытый коллектор транзистора схемы защиты. При этом транзистор будет открываться только при аварии вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня «Uuvlo-» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «Uuvlo+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует. Не рекомендуется подавать на выход «Error» напряжение и ток значениями выше предельно допустимых, в том числе и кратковременно.

**V<sub>S</sub>** – вывод питания драйвера. Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «Uuvlo-» и управление транзистором будет некорректным.

Максимальный ток потребления по входу питания составляет не более 100 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 450 мА (160 мА выходного тока). При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 450 мА, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. Ток потребления зависит от скважности управляющих импульсов, входной ёмкости затвора и от значений затворных резисторов (см. рисунки 4, 5). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 7.

**МС** – вывод подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Вывод предназначен для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. При этом типичное значение порога срабатывания защиты равно 5,8 В. Порог срабатывания защиты регулируется установкой внешних элементов (стабилитронов и диодов); из максимального напряжения (5,8 В) вычитается падение напряжения на стабилитронах и диодах при токе 250 мкА. К примеру, если установить последовательно стабилитрон с номинальным напряжением стабилизации 3,3 В и два диода с падением напряжения 0,7 В на токе 250 мкА, то порог срабатывания защиты будет равен  $5,8 - 3,3 - 2 \times 0,7 = 1,1$  В.

В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то вывод МС следует закоротить на исток (эмиттер) соответствующего канала

**Смс** – вывод подключения времязадающей емкости задержки выключения управляемого транзистора при перегрузки по току. Задержка на срабатывание защиты необходима для избегания ложных срабатываний по кратковременным индуктивным выбросам. При этом длительность данной задержки будет равна длительности «импульса перезапуска» в случае возникновения аварии. Для увеличения задержки срабатывания защиты, рекомендуется устанавливать конденсаторы с номиналами указанными на рисунке 10. Изначально установлен конденсатор ёмкостью 100 пФ, что соответствует длительности задержки 8 мкс (тип.).

**OUToff, OUTon** – выходы, предназначенные для подключения затвора управляемого транзистора. Затворные резисторы ( $R_{on}$ ,  $R_{off}$ ) необходимы для уменьшения максимального импульсного тока. Не рекомендуется устанавливать резисторы с номиналами менее 1 Ом. Допускается установка резисторов разных номиналов, к примеру, для увеличения длительности выключения управляемого транзистора с целью уменьшения амплитуды напряжения индуктивных выбросов.

#### Джамперы

J1 – джампер объединяет «минус» питания и общий управления драйвером;

J2 – джампер объединяет резисторы  $R_{on}$  и  $R_{off}$  для подключения к затвору;

J3 – джампер, подключающий защиту от перенапряжения («активная защита») в цепи коллектор-эмиттер (см. рисунок 12).

## 7 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

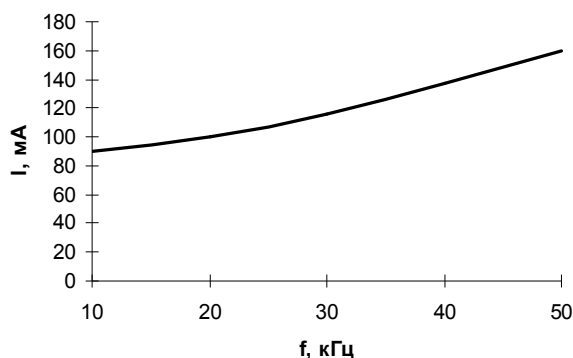


Рисунок 4 – График зависимости тока потребления драйвера от частоты сигнала управления без нагрузки

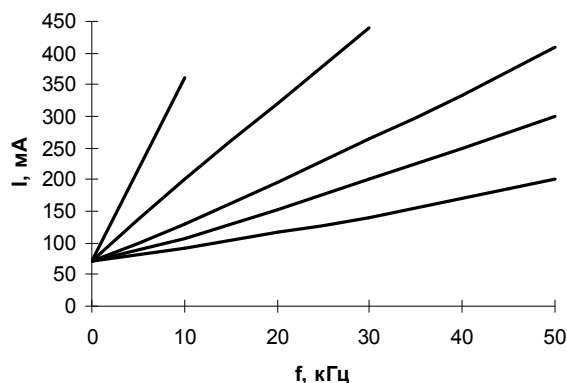


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ и 250 нФ

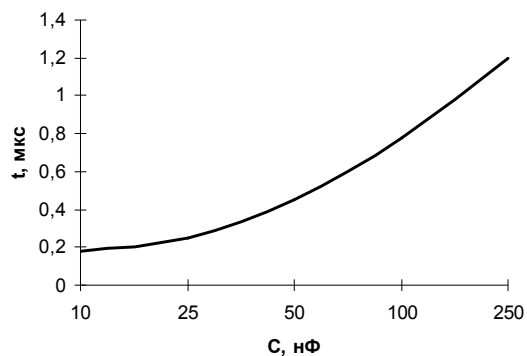


Рисунок 6 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

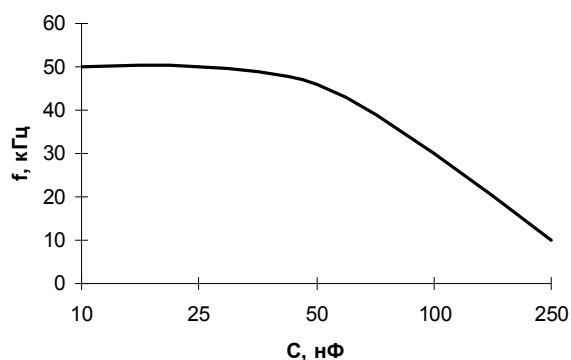


Рисунок 7 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

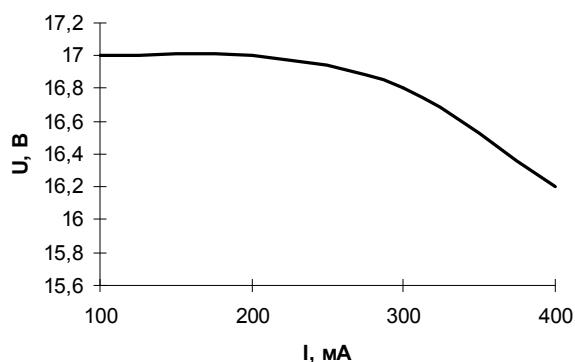


Рисунок 8 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

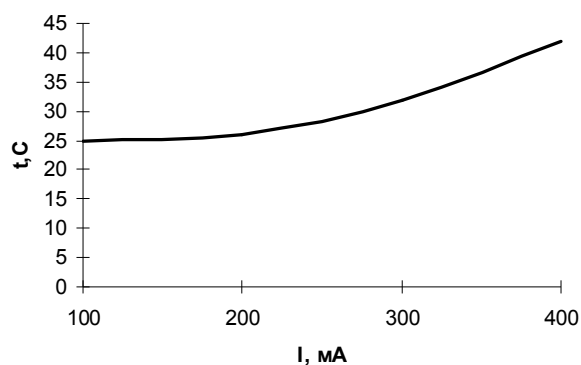


Рисунок 9 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

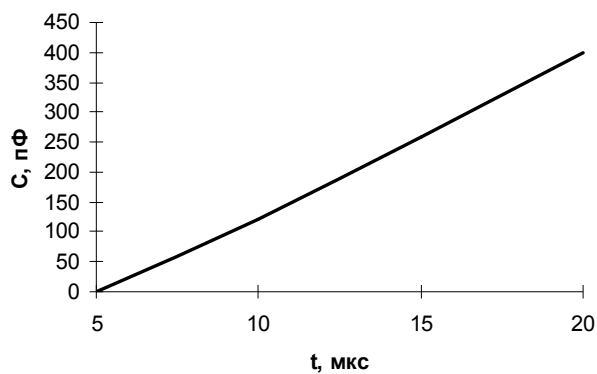


Рисунок 10 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от подстроечной ёмкости

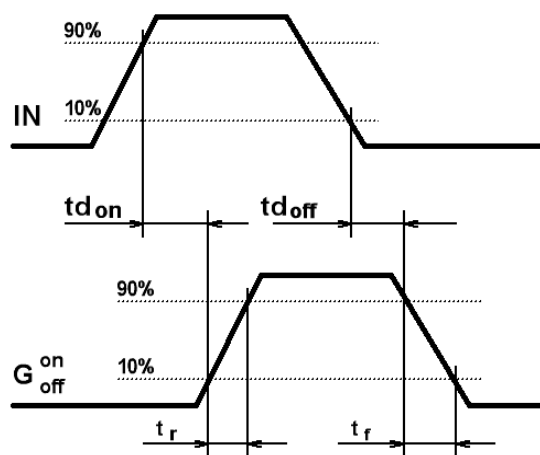
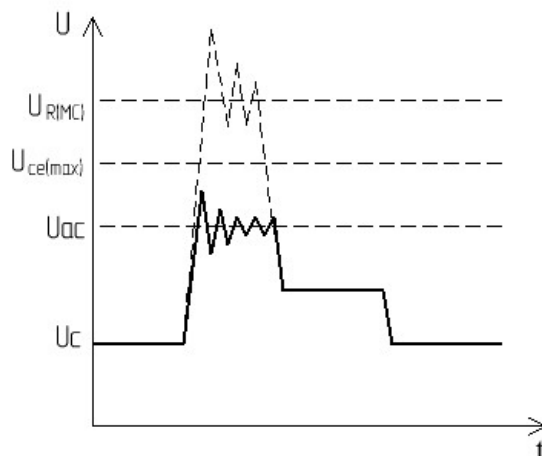


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера  
где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора



$U_{ас}$  – максимально-допустимое напряжение управляемого транзистора  
(напряжение срабатывания активной защиты);

$U_c$  – напряжение на коллекторе управляемого транзистора,

$U_{r(mc)}$  - максимально допустимое обратное напряжение на выводе «МС»,

$U_{ce(max)}$  – максимально допустимое напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора.

Рисунок 13 – График работы драйвера при срабатывании активной защиты

## 8 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 9 РЕКОМЕНДАЦИИ К ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 9.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                                                                                                         | Значение внешнего воздействующего фактора |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:<br>- диапазон частот, Гц;<br>- амплитуда ускорения, $m/c^2$ (g)                                              | 0,5 - 100<br>150 (15)                     |
| Механический удар одиночного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, $m/c^2$ (g);<br>- длительность импульса ударного ускорения, мс | 40 (4)<br>50                              |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - М27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

### 9.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 4 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:                                                    |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | минус 45                        |
| - предельная, °С                                                                 | минус 60                        |
| Повышенная температура окружающей среды:                                         |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | +85                             |
| - предельная, °С                                                                 | +100                            |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 10 ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 11 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

## 12 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ ДР12120П-А

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Двенадцатиканальный драйвер MOSFET и IGBT транзисторов предназначенный для гальванически развязанного управления двенадцатью мощными транзисторами с полевым управлением с предельно допустимыми значениями токов и напряжений 600В/600 А, 1200В/400А, 1700В/400А. Драйвер имеет встроенные DC/DC-преобразователи и является усилителем – формирователем сигналов управления затвором транзистора с частотой до 25 кГц.

## 2 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА

2.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемых транзисторов:

- 1 Управление транзисторами в соответствии с сигналами управления;
- 2 Формирование гальванически развязанных напряжений отпираания и запираания управляемых транзисторов;
- 3 Контроль напряжения насыщения на коллекторах управляемых транзисторов, защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 4 Настройку напряжения срабатывания защиты по ненасыщению;
- 5 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 6 Блокировку управления при «аварии»;
- 7 Настройку длительности блокировки управления при аварии;
- 8 Настройку задержки срабатывания защиты по ненасыщению;
- 9 Настройку длительности плавного аварийного выключения управляемого транзистора;
- 10 Сигнализацию о наличии аварии;
- 11 Блокировку одновременного включения транзисторов одного полумоста;
- 12 Формирование «мёртвого» времени на переключение транзисторов полумоста;
- 13 Настройку длительности «мёртвого» времени.

## 3 ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЕЖ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА

3.1 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема приведена на рисунке 2, схема включения приведена на рисунке 3.

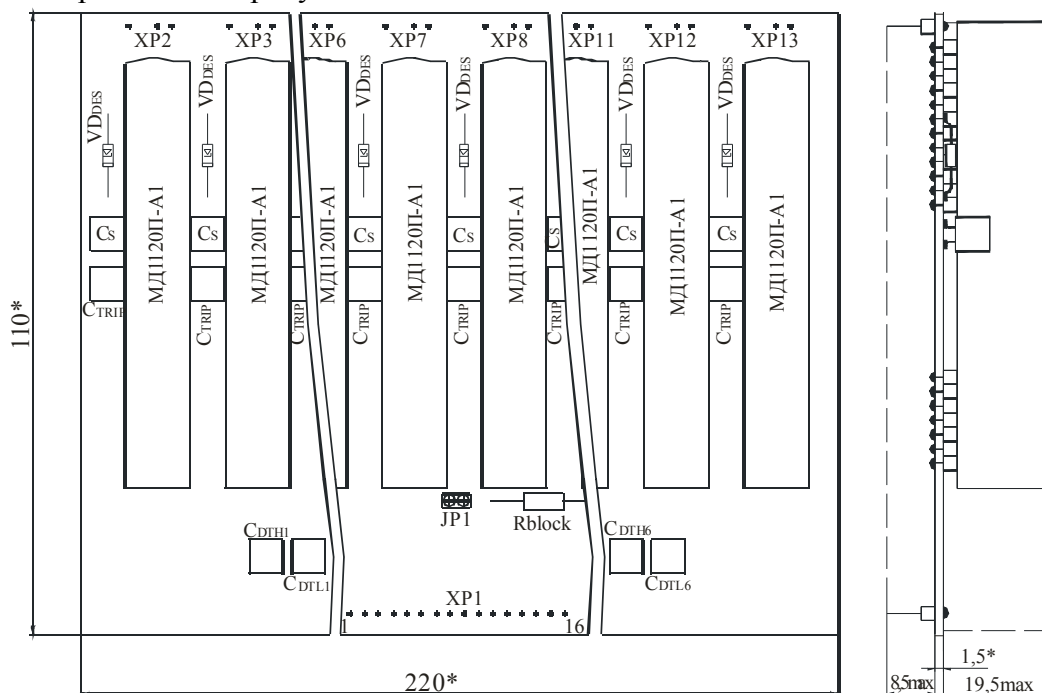


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

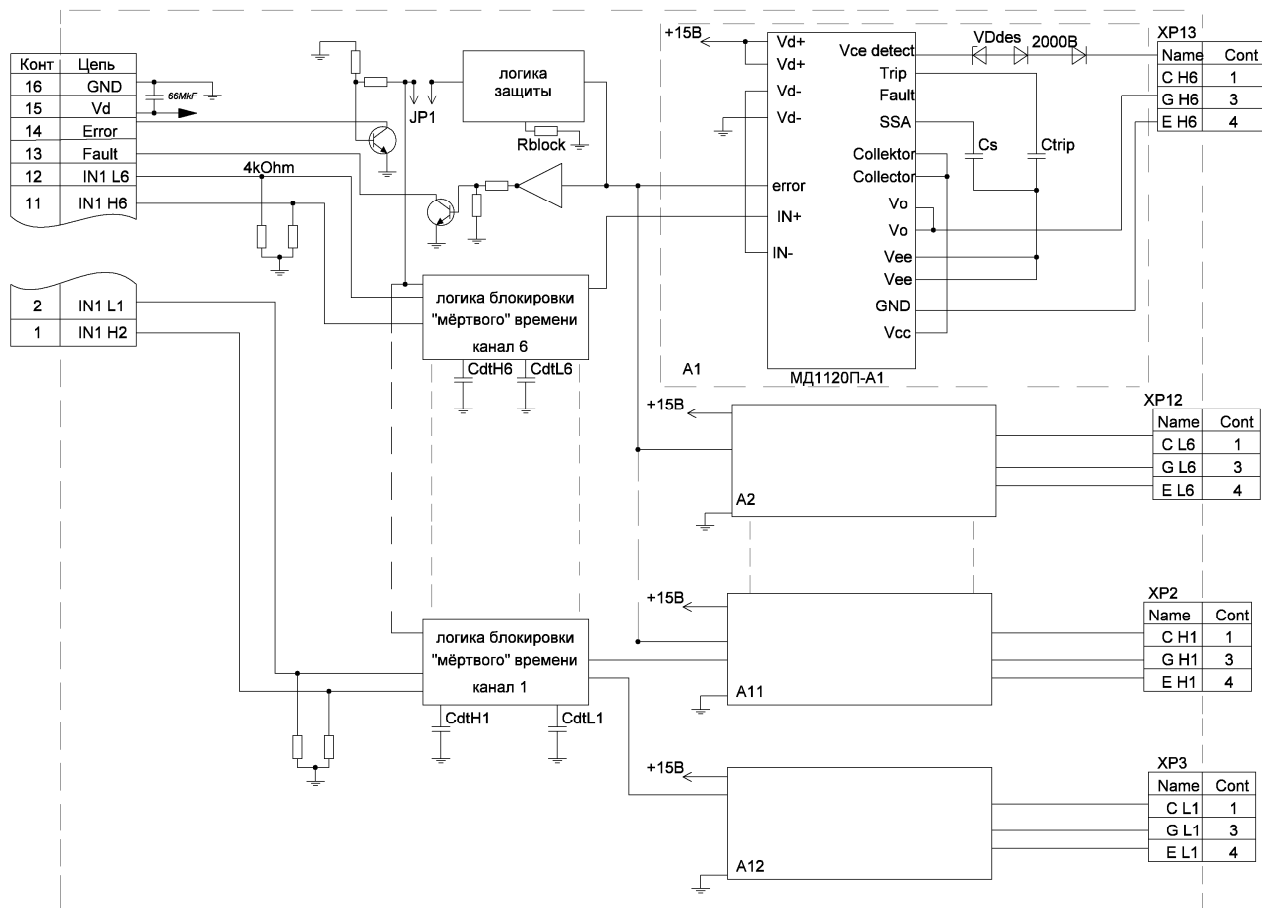


Рисунок 2 – Функциональная схема драйвера

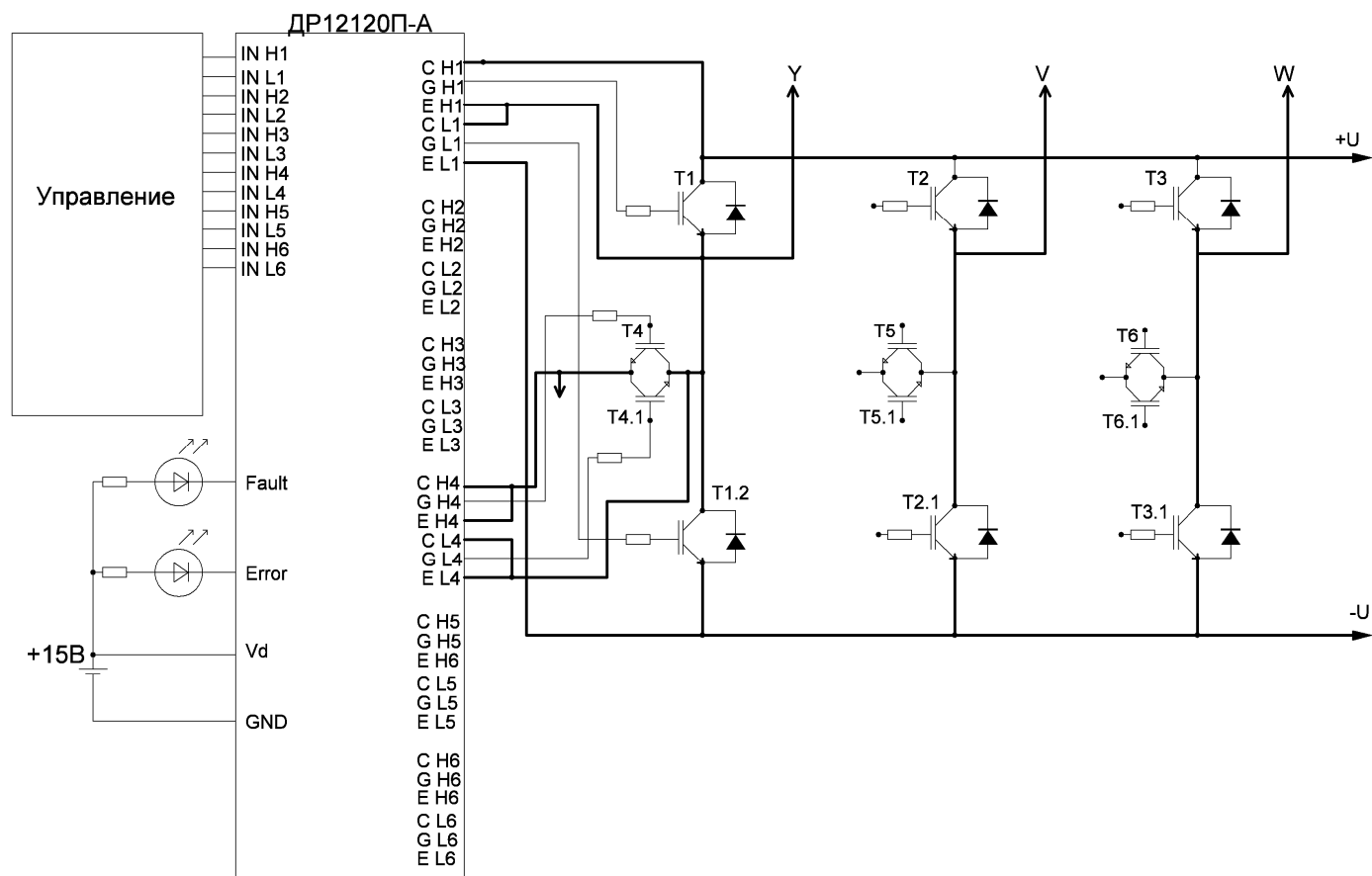


Рисунок 3 – Схема включения драйвера

3.2 Назначение выводов драйвера приведено в таблице 1, назначение подстроечных элементов драйвера приведено в таблице 2.

**Таблица 1 – Назначение выводов драйвера**

| Разъём   | Контакт | Обозначение | Назначение                                                                                  |
|----------|---------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| XP1      | 1       | IN H1       | Вход управления верхним ключом фазы U                                                       |
|          | 2       | IN L1       | Вход управления нижним ключом фазы U                                                        |
|          | 3       | IN H2       | Вход управления верхним ключом фазы V                                                       |
|          | 4       | IN L2       | Вход управления нижним ключом фазы V                                                        |
|          | 5       | IN H3       | Вход управления верхним ключом фазы W                                                       |
|          | 6       | IN L3       | Вход управления нижним ключом фазы W                                                        |
|          | 7       | IN H4       | Вход управления верхним ключом фазы U.1                                                     |
|          | 8       | IN L4       | Вход управления нижним ключом фазы U.1                                                      |
|          | 9       | IN H5       | Вход управления верхним ключом фазы V.1                                                     |
|          | 10      | IN L5       | Вход управления нижним ключом фазы V.1                                                      |
|          | 11      | IN H6       | Вход управления верхним ключом фазы W.1                                                     |
|          | 12      | IN L6       | Вход управления нижним ключом фазы W.1                                                      |
|          | 13      | Fault       | Вывод сигнала ошибки (открытый коллектор); выходы драйверов                                 |
|          | 14      | Error       | Вывод сигнала ошибки (открытый коллектор); выход схемы блокировки                           |
|          | 15      | Vd          | Вывод подключения «+» питания логики и DC/DC-преобразователей                               |
|          | 16      | GND         | Вывод подключения «-» питания логики и DC/DC-преобразователей; общий вывод цепей управления |
| XP2-XP13 | 1       | C           | Измерительный коллектор, вывод контроля напряжения насыщения                                |
|          | 2       | -           |                                                                                             |
|          | 3       | G           | Вывод подключения затвора управляемого транзистора                                          |
|          | 4       | E           | Общий вывод выходных цепей; вывод подключения эмиттера (источка)                            |

**Таблица 2 – Назначение подстроечных элементов драйвера**

| Элемент     | Обозначение        | Назначение                                                                               |
|-------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Конденсатор | Cdt                | Ёмкости настройки длительности «мёртвого» времени на переключение транзисторов полумоста |
| Резистор    | R <sub>block</sub> | Сопротивление настройки длительности блокировки схемы управления в режиме аварии         |
| Джампер     | JP1                | Джампер подключения блокировки управления в режиме аварии                                |
| Конденсатор | C <sub>S</sub>     | Ёмкости настройки длительности плавного аварийного выключения                            |
| Конденсатор | C <sub>TRIP</sub>  | Ёмкости настройки длительности задержки срабатывания защиты                              |
| Диод        | VD <sub>DES</sub>  | Диоды (стабилитроны) настройки напряжения срабатывания защиты                            |

#### 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 3 – Основные и предельно-допустимые параметры (при  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

| Параметр                                                                      | Обозначение                    | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                                |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------|-----|----------|-------------------------------------------|
|                                                                               |                                |                   | не менее | тип | не более |                                           |
| Параметры питания                                                             |                                |                   |          |     |          |                                           |
| Напряжение питания                                                            | U <sub>S</sub>                 | В                 | 13,5     | 15  | 16,5     |                                           |
| Ток потребления без нагрузки                                                  | I <sub>S</sub>                 | А                 |          | 1,2 | 1,4      | f = 0 Гц                                  |
| Максимальный ток потребления                                                  | I <sub>S max</sub>             | А                 |          |     | 3,6      | см. рисунок 5                             |
| Параметры входов управления                                                   |                                |                   |          |     |          |                                           |
| Входное напряжение высокого уровня                                            | U <sub>IH</sub>                | В                 | 3        | 5   | 5,6      |                                           |
| Входное напряжение низкого уровня                                             | U <sub>IL</sub>                | В                 | -0,6     | 0   | 0,8      |                                           |
| Входное сопротивление                                                         | R <sub>IN</sub>                | кОм               |          | 4   |          |                                           |
| Временные параметры                                                           |                                |                   |          |     |          |                                           |
| Время задержки включения/выключения между входом и выходом                    | t <sub>d on/off (in-out)</sub> | мкс               |          |     | 1        |                                           |
| Максимальная рабочая частота                                                  | f <sub>max</sub>               | кГц               |          |     | 25       | см. рисунок 5                             |
| Длительность «мёртвого» времени на переключения транзисторов любого полумоста | t <sub>trip</sub>              | мкс               | 2,0      | 2,5 | 3,0      | Настраивается потребителем см. рисунок 9  |
| Задержка срабатывания защиты по ненасыщению                                   | t <sub>trip</sub>              | мкс               | 3,0      | 3,5 | 4,0      | Настраивается потребителем см. рисунок 8  |
| Время плавного аварийного отключения транзистора                              | ts                             | мкс               | 5        | 10  | 15       | Настраивается потребителем см. рисунок 7  |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                      | t <sub>block 1</sub>           | мс                | 1        | 1,6 | 2        |                                           |
| Время блокировки схемы управления после «аварии»                              | t <sub>block 2</sub>           | мс                | 80       | 100 | 120      | Настраивается потребителем см. рисунок 10 |
| Время задержки включения сигнала аварии «Fault»                               | td <sub>(on-f)</sub>           | мкс               |          | 0,1 | 1        |                                           |
| Время задержки включения сигнала аварии «Error»                               | td <sub>(on-e)</sub>           | мкс               |          | 25  | 30       |                                           |

Продолжение таблицы 3

| Выходные параметры                                                               |                    |        |     |     |      |                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|-----|-----|------|---------------------------------------|
| Импульсный ток включения                                                         | $I_{Omax+}$        | A      | 12  |     |      |                                       |
| Импульсный ток выключения                                                        | $I_{Omax-}$        | A      |     |     | -12  |                                       |
| Положительное выходное напряжение питания                                        | $U_{out+}$         | B      | 15  | 16  | 18   | Во всём диапазоне допустимых нагрузок |
| Отрицательное выходное напряжение питания                                        | $U_{out-}$         | B      | -5  | 10  | -15  |                                       |
| Выходной средний ток одного любого канала                                        | $I_O$              | mA     |     |     | 130  |                                       |
| Время нарастания выходного сигнала                                               | $t_r$              | нс     |     |     | 100  | без нагрузки                          |
| Время спада выходного сигнала                                                    | $t_f$              | нс     |     |     | 150  |                                       |
| Максимальный ток статусных выводов «Fault» и «Error»                             | $I_{Fmax}$         | mA     |     |     | 10   |                                       |
| Максимальное напряжение на статусном выводе «Fault» и «Error»                    | $U_{Fmax}$         | B      |     |     | 30   |                                       |
| Остаточное напряжение по выходу сигнала «Fault» и «Error»                        | $U_{OF}$           | B      |     |     | 1    | при $I_F = 10$ mA                     |
| Пороговое напряжение на измерительном входе «С», вызывающее аварийное отключение | $U_{mc}^{Th}$      | B      | 9   | 9,5 | 11   | Настраивается потребителем            |
| Параметры изоляции                                                               |                    |        |     |     |      |                                       |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                                       | $U_{ISO(IN-OUT)}$  | B      |     |     | 4000 | DC, 1 мин                             |
| Напряжение изоляции между выходами каналов                                       | $U_{ISO(OUT-OUT)}$ | B      |     |     | 2000 | DC, 1 мин                             |
| Максимально напряжение на измерительных входах «С»                               | $U_C$              | B      |     |     | 2000 |                                       |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                              | $dU/dt$            | кВ/мкс |     |     | 20   |                                       |
| Параметры эксплуатации и хранения                                                |                    |        |     |     |      |                                       |
| Рабочий диапазон температур                                                      | $T_A$              | °C     | -40 |     | +85  |                                       |
| Температура хранения                                                             | $T_S$              | °C     | -45 |     | +100 |                                       |

## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача управляющего сигнала соответствующего «лог.1» на какой-либо управляющий вход «IN» приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. При подаче на оба управляющих входа любого полумоста сигналов соответствующих «лог.1» управляемые транзисторы будут закрыты (блокировка одновременного включения транзисторов полумоста), при этом остальные каналы будут работать в штатном режиме; сигнала ошибки при срабатывании блокировки не последует. Увеличение падения напряжения на любом транзисторе в открытом состоянии более, чем на  $U_{mc}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{trip}$  приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (по перегрузке по току) и транзистор будет закрыт. При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (вывод «Fault»). Если джампер JP1 не установлен, то через 1,5 мс будет произведён сброс аварии и по ближайшему следующему за сбросом переднему фронту сигнала управления «IN» будет открыт управляемый транзистор (если на входе не будет переднего фронта, т.е. если присутствует постоянный уровень «лог.1», то сброса не последует), при этом остальные каналы будут работать в штатном режиме; блокировки их управления не будет. Если джампер JP1 установлен, то при срабатывании защиты по ненасыщению любого транзистора будет заблокировано управление всеми транзисторами, откроется транзистор выхода «Error» и через время  $t_{block}$  (настраивается резистором  $R_{block}$ ) блокировка будет сброшена независимо от сигналов на управляющих входах и если перегрузка не была устранена, то цикл защиты повторится.

Диаграмма, поясняющая работу драйвера, приведена на рисунке 4.

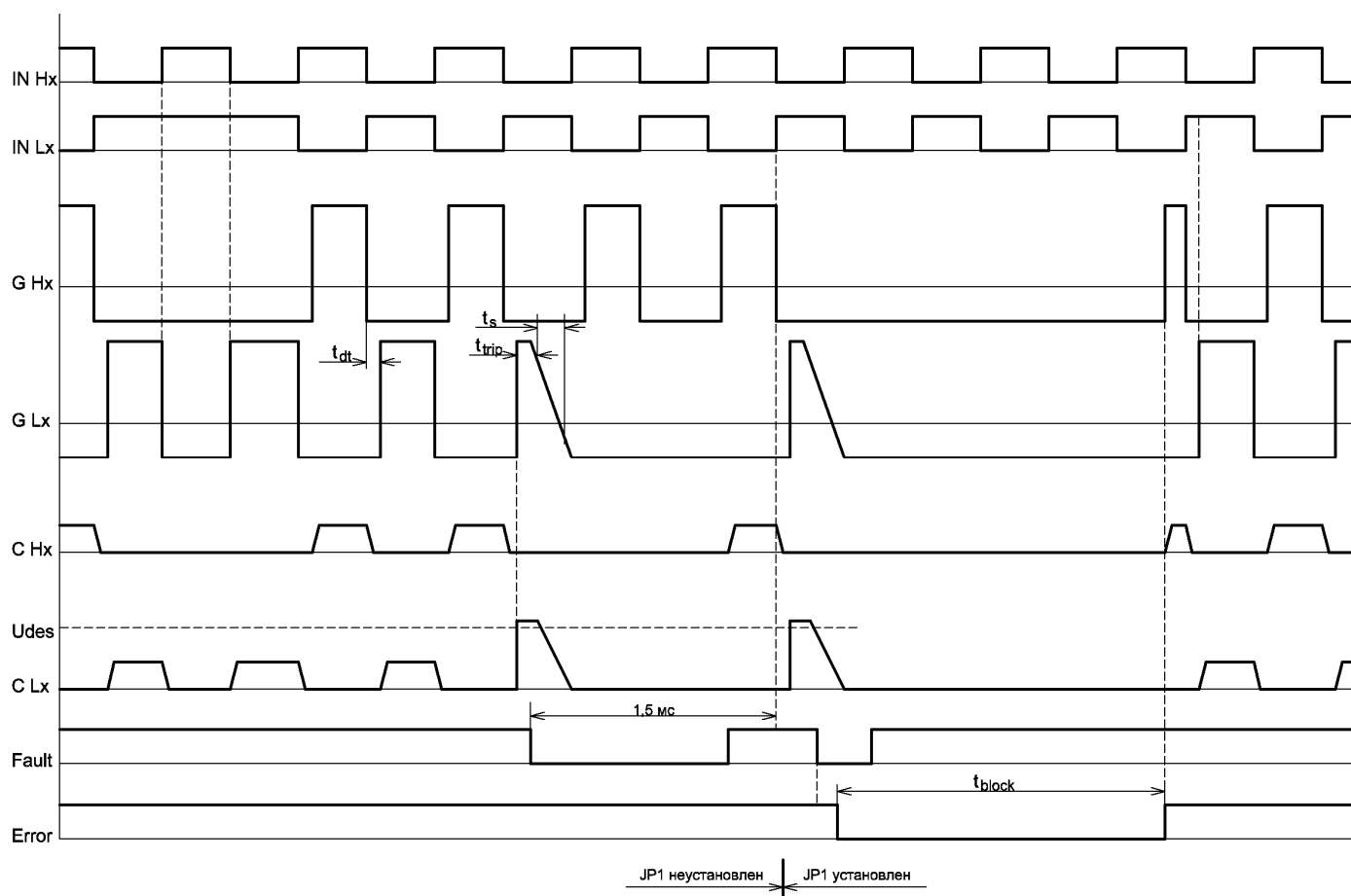


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**IN Hx, IN Lx** – управляющие входы соответствующими ключами. Если требуется управление драйвером уровнем напряжения 15 В, то рекомендуется последовательно с входами управления установить резисторы 7,5...10 кОм. Управление драйвером описано в разделе «Работа драйвера».

**Fault** – вывод, сигнализирующий о возникновении аварии. Вывод представляет собой открытый коллектор транзистора схемы защиты драйвера управления каким-либо ключом.

**Error** – вывод, сигнализирующий о возникновении аварии. Вывод представляет собой открытый коллектор транзистора схемы блокировки управления в режиме аварии. Вывод работает только при установленном джампере JP1.

**Vd** – вывод подключения питания DC/DC-преобразователей и входной схемы драйвера. Ток потребления по данному входу на холостом ходу не превышает 0,7 А и в любом режиме работы драйвера не должен превышать 1,8 А (при условии одинаковой нагрузки на всех каналах), в противном случае драйвер может выйти из строя. Если нагружены не все каналы, то следует учитывать, что ток потребления одним каналом не должен приводить к превышению тока потребления более чем на 0,2 А.

**GND** – общий входных цепей (управления и DC/DC-преобразователей) драйвера.

**G Hx, G Lx** – выводы подключения затворов соответствующих управляемых транзистора. Для уменьшения выходного импульсного тока драйвера (и, соответственно, времени включения/выключения управляемого транзистора) рекомендуется в разрыв данного вывода и затвора устанавливать затворный резистор; допускается включение драйвера без затворного резистора. Для защиты управляемого транзистора от перенапряжения на затворе рекомендуется устанавливать между затвором и эмиттером (исток) транзистора двунаправленный ограничитель напряжения на номинальное пробивное напряжение 18 В.

**C Hx, C Lx** – выводы подключения коллектора (стока) управляемых транзисторов. Выводы предназначены для контроля падения напряжения (защита по ненасыщению) на соответствующих транзисторах.

Типичное значение порога срабатывания защиты составляет 9,5 В и регулируется диодами VDdes: из максимального напряжения (9,5 В) вычитается падение напряжения на стабилитронах и диодах при токе 4 мА. Например, если установить стабилитрон с номинальным напряжением стабилизации 5,1 В, то порог срабатывания защиты будет  $9,5 - 5,1 = 4,4$  В. Изначально на драйвере установлены стабилитроны на номинальное напряжение стабилизации 3,3 В и порог срабатывания защиты по умолчанию (начальные настройки при поставке) составляет 6,3 В.

В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то данный вывод следует закоротить на вывод «Е» соответствующего канала.

**E Hx, E Lx** – выводы подключения эмиттеров (истоков) соответствующих управляемых транзисторов. Рекомендуется вести от каждого транзистора свой сигнальный эмиттер даже в том случае, если схемно они объединены.

**JP1** – джампер подключения блокировки схемы управления в режиме аварии. При неустановленном джампере схемы защит по ненасыщению каждого драйвера работают независимо.

**VDDES Hx, VDDES Lx** – диоды настройки напряжения срабатывания защиты по ненасыщению соответствующего управляемого транзистора. Изначально (начальные настройки при поставке) установлены стабилитроны на номинальное напряжение стабилизации 3,3 В, что соответствует напряжению срабатывания защиты 6,3 В.

**Rblock** – резистор настройки длительности блокировки схемы управления в режиме аварии. При неустановленном резисторе длительность блокировки составляет 1 с., при закороченном резисторе – 10 мс. Изначально (начальные настройки при поставке) установлен резистор, соответствующий длительности блокировки 100 мс. Зависимость длительности блокировки от номинала данного резистора представлена на рисунке 10.

**CDT Hx, CDT Lx** – конденсаторы настройки длительности задержки включения соответствующего управляемого транзистора (длительность «мёртвого» времени на переключение). При неустановленном конденсаторе задержка на включение будет равна 0 мкс и «мёртвое» время на переключение будет отсутствовать. Изначально (начальные настройки при поставке) установлены конденсаторы соответствующие «мёртвому» времени 2,5 мкс. Зависимость длительности «мёртвого времени» от номинала данных конденсаторов представлена на рисунке 9.

$C_{S_{HX}}$ ,  $C_{S_{LX}}$  – конденсаторы настройки длительности плавного аварийного выключения в режиме аварии соответствующего управляемого транзистора. Изначально (начальные настройки при поставке) установлены конденсаторы, соответствующие длительности плавного выключения 10 мкс. Зависимость длительности плавного аварийного выключения от номинала данных конденсаторов представлена на рисунке 7.

$C_{STRIP_{HX}}$ ,  $C_{STRIP_{LX}}$  – конденсаторы настройки длительности задержки срабатывания защиты по ненасыщению соответствующего управляемого транзистора. Изначально (начальные настройки при поставке) установлены конденсаторы соответствующие длительности задержки 3,5 мкс. Зависимость длительности задержки срабатывания защиты по ненасыщению от номинала данных конденсаторов представлена на рисунке 8.

## 7 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

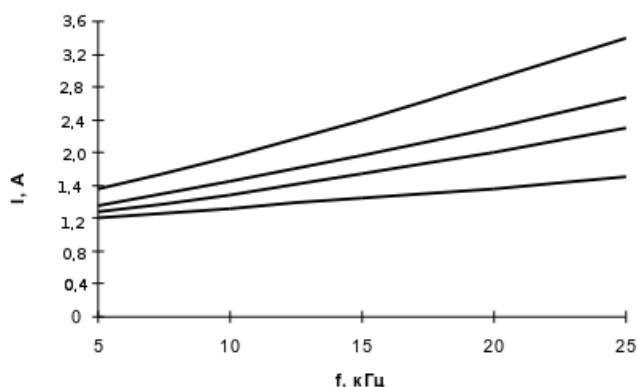


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления драйвером от частоты сигнала управления под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

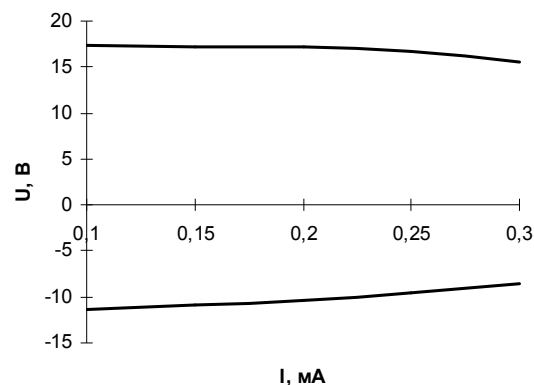


Рисунок 6 – График зависимости амплитуды напряжений на затворе управляемого транзистора от тока потребления драйвером

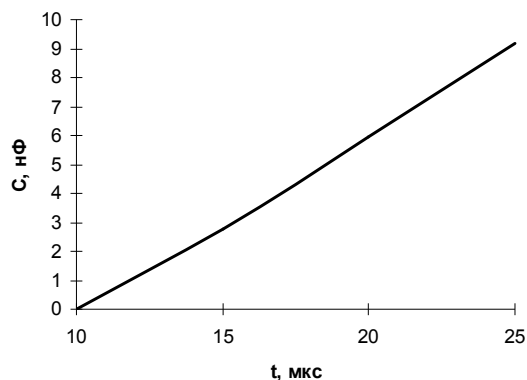


Рисунок 7 – График зависимости длительности плавного аварийного выключения от номинала ёмкости  $C_s$

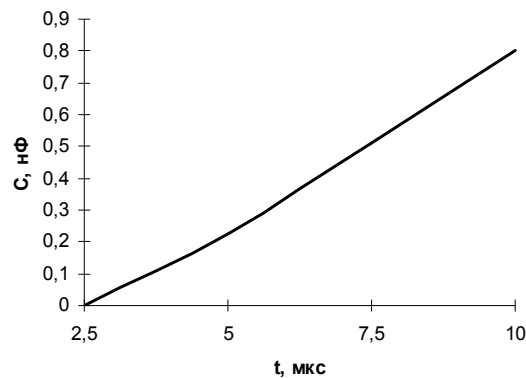


Рисунок 8 – График зависимости длительности задержки срабатывания защиты по ненасыщению от номинала ёмкости  $C_{strip}$

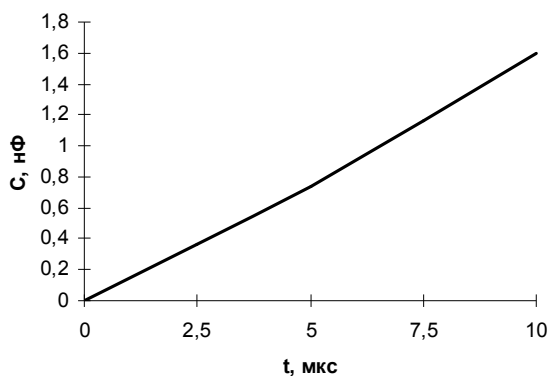


Рисунок 9 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала емкостей Cdt

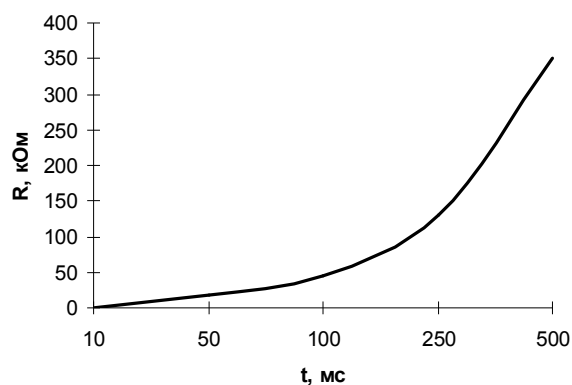


Рисунок 10 – График зависимости длительности блокировки схемы управления после аварии от номинала сопротивления  $R_{block}$

## 8 РЕКОМЕНДАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 8.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 4.

**Таблица 4 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам**

| Внешний воздействующий фактор                                                                                                                | Значение внешнего воздействующего фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:<br>- диапазон частот, Гц;<br>- амплитуда ускорения, $\text{м/с}^2$ (g)                                              | 0,5 - 100<br>150 (15)                     |
| Механический удар одиночного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, $\text{м/с}^2$ (g);<br>- длительность импульса ударного ускорения, мс | 40 (4)<br>50                              |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - M27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

### 8.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

**Таблица 5 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам**

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:<br>- рабочая, °C;<br>- предельная, °C              | минус 40<br>минус 45            |
| Повышенная температура окружающей среды:<br>- рабочая, °C;<br>- предельная, °C   | +85<br>+100                     |
| Относительная влажность при температуре 35 °C без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °C                                                  | от минус 45 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## **9 ТРЕБОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ**

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90 \%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90 \%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90 \%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## **10 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ**

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 22 августа 2004г. № 122-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 10 января 2003 г. № 15-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

## **11 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ**

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

# ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ ДР7120П-А

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Семиканальный драйвер MOSFET и IGBT транзисторов предназначен для гальванически развязанного управления семью мощными транзисторами с полевым управлением с предельно допустимыми значениями токов и напряжений 600В/600 А, 1200В/400А, 1700В/400А. Драйвер имеет встроенные DC/DC-преобразователи и является усилителем – формирователем сигналов управления затвором транзистора с частотой до 25 кГц.

## 2 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА

2.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемых транзисторов:

- 1 Управление транзисторами в соответствии с сигналами управления;
- 2 Формирование гальванически развязанных напряжений отпираания и запираания управляемых транзисторов
- 3 Контроль напряжения насыщения на коллекторах управляемых транзисторов, защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 4 Настройку напряжения срабатывания защиты по ненасыщению;
- 5 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 6 Блокировку управления при «аварии»;
- 7 Настройку длительности блокировки управления при аварии;
- 8 Настройку задержки срабатывания защиты по ненасыщению;
- 9 Настройку длительности плавного аварийного выключения управляемого транзистора;
- 10 Сигнализацию о наличии аварии;
- 11 Блокировку одновременного включения транзисторов одного полумоста;
- 12 Формирование «мёртвого» времени на переключение транзисторов полумоста;
- 13 Настройку длительности «мёртвого» времени.

## 3 ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЕЖ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА

3.1 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема приведена на рисунке 2, схема включения приведена на рисунке 3.

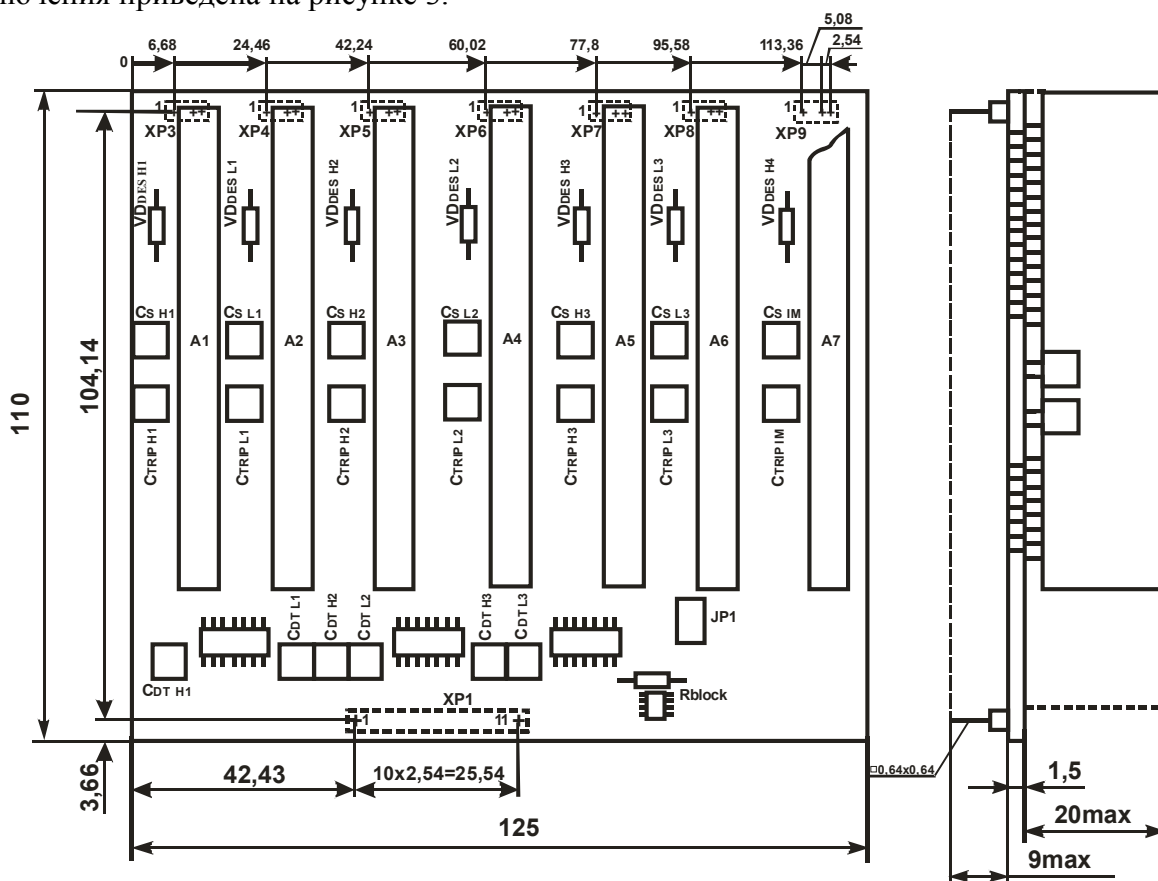


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера



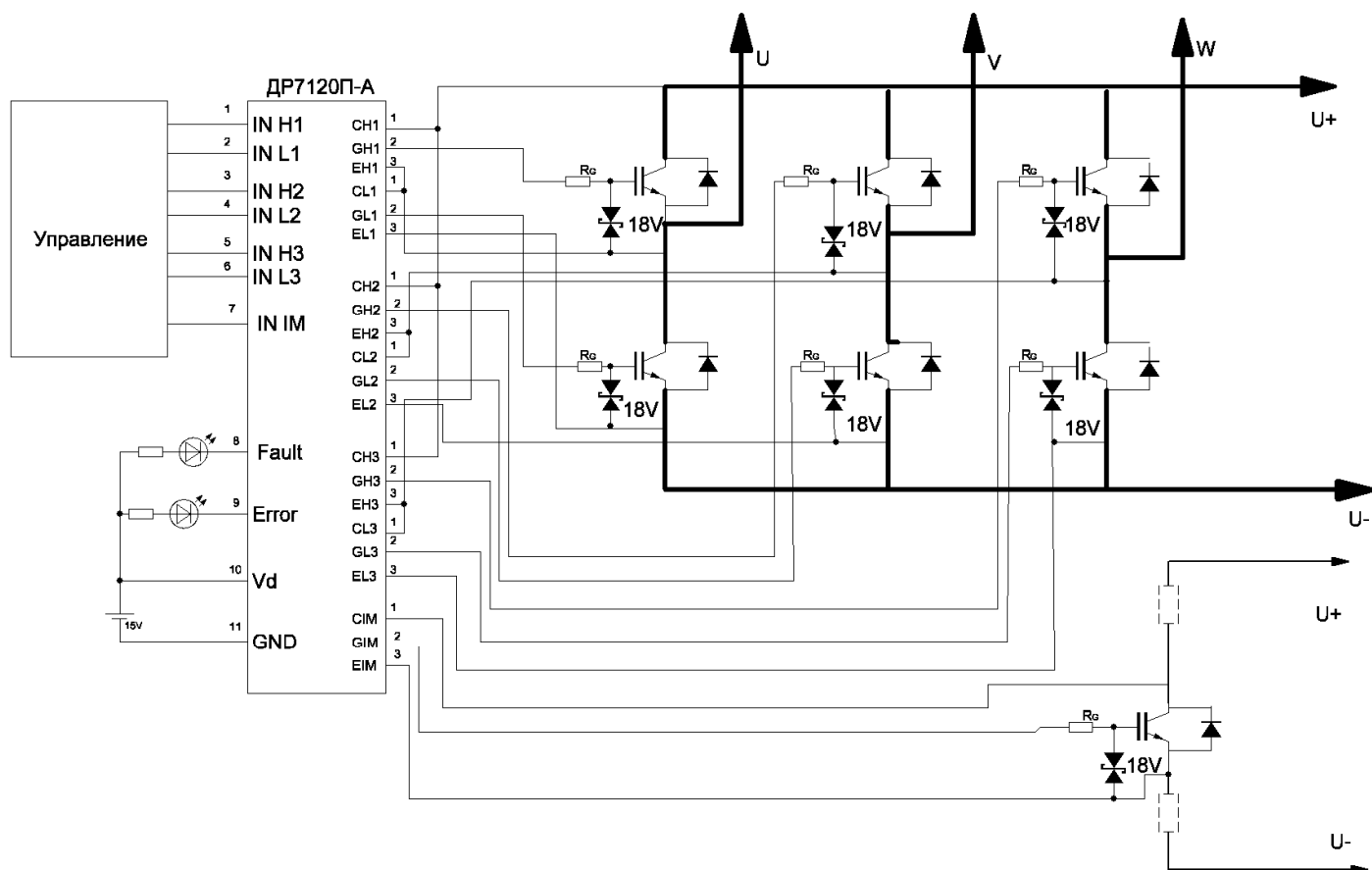


Рисунок 3 – Схема включения драйвера

Примечание: канал ChIM(канал с независимым управлением) может работать как нижним ключом ,так и верхним ключом.

3.2 Назначение выводов драйвера приведено в таблице 1, назначение подстроечных элементов драйвера приведено в таблице 2.

Таблица 1 – Назначение выводов драйвера

| Вывод              | Обозначение | Назначение                                                                                  |
|--------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| XP1.1              | IN H1       | Вход управления верхним ключом фазы U                                                       |
| XP1.2              | IN L1       | Вход управления нижним ключом фазы U                                                        |
| XP1.3              | IN H2       | Вход управления верхним ключом фазы V                                                       |
| XP1.4              | IN L2       | Вход управления нижним ключом фазы V                                                        |
| XP1.5              | IN H3       | Вход управления верхним ключом фазы W                                                       |
| XP1.6              | IN L3       | Вход управления нижним ключом фазы W                                                        |
| XP1.7              | IN IM       | Вход управления дополнительным ключом                                                       |
| XP1.8              | Fault       | Вывод сигнала ошибки (открытый коллектор); выходы драйверов                                 |
| XP1.9              | Error       | Вывод сигнала ошибки (открытый коллектор); выход схемы блокировки                           |
| XP1.10             | Vd          | Вывод подключения «+» питания логики и DC/DC-преобразователей                               |
| XP1.11             | GND         | Вывод подключения «-» питания логики и DC/DC-преобразователей; общий вывод цепей управления |
| XP3(4,5,6,7,8,9).1 | C           | Измерительный коллектор, вывод контроля напряжения насыщения                                |
| XP3(4,5,6,7,8,9).2 | -           |                                                                                             |
| XP3(4,5,6,7,8,9).3 | G           | Вывод подключения затвора управляемого транзистора                                          |
| XP3(4,5,6,7,8,9).4 | E           | Общий вывод выходных цепей; вывод подключения эмиттера (источка)                            |

Таблица 2 – Назначение подстроечных элементов драйвера

| Элемент     | Обозначение                          | Назначение                                                                               |
|-------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Конденсатор | $C_{dt}$<br>(H1,H2,H3,L1,L2,L3)      | Ёмкости настройки длительности «мёртвого» времени на переключение транзисторов полумоста |
| Резистор    | $R_{block}$                          | Сопротивление настройки длительности блокировки схемы управления в режиме аварии         |
| Джампер     | JP1                                  | Джампер подключения блокировки управления в режиме аварии                                |
| Конденсатор | $C_s$<br>(H1,H2,H3,L1,L2,L3,IM)      | Ёмкости настройки длительности плавного аварийного выключения                            |
| Конденсатор | $C_{TRIP}$<br>(H1,H2,H3,L1,L2,L3,IM) | Ёмкости настройки длительности задержки срабатывания защиты                              |
| Диод        | $VD_{DES}$<br>(H1,H2,H3,L1,L2,L3,IM) | Диоды (стабилитроны) настройки напряжения срабатывания защиты                            |

#### 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 3 – Основные и предельно-допустимые параметры (при  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

| Параметр                           | Обозначение        | Единица измерения | Значение      |     |               | Примечания    |
|------------------------------------|--------------------|-------------------|---------------|-----|---------------|---------------|
|                                    |                    |                   | не ме-<br>нее | тип | не бо-<br>лее |               |
| Параметры питания                  |                    |                   |               |     |               |               |
| Напряжение питания                 | U <sub>S</sub>     | В                 | 13,5          | 15  | 16,5          |               |
| Ток потребления без нагрузки       | I <sub>S</sub>     | А                 |               | 0,6 | 0,7           | f = 0 Гц      |
| Максимальный ток потребления       | I <sub>S max</sub> | А                 |               |     | 1,8           | см. рисунок 5 |
| Параметры входов управления        |                    |                   |               |     |               |               |
| Входное напряжение высокого уровня | U <sub>IH</sub>    | В                 | 3             | 5   | 5,6           |               |
| Входное напряжение низкого уровня  | U <sub>IL</sub>    | В                 | -0,6          | 0   | 0,8           |               |
| Входное сопротивление              | R <sub>IN</sub>    | кОм               |               | 4   |               |               |

Окончание таблицы 3

| Параметр                                                                         | Обозначение                    | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                                |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------|-----|----------|-------------------------------------------|
|                                                                                  |                                |                   | не менее | тип | не более |                                           |
| Временные параметры                                                              |                                |                   |          |     |          |                                           |
| Время задержки включения/выключения между входом и выходом                       | $t_{d\text{ on/off (in-out)}}$ | мкс               |          |     | 1        |                                           |
| Максимальная рабочая частота                                                     | $f_{\text{max}}$               | кГц               |          |     | 25       | см. рисунок 5                             |
| Длительность «мёртвого» времени на переключения транзисторов любого полумоста    | $t_{\text{trip}}$              | мкс               | 2,0      | 2,5 | 3,0      | Настраивается потребителем см. рисунок 9  |
| Задержка срабатывания защиты по ненасыщению                                      | $t_{\text{trip}}$              | мкс               | 3,0      | 3,5 | 4,0      | Настраивается потребителем см. рисунок 8  |
| Время плавного аварийного отключения транзистора                                 | $t_s$                          | мкс               | 5        | 10  | 15       | Настраивается потребителем см. рисунок 7  |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                         | $t_{\text{block 1}}$           | мс                | 1        | 1,6 | 2        |                                           |
| Время блокировки схемы управления после «аварии»                                 | $t_{\text{block 2}}$           | мс                | 80       | 100 | 120      | Настраивается потребителем см. рисунок 10 |
| Время задержки включения сигнала аварии «Fault»                                  | $t_{d(\text{on-f})}$           | мкс               |          | 0,1 | 1        |                                           |
| Время задержки включения сигнала аварии «Error»                                  | $t_{d(\text{on-e})}$           | мкс               |          | 25  | 30       |                                           |
| Выходные параметры                                                               |                                |                   |          |     |          |                                           |
| Импульсный ток включения                                                         | $I_{O\text{max}+}$             | А                 | 12       |     |          |                                           |
| Импульсный ток выключения                                                        | $I_{O\text{max}-}$             | А                 |          |     | -12      |                                           |
| Положительное выходное напряжение питания                                        | $U_{\text{out}+}$              | В                 | 15       | 16  | 18       | Во всём диапазоне допустимых нагрузок     |
| Отрицательное выходное напряжение питания                                        | $U_{\text{out}-}$              | В                 | -5       | 10  | -15      |                                           |
| Выходной средний ток одного любого канала                                        | $I_O$                          | мА                |          |     | 130      |                                           |
| Время нарастания выходного Сигнала                                               | $t_r$                          | нс                |          |     | 100      | без нагрузки                              |
| Время спада выходного сигнала                                                    | $t_f$                          | нс                |          |     | 150      |                                           |
| Максимальный ток статусных выводов «Fault» и «Error»                             | $I_{F\text{ max}}$             | мА                |          |     | 10       |                                           |
| Максимальное напряжение на статусном выводе «Fault» и «Error»                    | $U_{F\text{ max}}$             | В                 |          |     | 30       |                                           |
| Остаточное напряжение по выходу сигнала «Fault» и «Error»                        | $U_{OF}$                       | В                 |          |     | 1        | при $I_F = 10\text{ мА}$                  |
| Пороговое напряжение на измерительном входе «С», вызывающее аварийное отключение | $U_{\text{mc}}^{\text{Th}}$    | В                 | 9        | 9,5 | 11       | Настраивается потребителем                |
| Параметры изоляции                                                               |                                |                   |          |     |          |                                           |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                                       | $U_{\text{ISO(IN-OUT)}}$       | В                 |          |     | 4000     | DC, 1 мин                                 |
| Напряжение изоляции между выходами каналов                                       | $U_{\text{ISO(OUT-OUT)}}$      | В                 |          |     | 2000     | DC, 1 мин                                 |
| Максимально напряжение на измерительных входах «С»                               | $U_C$                          | В                 |          |     | 2000     |                                           |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                              | $dU/dt$                        | кВ/мкс            |          |     | 20       |                                           |
| Параметры эксплуатации и хранения                                                |                                |                   |          |     |          |                                           |
| Рабочий диапазон температур                                                      | $T_A$                          | °C                | -40      |     | +85      |                                           |
| Температура хранения                                                             | $T_s$                          | °C                | -45      |     | +100     |                                           |

## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача управляющего сигнала, соответствующего «лог.1», на какой-либо управляющий вход «IN» приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. При подаче на оба управляющих входа любого полумоста сигналов соответствующих «лог.1», управляемые транзисторы будут закрыты (блокировка одновременного включения транзисторов полумоста), при этом остальные каналы будут работать в штатном режиме; сигнала ошибки при срабатывании блокировки не последует. Увеличение падения напряжения на любом транзисторе в открытом состоянии более, чем на  $U_{MC}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{trip}$ , приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (по перегрузке по току) и транзистор будет закрыт. При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (вывод «Fault»). Если джампер JP1 не установлен, то через 1,5 мс будет произведён сброс аварии и по ближайшему следующему за сбросом переднему фронту сигнала управления «IN» будет открыт управляемый транзистор (если на входе не будет переднего фронта, т.е., если присутствует постоянный уровень «лог.1», то сброса не последует, при этом остальные каналы будут работать в штатном режиме; блокировки их управления не будет. Если джампер JP1 установлен, то при срабатывании защиты по ненасыщению любого транзистора будет заблокировано управление всеми транзисторами, откроется транзистор выхода «Error» и через время  $t_{block}$  (настраивается резистором  $R_{block}$ ) блокировка будет сброшена независимо от сигналов на управляющих входах и если перегрузка не была устранена, то цикл защиты повторится.

Диаграмма, поясняющая работу драйвера, приведена на рисунке 4.

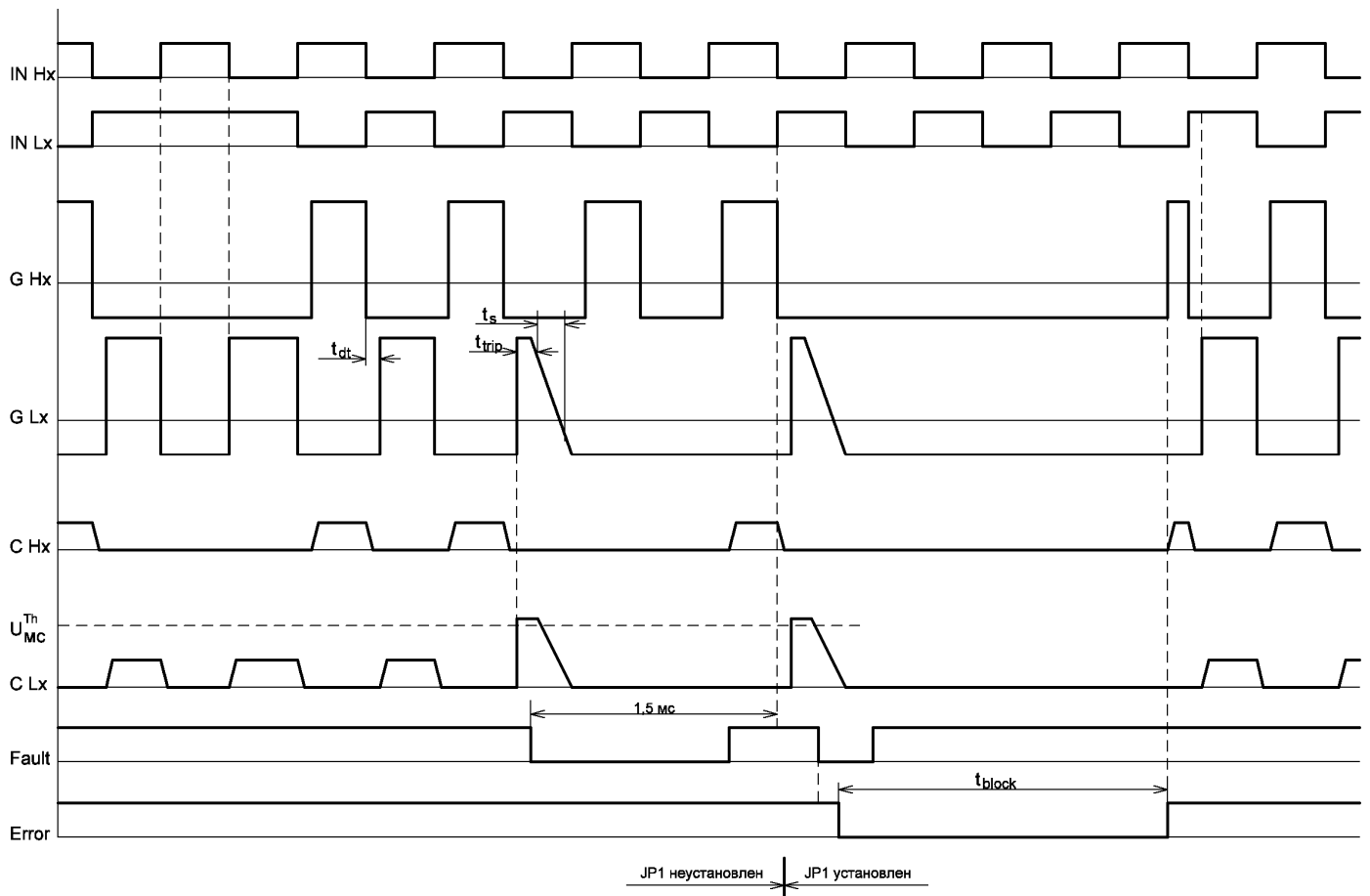


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**IN H1, IN H2, IN H3, IN L1, IN L2, IN L3, IN IM** – управляющие входы соответствующими ключами. Если требуется управление драйвером уровнем напряжения 15 В, то рекомендуется последовательно с входами управления установить резисторы 7,5...10 кОм. Управление драйвером описано в разделе «Работа драйвера».

**Fault** – вывод, сигнализирующий о возникновении аварии. Вывод представляет собой открытый коллектор транзистора схемы защиты драйвера управления каким-либо ключом.

**Error** – вывод, сигнализирующий о возникновении аварии. Вывод представляет собой открытый коллектор транзистора схемы блокировки управления в режиме аварии. Вывод работает только при установленном джампере JP1.

**Vd** – вывод подключения питания DC/DC-преобразователей и входной схемы драйвера. Ток потребления по данному входу на холостом ходу не превышает 0,7 А и в любом режиме работы драйвера не должен превышать 1,8 А (при условии одинаковой нагрузки на всех каналах), в противном случае драйвер может выйти из строя. Если нагружены не все каналы, то следует учитывать, что ток потребления одним каналом не должен приводить к превышению тока потребления более чем на 0,2 А.

**GND** – общий входных цепей (управления и DC/DC-преобразователей) драйвера.

**G H1, G H2, G H3, G L1, G L2, G L3, G IM** – выводы подключения затворов соответствующих управляемых транзистора. Для уменьшения выходного импульсного тока драйвера (и, соответственно, времени включения/выключения управляемого транзистора) рекомендуется в разрыв данного вывода и затвора устанавливать затворный резистор; допускается включение драйвера без затворного резистора. Для защиты управляемого транзистора от перенапряжения на затворе рекомендуется устанавливать между затвором и эмиттером (исток) транзистора двунаправленный ограничитель напряжения на номинальное пробивное напряжение 18 В.

**C H1, C H2, C H3, C L1, C L2, C L3, C IM** – выводы подключения коллектора (стока) управляемых транзисторов. Выводы предназначены для контроля падения напряжения (защита по ненасыщению) на соответствующих транзисторах.

Типичное значение порога срабатывания защиты составляет 9,5 В и регулируется диодами VDdes: из максимального напряжения (9,5 В) вычитается падение напряжения на стабилитронах и диодах при токе 4 мА. Например, если установить стабилитрон с номинальным напряжением стабилизации 5,1 В, то порог срабатывания защиты будет  $9,5 - 5,1 = 4,4$  В. Изначально на драйвере установлены стабилитроны на номинальное напряжение стабилизации 3,3 В и порог срабатывания защиты по умолчанию (начальные настройки при поставке) составляет 6,3 В.

В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то данный вывод следует закоротить на вывод «Е» соответствующего канала.

**E H1, E H2, E H3, E L1, E L2, E L3, E IM** – выводы подключения эмиттеров (истоков) соответствующих управляемых транзисторов. Рекомендуется вести от каждого транзистора свой сигнальный эмиттер даже в том случае, если схемно они объединены.

**JP1** – джампер подключения блокировки схемы управления в режиме аварии. При неустановленном джампере схемы защит по ненасыщению каждого драйвера работают независимо.

**VDdes H1, VDdes H2, VDdes H3, VDdes L1, VDdes L2, VDdes L3, VDdes IM** – диоды настройки напряжения срабатывания защиты по ненасыщению соответствующего управляемого транзистора. Изначально (начальные настройки при поставке) установлены стабилитроны на номинальное напряжение стабилизации 3,3 В, что соответствует напряжению срабатывания защиты 6,3 В.

**Rblock** – резистор настройки длительности блокировки схемы управления в режиме аварии. При неустановленном резисторе длительность блокировки составляет 1 с., при закороченном резисторе – 10 мс. Изначально (начальные настройки при поставке) установлен резистор соответствующий длительности блокировки 100 мс. Зависимость длительности блокировки от номинала данного резистора представлена на рисунке 10.

**Cdt H1, Cdt H2, Cdt H3, Cdt L1, Cdt L2, Cdt L3** – конденсаторы настройки длительности задержки включения соответствующего управляемого транзистора (длительность «мёртвого» времени на переключение). При неустановленном конденсаторе задержка на включение будет равна 0 мкс и «мёртвое» время на переключение будет отсутствовать. Изначально (начальные настройки при поставке) установлены конденсаторы соответствующие «мёртвому» времени 2,5 мкс. Зависимость длительности «мёртвого времени» от номинала данных конденсаторов представлена на рисунке 9.

**Cs H1, Cs H2, Cs H3, Cs L1, Cs L2, Cs L3, Cs IM** – конденсаторы настройки длительности плавного аварийного выключения в режиме аварии соответствующего управляемого транзистора. Изначально (на-

чальные настройки при поставке) установлены конденсаторы соответствующие длительности плавного выключения 10 мкс. Зависимость длительности плавного аварийного выключения от номинала данных конденсаторов представлена на рисунке 7.

СТРIP Н1, СТРIP Н2, СТРIP Н3, СТРIP Л1, СТРIP Л2, СТРIP Л3, СТРIP ИМ – конденсаторы настройки длительности задержки срабатывания защиты по ненасыщению соответствующего управляемого транзистора. Изначально (начальные настройки при поставке) установлены конденсаторы соответствующие длительности задержки 3,5 мкс. Зависимость длительности задержки срабатывания защиты по ненасыщению от номинала данных конденсаторов представлена на рисунке 8.

## 7 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

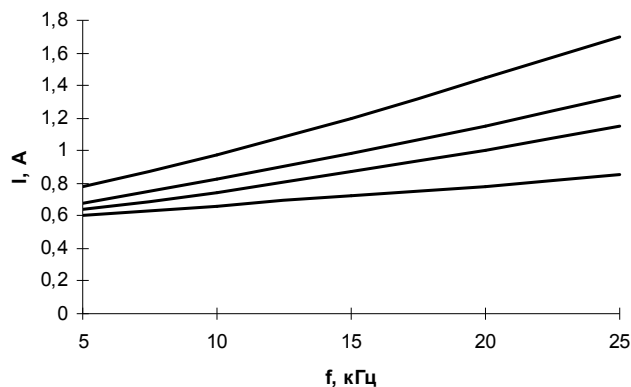


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления драйвером от частоты сигнала управления под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

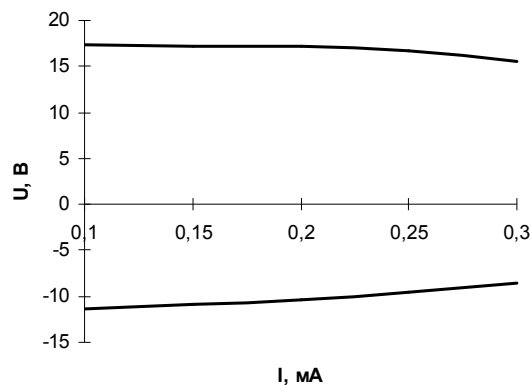


Рисунок 6 – График зависимости амплитуды напряжений на затворе управляемого транзистора от тока потребления драйвером

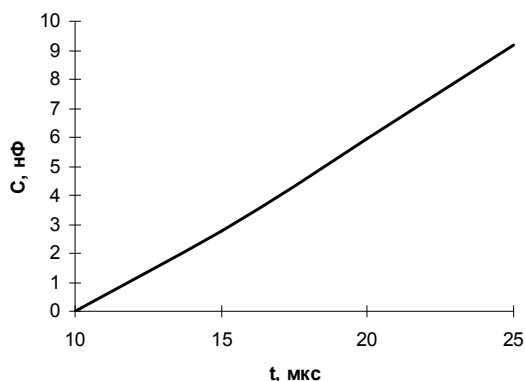


Рисунок 7 – График зависимости длительности плавного аварийного выключения от номинала ёмкости  $C_s$

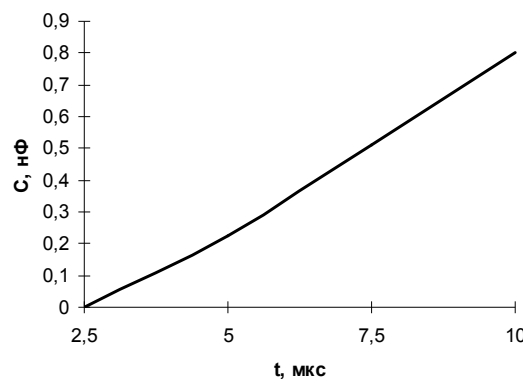


Рисунок 8 – График зависимости длительности задержки срабатывания защиты по ненасыщению от номинала ёмкости  $Strip$

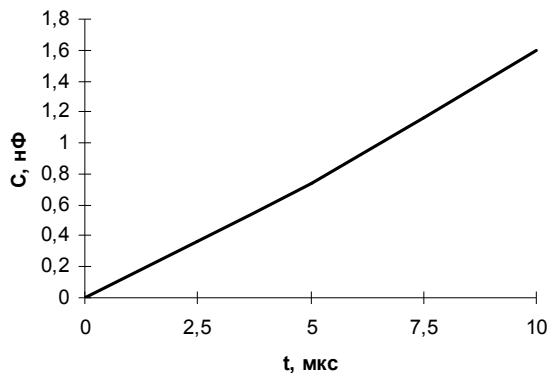


Рисунок 9 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала емкостей  $Cdt$

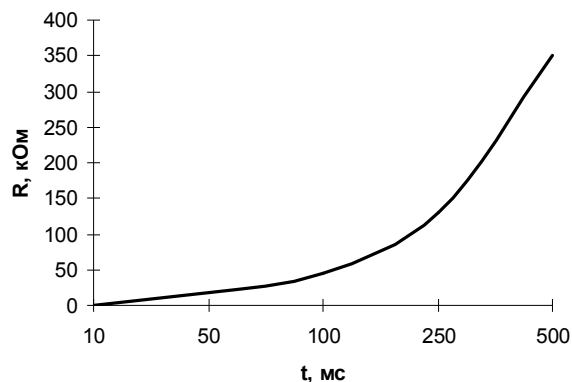


Рисунок 10 – График зависимости длительности блокировки схемы управления после аварии от номинала сопротивления  $R_{block}$

## 8 РЕКОМЕНДАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 8.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                                                                                                                | Значение внешнего воздействующего фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:<br>- диапазон частот, Гц;<br>- амплитуда ускорения, $\text{м/с}^2$ (g)                                              | 0,5 - 100<br>150 (15)                     |
| Механический удар одиночного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, $\text{м/с}^2$ (g);<br>- длительность импульса ударного ускорения, мс | 40 (4)<br>50                              |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - М27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

### 8.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 5 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С              | минус 40<br>минус 45            |
| Повышенная температура окружающей среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С   | +85<br>+100                     |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 45 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 9 ТРЕБОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 10 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

## 11 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ ДР6180П–

## Б1 для модулей типа SkiiP 3

### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Шестиканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (MOSFET или IGBT) (далее – драйвер) предназначен для зависимого гальванически развязанного управления шестью мощными транзисторами в составе трехфазного моста с предельно допустимым напряжением до 3300 В. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 50 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора. Драйвер конструктивно и функционально аналогичен драйверу **блока SkiiP 3**.

### 2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней 3 модулями драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемых транзисторов и сигналов управления.

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затворами управляемых транзисторов;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемых транзисторов;
- 6 Схема защиты управляемых транзисторов от перегрузки по току
- 7 Схема контроля тока.
- 8 Схема контроля напряжения.

### 3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Блокировку управления при «аварии»
- 5 Сигнализацию о наличии аварии;
- 6 Регулировку времени включения - выключения управляемого транзистора путем изменения сопротивления резисторов в выходной цепи (**Ron, Roff**);
- 7 Блокировку одновременного включения верхнего и нижнего плеча;
- 8 Задержку на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 9 Регулировку задержки на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 10 Контроль напряжений питания драйвера (встроенные компараторы) на выходе DC-DC преобразователя.
- 11 Контроль температуры по внешнему датчику и формирования аналогового напряжения зависимого от температуры.
- 12 Преобразование тока в напряжение по каждой фазе.

3.2 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема драйвера изображена на рисунке 2.

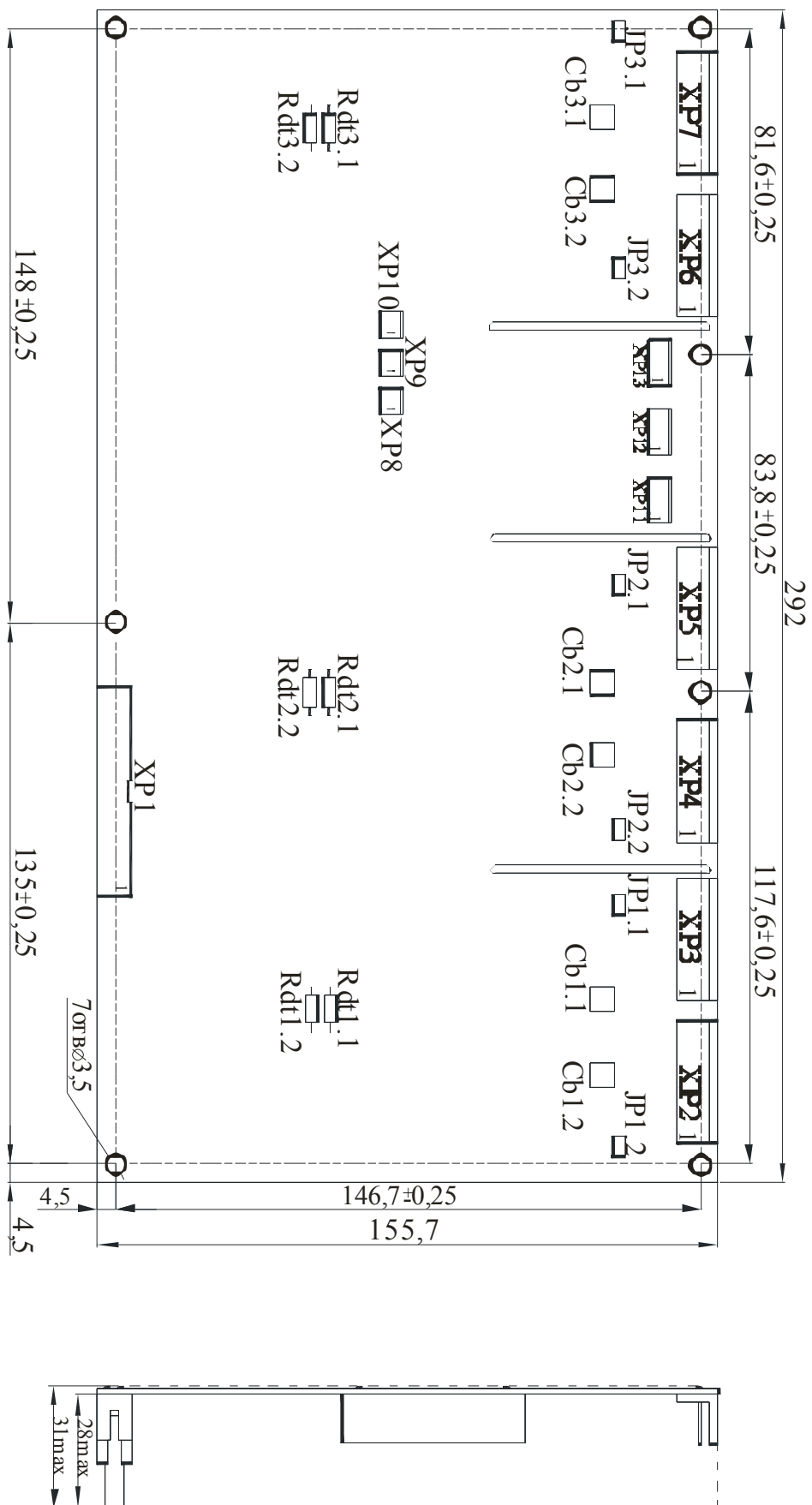


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

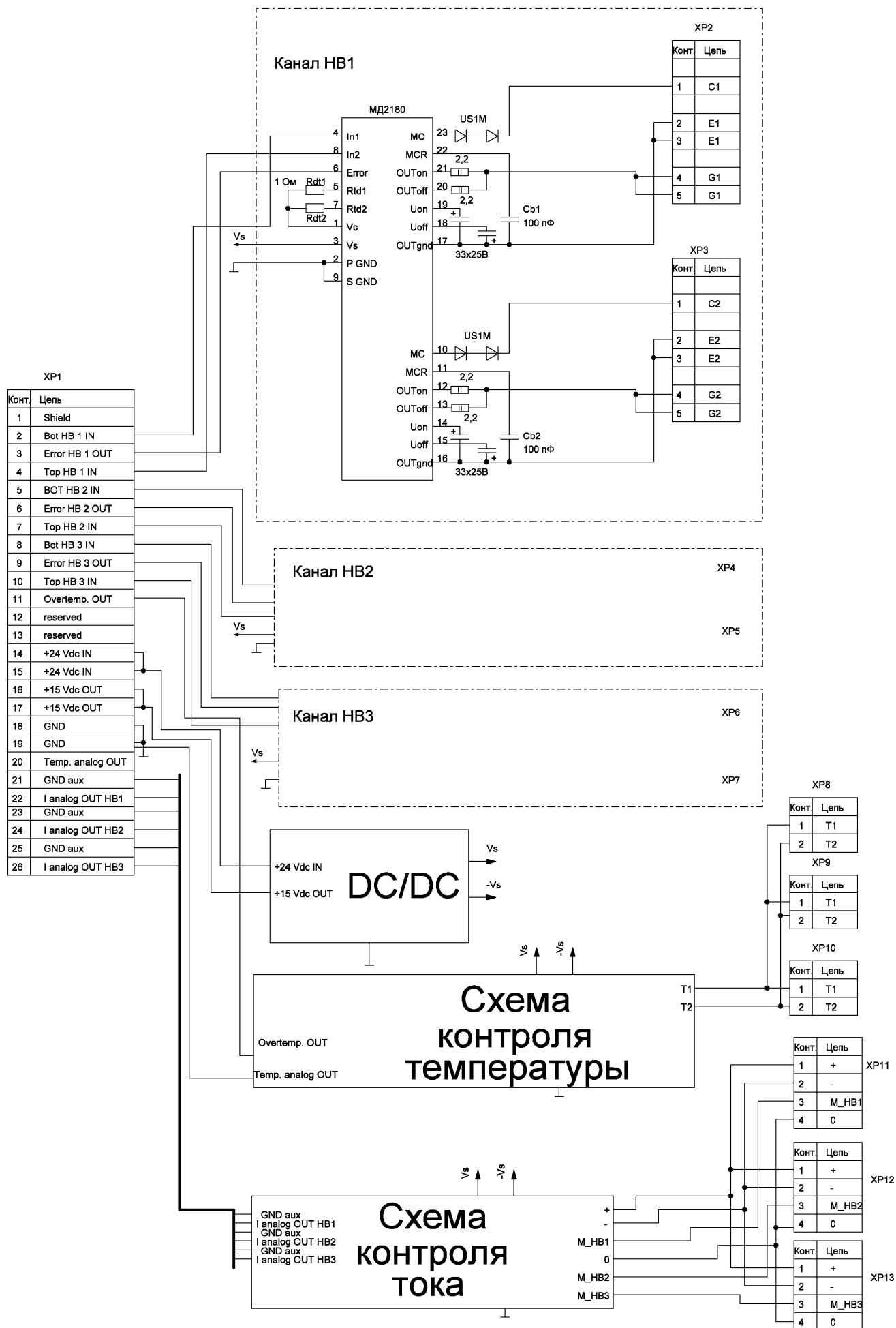


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

### 3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов драйвера

| Контакт   | Номер вывода | Обозначение вывода | Назначение выводов                                                                      |
|-----------|--------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| XP1       | 1            | shield             |                                                                                         |
|           | 2            | BOT HB 1 IN        | Управление 15 В КМОП логика; сопротивление по входу 5,9 кОм                             |
|           | 3            | ERROR HB 1 OUT     | Выход ошибки канала HB1, выход - открытый коллектор, в отсутствии ошибки на выходе «0». |
|           | 4            | TOP HB 1 IN        | Управление 15 В КМОП логика; сопротивление по входу 5,9 кОм                             |
|           | 5            | BOT HB 2 IN        | Управление 15 В КМОП логика; сопротивление по входу 5,9 кОм                             |
|           | 6            | ERROR HB 2 OUT     | Выход ошибки канала HB2, выход - открытый коллектор, в отсутствии ошибки на выходе «0». |
|           | 7            | TOP HB 2 IN        | Управление 15 В КМОП логика; сопротивление по входу 5,9 кОм                             |
|           | 8            | BOT HB 3 IN        | Управление 15 В КМОП логика; сопротивление по входу 5,9 кОм                             |
|           | 9            | ERROR HB 3 OUT     | Выход ошибки канала HB3, выход - открытый коллектор, в отсутствии ошибки на выходе «0». |
|           | 10           | TOP HB 3 IN        | Управление 15 В КМОП логика; сопротивление по входу 5,9 кОм                             |
|           | 11           | Overtemp. OUT      | Вывод статусного сигнала превышения температуры, схема с общим коллектором.             |
|           | 12           | Reserved           |                                                                                         |
|           | 13           | Reserved           |                                                                                         |
|           | 14           | +24Vdc IN          | Питание +24 В                                                                           |
|           | 15           | +24Vdc IN          | Питание +24 В                                                                           |
|           | 16           | +15Vdc OUT         | Вывод напряжения +15 В                                                                  |
|           | 17           | +15Vdc OUT         | Вывод напряжения +15 В                                                                  |
|           | 18           | GND                | Общий цепей питания и управления                                                        |
|           | 19           | GND                | Общий цепей питания и управления                                                        |
|           | 20           | Temp. Analog OUT   | Вывод аналогового сигнала температурного датчика                                        |
|           | 21           | GND aux            | Общий цепей аналоговых сигналов                                                         |
|           | 22           | I analog OUT HB 1  | Вывод аналогового сигнала токового датчика канала HB1                                   |
|           | 23           | GND aux            | Незадействован                                                                          |
|           | 24           | I analog OUT HB 2  | Вывод аналогового сигнала токового датчика канала HB1                                   |
|           | 25           | GND aux            | Незадействован                                                                          |
|           | 26           | I analog OUT HB 3  | Вывод аналогового сигнала токового датчика канала HB1                                   |
| XP2-XP7   | 1            | C1-C7              | Измерительный коллектор                                                                 |
|           | 2,3          | E1-E7              | Эмиттер                                                                                 |
|           | 4,5          | G1-G7              | Затвор                                                                                  |
| XP8-XP10  | 1            | T1                 | Подключение внешнего терморезистора                                                     |
|           | 2            | T2                 |                                                                                         |
| XP11-XP13 | 1            | +                  | Подключение внешнего датчика тока                                                       |
|           | 2            | -                  |                                                                                         |
|           | 3            | M_HB1-M_HB3        |                                                                                         |
|           | 4            | 0                  |                                                                                         |

## 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

| Параметр                                                                       | Обозначение            | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------|----------|-----|----------|--------------------------------------------|
|                                                                                |                        |                   | не менее | тип | не более |                                            |
| Параметры блока DC/DC                                                          |                        |                   |          |     |          |                                            |
| Напряжение питания                                                             | U <sub>S</sub>         | В                 | 21       | 24  | 27       |                                            |
| Ток потребления холостого хода                                                 | I <sub>S</sub>         | мА                |          | 200 | 350      | f <sub>упр</sub> = 0 Гц                    |
| Максимальный ток потребления                                                   | I <sub>S max</sub>     | мА                |          |     | 1500     | под нагрузкой                              |
| Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера          | P <sub>DC-DC</sub>     | Вт                | 3        |     |          | для каждого канала                         |
| Параметры монитора напряжения                                                  |                        |                   |          |     |          |                                            |
| Порог включения защиты                                                         | U <sub>UVLO-</sub>     | В                 |          | 11  |          | выход DC-DC                                |
| Порог выключения защиты                                                        | U <sub>UVLO+</sub>     | В                 |          | 12  |          |                                            |
| Параметры входов управления                                                    |                        |                   |          |     |          |                                            |
| Входное напряжение высокого уровня                                             | U <sub>IH</sub>        | В                 | 13       | 15  | 15,6     |                                            |
| Входное напряжение низкого уровня                                              | U <sub>IL</sub>        | В                 | -0,6     | 0   | 2,4      |                                            |
| Входное сопротивление                                                          | R <sub>IN</sub>        | кОм               |          | 5,9 |          |                                            |
| Временные параметры                                                            |                        |                   |          |     |          |                                            |
| Время задержки включения и выключения вход-выход                               | td (in-out)            | мкс               |          |     | 0,5      | см. рисунок 11                             |
| «Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов | t <sub>TD</sub>        | мкс               | 2        |     |          | настраивается потребителем; см. рисунок 10 |
| Максимальная рабочая частота                                                   | f <sub>max</sub>       | кГц               |          |     | 100      | без нагрузки; см. рисунки 5 и 6            |
| Время задержки срабатывания защиты по ненасыщению                              | t <sub>BLOCK1</sub>    | мкс               | 2        |     |          | настраивается потребителем; см. рисунок 9  |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                       | t <sub>BLOCK2</sub>    | мс                |          | 70  |          |                                            |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора                  | toff                   | мкс               |          | 1,5 |          |                                            |
| Время задержки включения сигнала аварии                                        | td <sub>(on-err)</sub> | мкс               |          |     | 2        |                                            |
| Выходные параметры                                                             |                        |                   |          |     |          |                                            |
| Выходное напряжение высокого уровня                                            | U <sub>OH</sub>        | В                 | +12      | +15 | +18      | во всем диапазоне допустимых нагрузок      |
| Выходное напряжение низкого уровня                                             | U <sub>OL</sub>        | В                 | -8       | -10 | -12      |                                            |
| Максимальный выходной импульсный ток включения                                 | I <sub>Omax on</sub>   | А                 | +18      | 20  |          | настраивается потребителем; см. рисунок 8  |
| Максимальный выходной импульсный ток выключения                                | I <sub>Omax off</sub>  | А                 |          | -22 | -18      |                                            |
| Средний выходной ток                                                           | I <sub>O</sub>         | мА                |          |     | 130      | на каждый канал                            |
| Время нарастания и спада выходного сигнала                                     | t <sub>r (f)</sub>     | нс                |          |     | 150      | см. рисунок 11                             |

## Окончание таблицы 2

|                                                                                                                              |                      |        |     |     |      |                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------|-----|-----|------|-------------------------------------------|
| Максимальный ток выхода сигнала аварии, температурного датчика                                                               | $I_{ERR\ max}$       | мА     |     |     | 20   |                                           |
| Максимальное напряжение выхода сигнала аварии                                                                                | $U_{ERR\ max}$       | В      |     |     | 20   |                                           |
| Остаточное напряжение выхода сигнала аварии                                                                                  | $U_{O\ ERR}$         | В      |     | 0,3 | 0,7  | при $I_{ERR} = 20\ \text{мА}$             |
| Напряжение насыщения, соответствующее срабатыванию защиты по ненасыщению                                                     | $U_{mc}^{Th}$        | В      |     |     | 5,0  | настраивается потребителем, см. таблицу 3 |
| <b>Параметры дополнительных выходов</b>                                                                                      |                      |        |     |     |      |                                           |
| Температура, при которой происходит выдача сигнала ошибки                                                                    |                      |        | 110 | 115 | 120  | Примечание 1.                             |
| Значение напряжения, соответствующего номинальному току коллектора при 25 °С, по выходу контроля тока                        |                      | В      |     | 8   |      | Примечание 2.                             |
| Значение напряжения, соответствующего превышению номинальному току коллектора при 25 °С в 1,25 раза, по выходу контроля тока |                      | В      |     | 10  |      | Примечание 2.                             |
| <b>Параметры изоляции</b>                                                                                                    |                      |        |     |     |      |                                           |
| Максимально допускаемое обратное напряжение на коллекторе                                                                    | $U_C$                | В      |     |     | 4000 |                                           |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                                                                                   | $U_{ISO(IN-OUT)}$    | В      |     |     | 7500 | DC, 1 мин                                 |
| Напряжение изоляции между выходами первого и второго каналов                                                                 | $U_{ISO(OUT1-OUT2)}$ | В      |     |     | 4000 | DC, 1 мин                                 |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                                                                          | $(dU/dt)_{cr}$       | кВ/мкс |     |     | 20   |                                           |
| <b>Параметры управляемого транзистора</b>                                                                                    |                      |        |     |     |      |                                           |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора                                                                   | $U_{CE} (U_{DS})$    | В      |     |     | 3300 |                                           |
| <b>Параметры эксплуатации и хранения</b>                                                                                     |                      |        |     |     |      |                                           |
| Рабочий диапазон температур                                                                                                  | $T_A$                | °С     | -45 |     | +85  |                                           |
| Температура хранения                                                                                                         | $T_s$                | °С     | -60 |     | +100 |                                           |

## Примечания:

1. При совместном использовании с термистором со следующими параметрами:  $R_{25}=5\ \text{кОм}$ ,  $R_{100}=495$ ,  $B_{T=25/50\ ^\circ\text{C}}=3375$
2. При совместном использовании с датчиком тока типа HAS 50..600-S/SP50

**5 РАБОТА ДРАЙВЕРА**

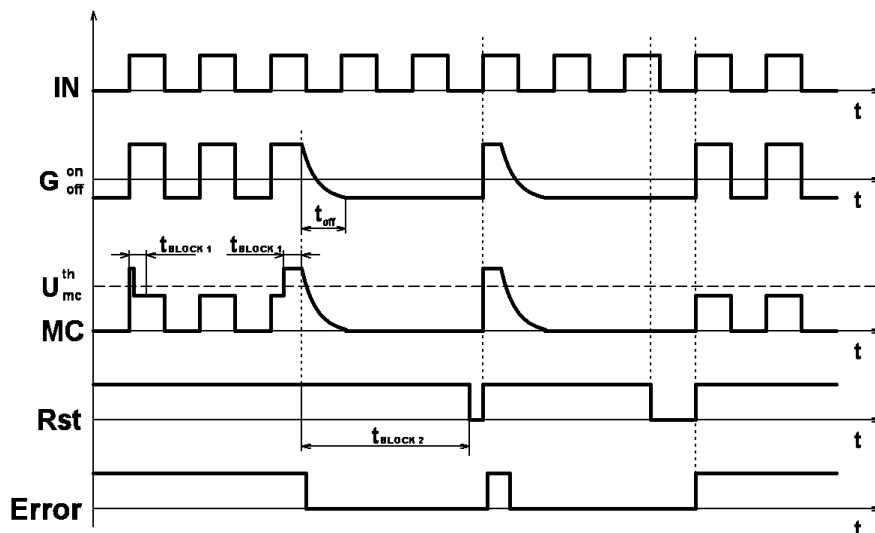
Подача «лог.1» на управляющий вход «BOT HB x IN» или «TOP HB x IN» (по любому из каналов управления) приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более, чем на  $U_{mc}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$  приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (защита по ненасыщению). При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (вывод «ERROR HB x OUT»). Через 70мс будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии» и по переднему фронту сигнала управления будет открыт управляемый транзистор. В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженно-

го напряжения питания драйвера  $U_{UVLO}$ - приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO+}$  сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на выходах «ERROR HB x OUT» не появляется.

При подаче на входы управления одного канала одновременно «лог. 1» произойдет блокировка управления и управляемые транзисторы будут закрыты, при этом сигнализации о наличии ошибки на выходах «ERROR HB x OUT» не появляется.

Диаграммы, поясняющие работу драйвера, приведены на рисунках 3 и 4.



Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

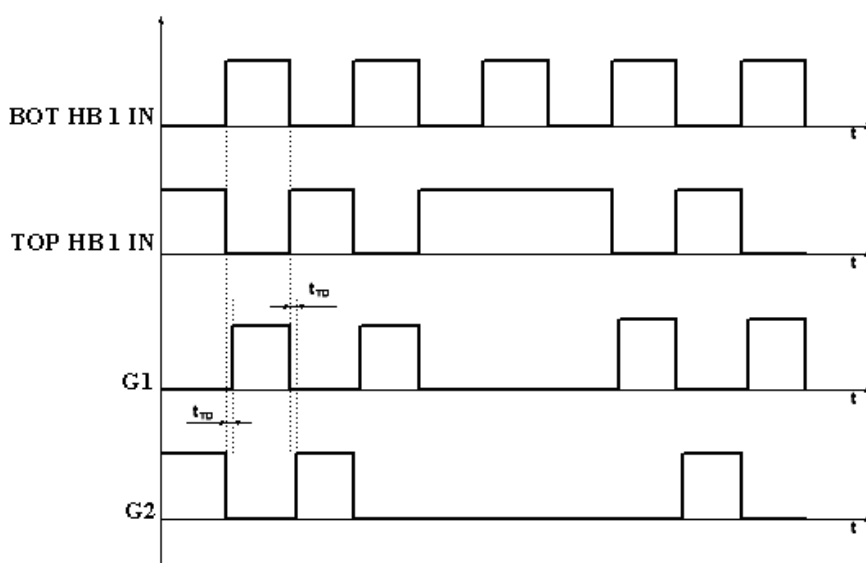


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**BOT HB x IN, TOP HB x IN** – управляющие входы. Управление драйвером описано в разделе «Работа драйвера». При подаче управляющего напряжения следует учитывать, что на входах управления установлены обратные защитные диоды, как следствие, в том случае если напряжение управления будет превышать напряжения питания более чем на 0,6, произойдет увеличения тока потребления по входам и при значительном превышении напряжения питания драйвер может выйти из строя.

**ERROR HB x OUT** – выводы, сигнализирующие о возникновении аварии. Выводы представляет собой открытый коллектор транзистора схемы защиты. При этом транзистор будет открываться только при аварии, вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня « $U_{uvlo}$ » транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления

(сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «Uuvlo+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует. Также не последует сигнализации в случае одновременной подачи на управляющие входы сигналов соответствующих «лог.1», хотя выходные транзисторы будут закрыты.

Не рекомендуется подавать на данные выходы напряжение и ток значениями выше предельно допустимых, в том числе и кратковременно.

**+24 Vdc IN** – вход питания драйвера. Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «Uuvlo-» и управление транзистором будет некорректным.

Ток потребления по входу питания составляет не более 350 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 1500 мА (равная нагрузка для обоих каналов). При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 1500 мА, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. В случае, если нагрузка по каналам распределена неравномерно, то ток потребления одним каналом не должен превышать 250 мА. Ток потребления зависит от частоты сигнала управления, от значений сопротивлений затворных резисторов и от входной ёмкости затвора (см. рисунок 6). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 5.

**+15 Vdc OUT** – вывод подключения питания дополнительных цепей, максимальный ток, не более 50 мА.

**GND** – общий цепей питания и управления; тем самым схема управления гальванически не связана с входом DC/DC-преобразователя.

**Резисторы Rdtx.1, Rdtx.2** – времязадающие резисторы настройки задержки на переключение первого и второго каналов, где x – порядковый номер блока от 1 до 3. Фактически резисторами регулируется время задержки включения, тем самым при установке резисторов разных номиналов задержка на переключение по передним фронтам управляющих импульсов первого и второго каналов будет различной. В том случае, если увеличение времени задержки на переключение не требуется, вместо резисторов следует установить перемычки. Зависимость времени задержки от номинала резисторов приведена на рисунке 10. Изначально установлены резисторы номиналом 1 Ом, что соответствует минимальному «мёртвому» времени (2 мкс).

**Конденсаторы C<sub>bx.1</sub>, C<sub>bx.2</sub>** – времязадающие конденсаторы задержки выключения соответствующего управляемого транзистора при перегрузке по току, где x – порядковый номер блока от 1 до 3. Задержка на срабатывание защиты необходима для избегания ложных срабатываний по кратковременным индуктивным выбросам и по переходным процессам при включении. При этом длительность данной задержки будет равна длительности «импульса перезапуска» в случае возникновения аварии. Для увеличения задержки срабатывания защиты, рекомендуется устанавливать конденсаторы с номиналами указанными на рисунке 9. Изначально установлены конденсаторы ёмкостью 100 пФ, что соответствует длительности задержки 5 мкс (тип.).

**G1-G6** – выходы, предназначенные для подключения затворов управляемых транзисторов.

Рекомендуется установка затворных резисторов, необходимых для уменьшения максимального импульсного тока. Допускается установка резисторов любого номинала, в том числе 0 Ом. Допускается установка резисторов разных номиналов (последовательно с диодами), к примеру, для увеличения длительности выключения управляемого транзистора с целью уменьшения амплитуды напряжения индуктивных выбросов. Зависимость выходного импульсного тока от номиналов затворных резисторов приведена на рисунке 8.

**C1-C6** – выводы подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Выводы предназначены для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. При этом максимальное значение порога срабатывания защиты равно 5,0 В. В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то вывод «С» следует закоротить на вывод эмиттера соответствующего канала.

**E1-E6** – выходы подключения эмиттеров управляемых транзисторов.

## 7 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

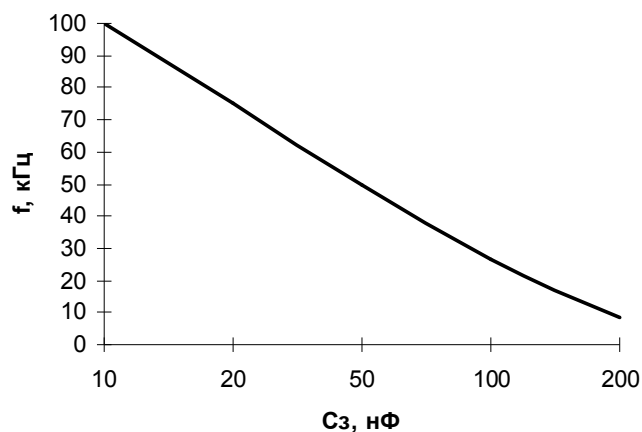


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

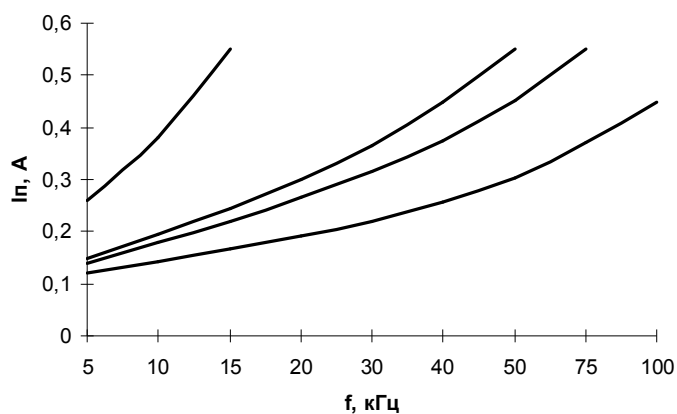


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

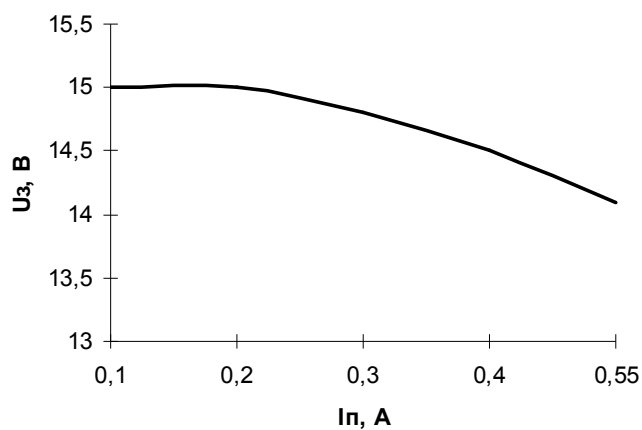


Рисунок 7 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления на 1 канал

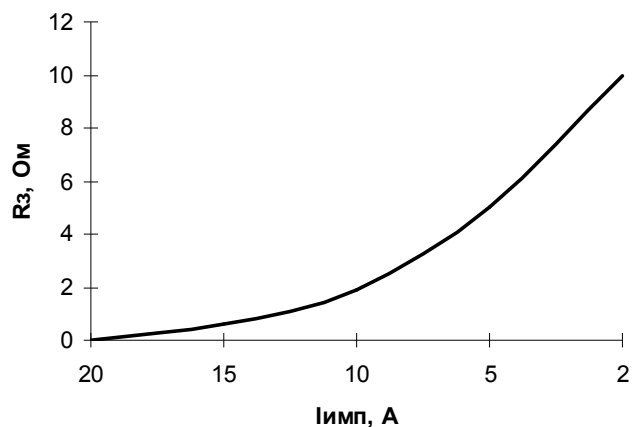


Рисунок 8 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

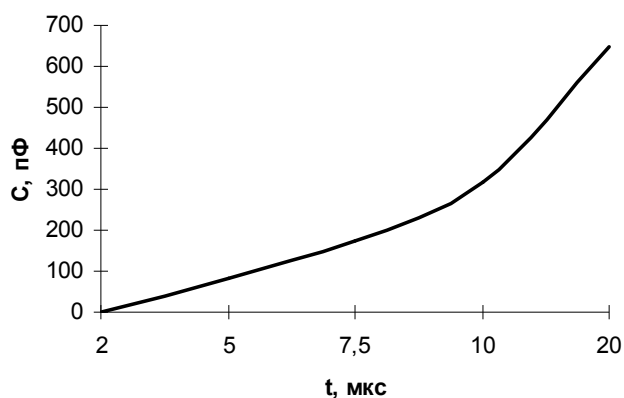


Рисунок 9 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости  $C_b$

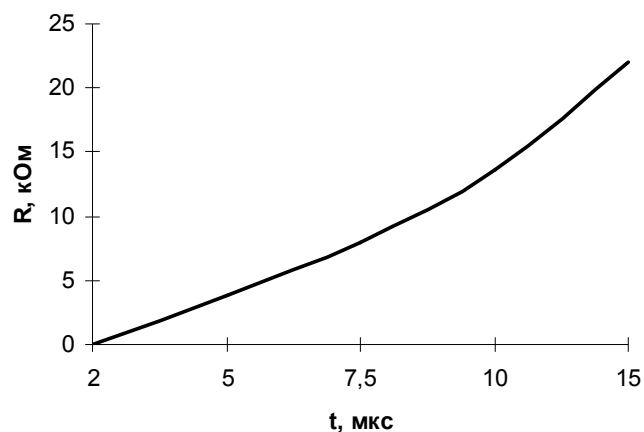


Рисунок 10 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов  $R_{dt}$

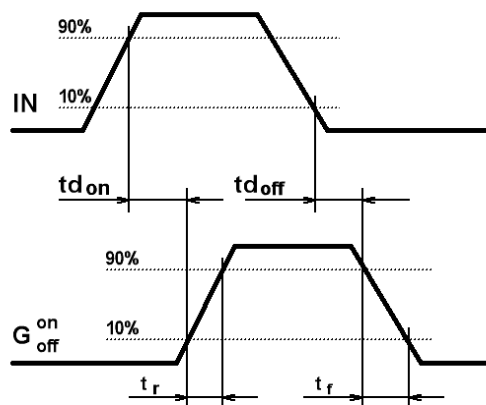


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера  
где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

## 8 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 9 РЕКОМЕНДАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 9.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1-89, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                                                                                                                | Значение внешнего воздействующего фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:<br>- диапазон частот, Гц;<br>- амплитуда ускорения, $\text{м/с}^2$ (g)                                              | 0,5 - 100<br>150 (15)                     |
| Механический удар одиночного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, $\text{м/с}^2$ (g);<br>- длительность импульса ударного ускорения, мс | 40 (4)<br>50                              |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - М27 по ГОСТ 17516.1-90.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1-90.

## 9.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1-89, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 4 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С              | минус 45<br>минус 60            |
| Повышенная температура окружающей среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С   | +85<br>+100                     |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 10 ТРЕБОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 11 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

## 12 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ ДР6120П-А

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Шестиканальный драйвер MOSFET и IGBT транзисторов предназначен для гальванически развязанного управления шестью мощными транзисторами с полевым управлением с предельно допустимыми значениями токов и напряжений 600В/600 А, 1200В/400А, 1700В/400А. Драйвер имеет встроенные DC/DC-преобразователи и является усилителем – формирователем сигналов управления затвором транзистора с частотой до 25 кГц.

## 2 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА

2.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемых транзисторов:

- 1 Управление транзисторами в соответствии с сигналами управления;
- 2 Формирование гальванически развязанных напряжений отпираания и запираания управляемых транзисторов
- 3 Контроль напряжения насыщения на коллекторах управляемых транзисторов, защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 4 Настройку напряжения срабатывания защиты по ненасыщению;
- 5 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 6 Блокировку управления при «аварии»;
- 7 Настройку длительности блокировки управления при аварии;
- 8 Настройку задержки срабатывания защиты по ненасыщению;
- 9 Настройку длительности плавного аварийного выключения управляемого транзистора;
- 10 Сигнализацию о наличии аварии;
- 11 Блокировку одновременного включения транзисторов одного полумоста;
- 12 Формирование «мёртвого» времени на переключение транзисторов полумоста;
- 13 Настройку длительности «мёртвого» времени.

## 3 ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЕЖ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА

3.1 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема приведена на рисунке 2, схема включения приведена на рисунке 3.

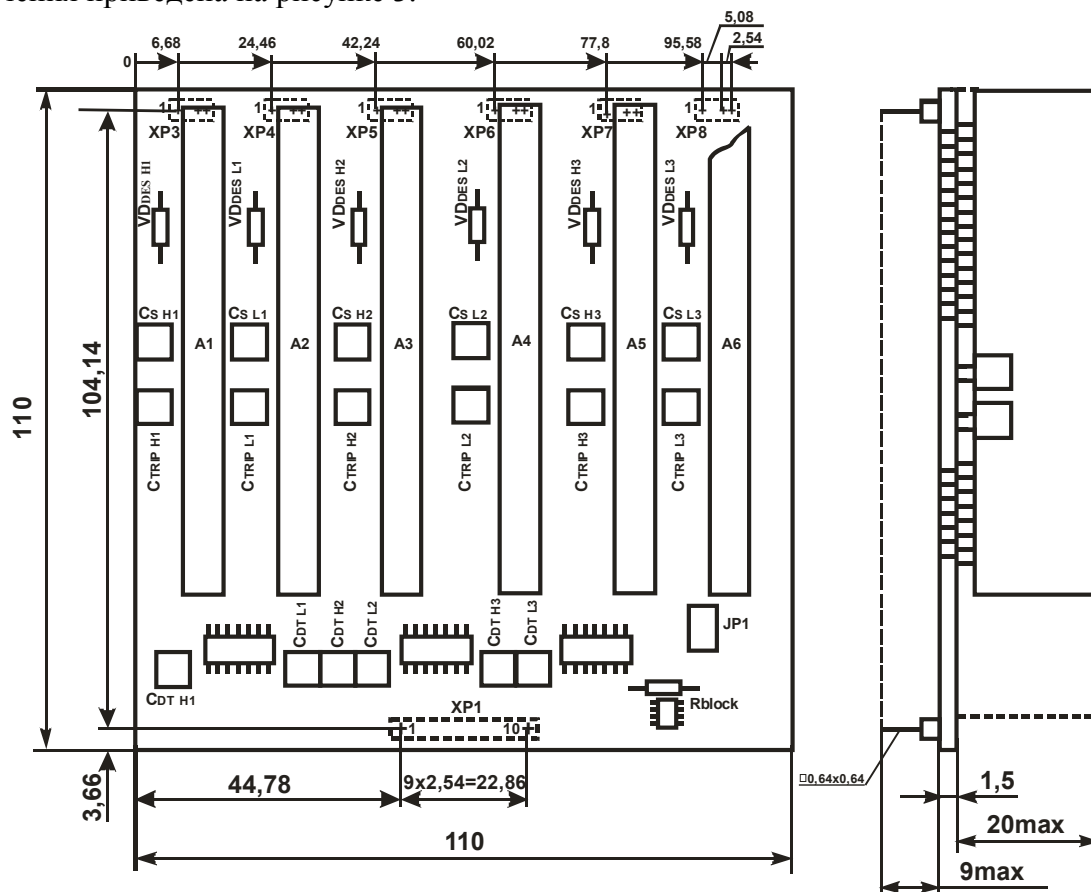


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

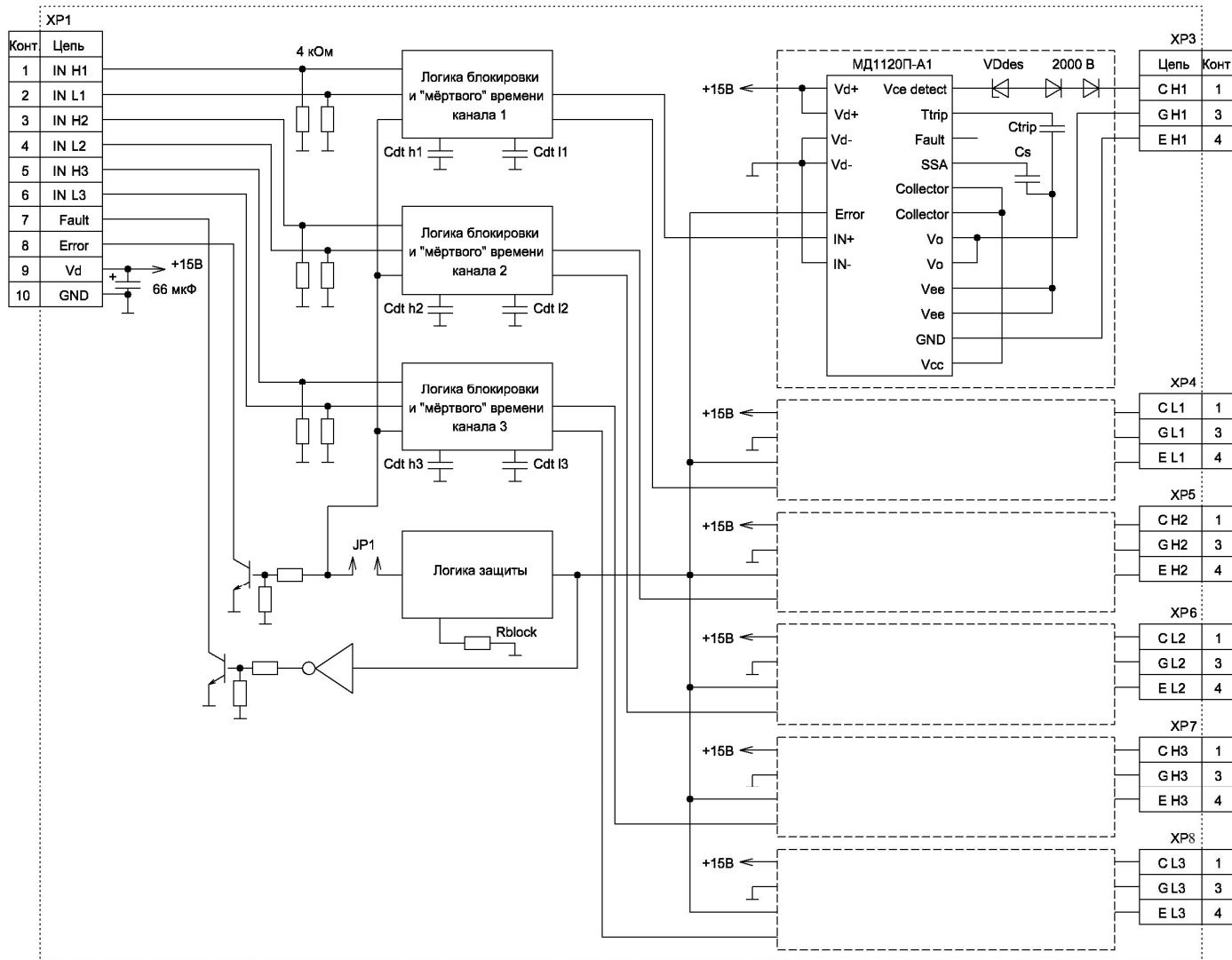


Рисунок 2 – Функциональная схема драйвера

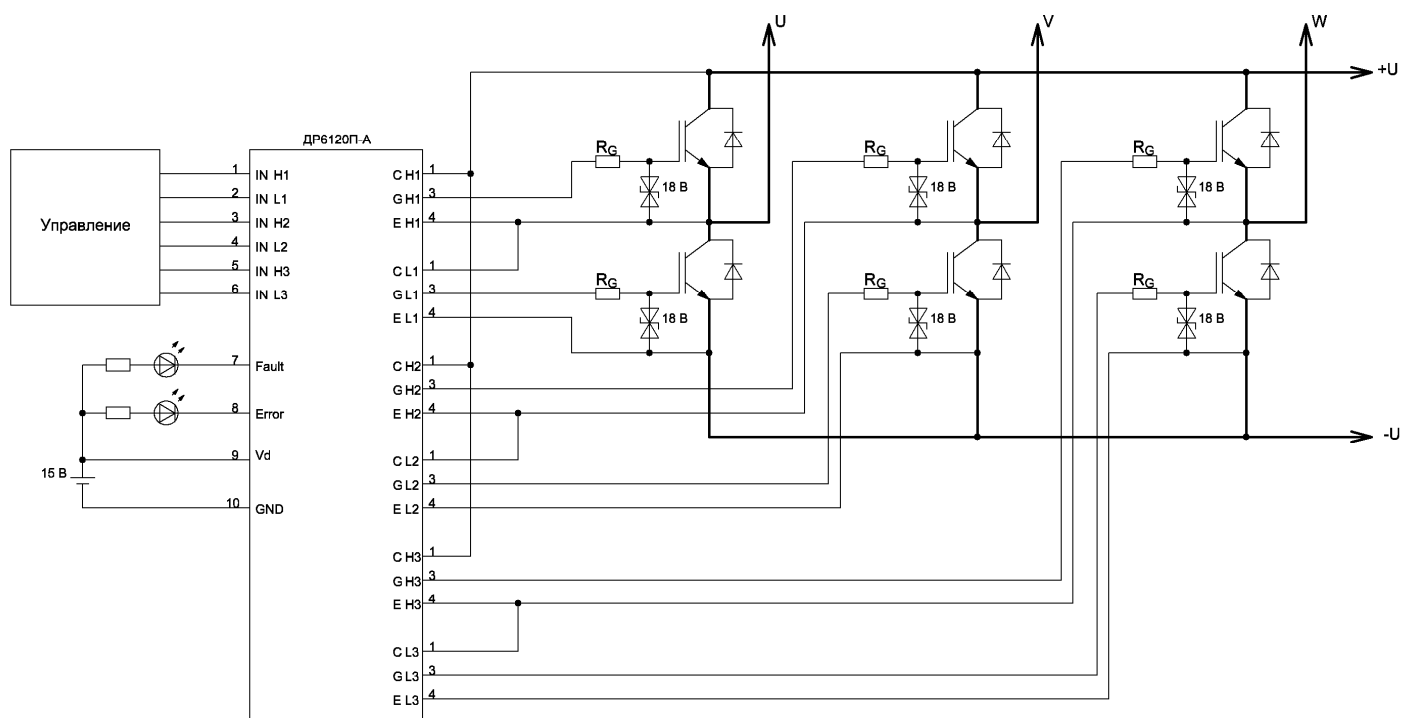


Рисунок 3 – Схема включения драйвера

3.2 Назначение выводов драйвера приведено в таблице 1, назначение подстроечных элементов драйвера приведено в таблице 2.

Таблица 1 – Назначение выводов драйвера

| Вывод            | Обозначение | Назначение                                                                                  |
|------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| XP1.1            | IN H1       | Вход управления верхним ключом фазы U                                                       |
| XP1.2            | IN L1       | Вход управления нижним ключом фазы U                                                        |
| XP1.3            | IN H2       | Вход управления верхним ключом фазы V                                                       |
| XP1.4            | IN L2       | Вход управления нижним ключом фазы V                                                        |
| XP1.5            | IN H3       | Вход управления верхним ключом фазы W                                                       |
| XP1.6            | IN L3       | Вход управления нижним ключом фазы W                                                        |
| XP1.7            | Fault       | Вывод сигнала ошибки (открытый коллектор); выходы драйверов                                 |
| XP1.8            | Error       | Вывод сигнала ошибки (открытый коллектор); выход схемы блокировки                           |
| XP1.9            | Vd          | Вывод подключения «+» питания логики и DC/DC-преобразователей                               |
| XP1.10           | GND         | Вывод подключения «-» питания логики и DC/DC-преобразователей; общий вывод цепей управления |
| XP3(4,5,6,7,8).1 | C           | Измерительный коллектор, вывод контроля напряжения насыщения                                |
| XP3(4,5,6,7,8).2 | -           |                                                                                             |
| XP3(4,5,6,7,8).3 | G           | Вывод подключения затвора управляемого транзистора                                          |
| XP3(4,5,6,7,8).4 | E           | Общий вывод выходных цепей; вывод подключения эмиттера (истока)                             |

Таблица 2 – Назначение подстроечных элементов драйвера

| Элемент     | Обозначение                              | Назначение                                                                               |
|-------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Конденсатор | Cdt<br>(H1,H2,H3,L1,L2,L3)               | Ёмкости настройки длительности «мёртвого» времени на переключение транзисторов полумоста |
| Резистор    | R <sub>block</sub>                       | Сопротивление настройки длительности блокировки схемы управления в режиме аварии         |
| Джампер     | JP1                                      | Джампер подключения блокировки управления в режиме аварии                                |
| Конденсатор | C <sub>s</sub><br>(H1,H2,H3,L1,L2,L3)    | Ёмкости настройки длительности плавного аварийного выключения                            |
| Конденсатор | C <sub>TRIP</sub><br>(H1,H2,H3,L1,L2,L3) | Ёмкости настройки длительности задержки срабатывания защиты                              |
| Диод        | VD <sub>DES</sub><br>(H1,H2,H3,L1,L2,L3) | Диоды (стабилитроны) настройки напряжения срабатывания защиты                            |

#### 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 3 – Основные и предельно-допустимые параметры (при T = 25 °C)

| Параметр                           | Обозначение        | Единица измерения | Значение      |     |               | Примечания    |
|------------------------------------|--------------------|-------------------|---------------|-----|---------------|---------------|
|                                    |                    |                   | не ме-<br>нее | тип | не бо-<br>лее |               |
| Параметры питания                  |                    |                   |               |     |               |               |
| Напряжение питания                 | U <sub>S</sub>     | В                 | 13,5          | 15  | 16,5          |               |
| Ток потребления без нагрузки       | I <sub>S</sub>     | А                 |               | 0,6 | 0,7           | f = 0 Гц      |
| Максимальный ток потребления       | I <sub>S max</sub> | А                 |               |     | 1,8           | см. рисунок 5 |
| Параметры входов управления        |                    |                   |               |     |               |               |
| Входное напряжение высокого уровня | U <sub>IH</sub>    | В                 | 3             | 5   | 5,6           |               |
| Входное напряжение низкого уровня  | U <sub>IL</sub>    | В                 | -0,6          | 0   | 0,8           |               |
| Входное сопротивление              | R <sub>IN</sub>    | кОм               |               | 4   |               |               |

Окончание таблицы 3

| Параметр                                                                         | Обозначение                    | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                                |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------|-----|----------|-------------------------------------------|
|                                                                                  |                                |                   | не менее | тип | не более |                                           |
| Временные параметры                                                              |                                |                   |          |     |          |                                           |
| Время задержки включения/выключения между входом и выходом                       | $t_{d\text{ on/off (in-out)}}$ | мкс               |          |     | 1        |                                           |
| Максимальная рабочая частота                                                     | $f_{\text{max}}$               | кГц               |          |     | 25       | см. рисунок 5                             |
| Длительность «мёртвого» времени на переключения транзисторов любого полумоста    | $t_{\text{trip}}$              | мкс               | 2,0      | 2,5 | 3,0      | Настраивается потребителем см. рисунок 9  |
| Задержка срабатывания защиты по ненасыщению                                      | $t_{\text{trip}}$              | мкс               | 3,0      | 3,5 | 4,0      | Настраивается потребителем см. рисунок 8  |
| Время плавного аварийного отключения транзистора                                 | $t_s$                          | мкс               | 5        | 10  | 15       | Настраивается потребителем см. рисунок 7  |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                         | $t_{\text{block 1}}$           | мс                | 1        | 1,6 | 2        |                                           |
| Время блокировки схемы управления после «аварии»                                 | $t_{\text{block 2}}$           | мс                | 80       | 100 | 120      | Настраивается потребителем см. рисунок 10 |
| Время задержки включения сигнала аварии «Fault»                                  | $t_{d(\text{on-f})}$           | мкс               |          | 0,1 | 1        |                                           |
| Время задержки включения сигнала аварии «Error»                                  | $t_{d(\text{on-e})}$           | мкс               |          | 25  | 30       |                                           |
| Выходные параметры                                                               |                                |                   |          |     |          |                                           |
| Импульсный ток включения                                                         | $I_{O\text{max} +}$            | А                 | 12       |     |          |                                           |
| Импульсный ток выключения                                                        | $I_{O\text{max} -}$            | А                 |          |     | -12      |                                           |
| Положительное выходное напряжение питания                                        | $U_{\text{out} +}$             | В                 | 15       | 16  | 18       | Во всём диапазоне допустимых нагрузок     |
| Отрицательное выходное напряжение питания                                        | $U_{\text{out} -}$             | В                 | -5       | 10  | -15      |                                           |
| Выходной средний ток одного любого канала                                        | $I_O$                          | мА                |          |     | 130      |                                           |
| Время нарастания выходного сигнала                                               | $t_r$                          | нс                |          |     | 100      | без нагрузки                              |
| Время спада выходного сигнала                                                    | $t_f$                          | нс                |          |     | 150      |                                           |
| Максимальный ток статусных выводов «Fault» и «Error»                             | $I_{F\text{ max}}$             | мА                |          |     | 10       |                                           |
| Максимальное напряжение на статусном выводе «Fault» и «Error»                    | $U_{F\text{ max}}$             | В                 |          |     | 30       |                                           |
| Остаточное напряжение по выходу сигнала «Fault» и «Error»                        | $U_{O\text{ F}}$               | В                 |          |     | 1        | при $I_F = 10\text{ мА}$                  |
| Пороговое напряжение на измерительном входе «С», вызывающее аварийное отключение | $U_{\text{mc}}^{\text{Th}}$    | В                 | 9        | 9,5 | 11       | Настраивается потребителем                |
| Параметры изоляции                                                               |                                |                   |          |     |          |                                           |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                                       | $U_{\text{ISO(IN-OUT)}}$       | В                 |          |     | 4000     | DC, 1 мин                                 |
| Напряжение изоляции между выходами каналов                                       | $U_{\text{ISO(OUT-OUT)}}$      | В                 |          |     | 2000     | DC, 1 мин                                 |
| Максимально напряжение на измерительных входах «С»                               | $U_C$                          | В                 |          |     | 2000     |                                           |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                              | $dU/dt$                        | кВ/мкс            |          |     | 20       |                                           |
| Параметры эксплуатации и хранения                                                |                                |                   |          |     |          |                                           |
| Рабочий диапазон температур                                                      | $T_A$                          | °C                | -40      |     | +85      |                                           |
| Температура хранения                                                             | $T_s$                          | °C                | -45      |     | +100     |                                           |

## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача управляющего сигнала, соответствующего «лог.1», на какой-либо управляющий вход «IN» приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. При подаче на оба управляющих входа любого полумоста сигналов соответствующих «лог.1», управляемые транзисторы будут закрыты (блокировка одновременного включения транзисторов полумоста), при этом остальные каналы будут работать в штатном режиме; сигнала ошибки при срабатывании блокировки не последует. Увеличение падения напряжения на любом транзисторе в открытом состоянии более, чем на  $U_{MC}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{trip}$ , приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (по перегрузке по току) и транзистор будет закрыт. При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (вывод «Fault»). Если джампер JP1 не установлен, то через 1,5 мс будет произведён сброс аварии и по ближайшему следующему за сбросом переднему фронту сигнала управления «IN» будет открыт управляемый транзистор (если на входе не будет переднего фронта, т.е., если присутствует постоянный уровень «лог.1», то сброса не последует, при этом остальные каналы будут работать в штатном режиме; блокировки их управления не будет. Если джампер JP1 установлен, то при срабатывании защиты по ненасыщению любого транзистора будет заблокировано управление всеми транзисторами, откроется транзистор выхода «Error» и через время  $t_{block}$  (настраивается резистором  $R_{block}$ ) блокировка будет сброшена независимо от сигналов на управляющих входах и если перегрузка не была устранена, то цикл защиты повторится.

Диаграмма, поясняющая работу драйвера, приведена на рисунке 4.

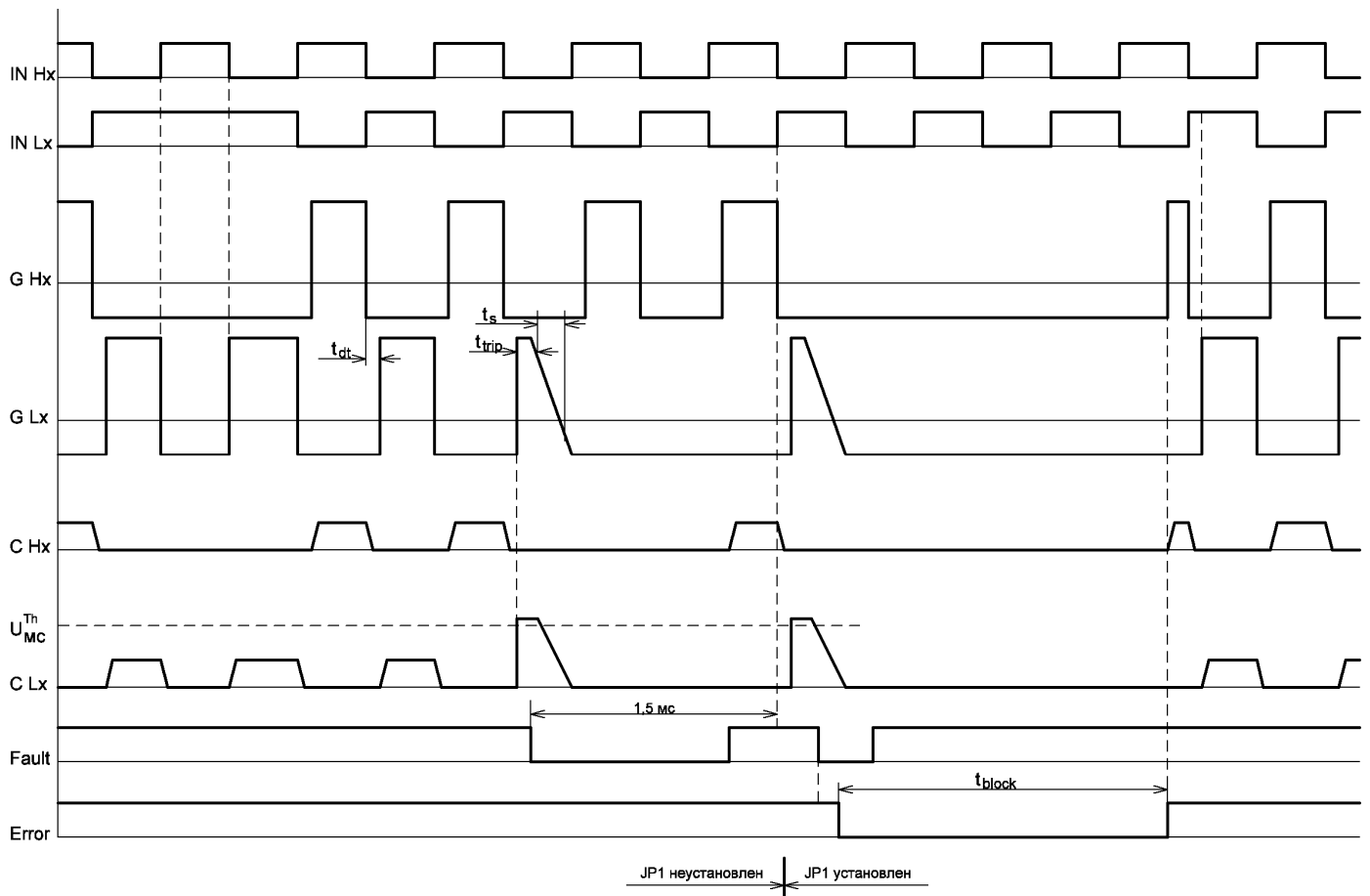


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**IN H1, IN H2, IN H3, IN L1, IN L2, IN L3** – управляющие входы соответствующими ключами. Если требуется управление драйвером уровнем напряжения 15 В, то рекомендуется последовательно с входами управления установить резисторы 7,5...10 кОм. Управление драйвером описано в разделе «Работа драйвера».

**Fault** – вывод, сигнализирующий о возникновении аварии. Вывод представляет собой открытый коллектор транзистора схемы защиты драйвера управления каким-либо ключом.

**Error** – вывод, сигнализирующий о возникновении аварии. Вывод представляет собой открытый коллектор транзистора схемы блокировки управления в режиме аварии. Вывод работает только при установленном джампере JP1.

**Vd** – вывод подключения питания DC/DC-преобразователей и входной схемы драйвера. Ток потребления по данному входу на холостом ходу не превышает 0,7 А и в любом режиме работы драйвера не должен превышать 1,8 А (при условии одинаковой нагрузки на всех каналах), в противном случае драйвер может выйти из строя. Если нагружены не все каналы, то следует учитывать, что ток потребления одним каналом не должен приводить к превышению тока потребления более чем на 0,2 А.

**GND** – общий входных цепей (управления и DC/DC-преобразователей) драйвера.

**G H1, G H2, G H3, G L1, G L2, G L3** – выводы подключения затворов соответствующих управляемых транзистора. Для уменьшения выходного импульсного тока драйвера (и, соответственно, времени включения/выключения управляемого транзистора) рекомендуется в разрыв данного вывода и затвора устанавливать затворный резистор; допускается включение драйвера без затворного резистора. Для защиты управляемого транзистора от перенапряжения на затворе рекомендуется устанавливать между затвором и эмиттером (исток) транзистора двунаправленный ограничитель напряжения на номинальное пробивное напряжение 18 В.

**C H1, C H2, C H3, C L1, C L2, C L3** – выводы подключения коллектора (стока) управляемых транзисторов. Выводы предназначены для контроля падения напряжения (защита по ненасыщению) на соответствующих транзисторах.

Типичное значение порога срабатывания защиты составляет 9,5 В и регулируется диодами VDdes: из максимального напряжения (9,5 В) вычитается падение напряжения на стабилитронах и диодах при токе 4 мА. Например, если установить стабилитрон с номинальным напряжением стабилизации 5,1 В, то порог срабатывания защиты будет  $9,5 - 5,1 = 4,4$  В. Изначально на драйвере установлены стабилитроны на номинальное напряжение стабилизации 3,3 В и порог срабатывания защиты по умолчанию (начальные настройки при поставке) составляет 6,3 В.

В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то данный вывод следует закоротить на вывод «Е» соответствующего канала.

**E H1, E H2, E H3, E L1, E L2, E L3** – выводы подключения эмиттеров (истоков) соответствующих управляемых транзисторов. Рекомендуется вести от каждого транзистора свой сигнальный эмиттер даже в том случае, если схемно они объединены.

**JP1** – джампер подключения блокировки схемы управления в режиме аварии. При неустановленном джампере схемы защит по ненасыщению каждого драйвера работают независимо.

**VD<sub>DES</sub> H1, VD<sub>DES</sub> H2, VD<sub>DES</sub> H3, VD<sub>DES</sub> L1, VD<sub>DES</sub> L2, VD<sub>DES</sub> L3** – диоды настройки напряжения срабатывания защиты по ненасыщению соответствующего управляемого транзистора. Изначально (начальные настройки при поставке) установлены стабилитроны на номинальное напряжение стабилизации 3,3 В, что соответствует напряжению срабатывания защиты 6,3 В.

**R<sub>block</sub>** – резистор настройки длительности блокировки схемы управления в режиме аварии. При неустановленном резисторе длительность блокировки составляет 1 с., при закороченном резисторе – 10 мс. Изначально (начальные настройки при поставке) установлен резистор соответствующий длительности блокировки 100 мс. Зависимость длительности блокировки от номинала данного резистора представлена на рисунке 10.

**C<sub>DT</sub> H1, C<sub>DT</sub> H2, C<sub>DT</sub> H3, C<sub>DT</sub> L1, C<sub>DT</sub> L2, C<sub>DT</sub> L3** – конденсаторы настройки длительности задержки включения соответствующего управляемого транзистора (длительность «мёртвого» времени на переключение). При неустановленном конденсаторе задержка на включение будет равна 0 мкс и «мёртвое» время на переключение будет отсутствовать. Изначально (начальные настройки при поставке) установлены конденсаторы соответствующие «мёртвому» времени 2,5 мкс. Зависимость длительности «мёртвого времени» от номинала данных конденсаторов представлена на рисунке 9.

**C<sub>SH</sub> H1, C<sub>SH</sub> H2, C<sub>SH</sub> H3, C<sub>SL</sub> H1, C<sub>SL</sub> H2, C<sub>SL</sub> H3** – конденсаторы настройки длительности плавного аварийного выключения в режиме аварии соответствующего управляемого транзистора. Изначально (начальные

настройки при поставке) установлены конденсаторы соответствующие длительности плавного выключения 10 мкс. Зависимость длительности плавного аварийного выключения от номинала данных конденсаторов представлена на рисунке 7.

**СТРИР Н1, СТРИР Н2, СТРИР Н3, СТРИР Л1, СТРИР Л2, СТРИР Л3** – конденсаторы настройки длительности задержки срабатывания защиты по ненасыщению соответствующего управляемого транзистора. Изначально (начальные настройки при поставке) установлены конденсаторы соответствующие длительности задержки 3,5 мкс. Зависимость длительности задержки срабатывания защиты по ненасыщению от номинала данных конденсаторов представлена на рисунке 8.

## 7 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

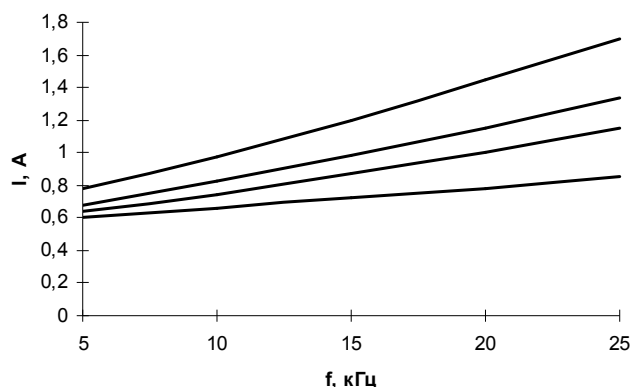


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления драйвером от частоты сигнала управления под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

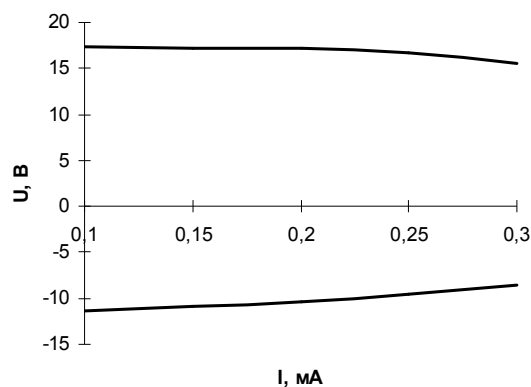


Рисунок 6 – График зависимости амплитуды напряжений на затворе управляемого транзистора от тока потребления драйвером

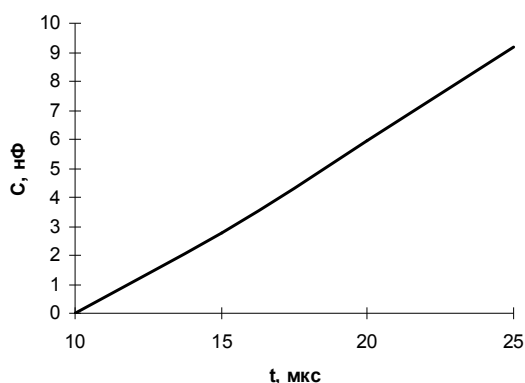


Рисунок 7 – График зависимости длительности плавного аварийного выключения от номинала емкости Cs

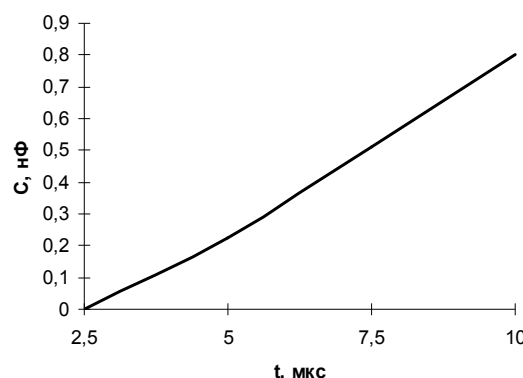


Рисунок 8 – График зависимости длительности задержки срабатывания защиты по ненасыщению от номинала емкости Strip

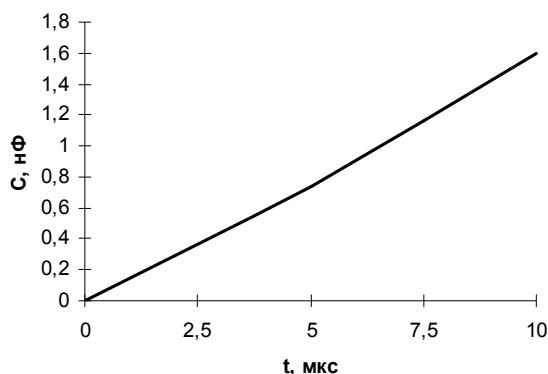


Рисунок 9 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала емкостей Cdt

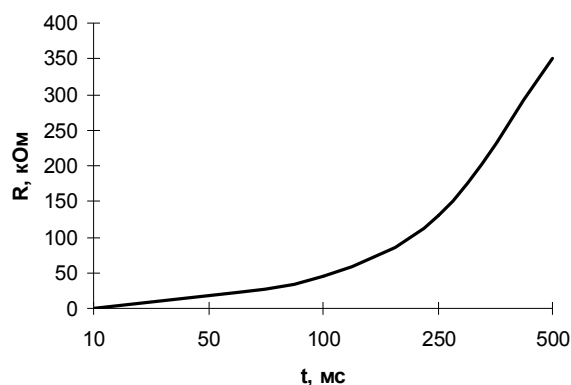


Рисунок 10 – График зависимости длительности блокировки схемы управления после аварии от номинала сопротивления  $R_{block}$

## 8 РЕКОМЕНДАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 8.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                                                                                                                | Значение внешнего воздействующего фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:<br>- диапазон частот, Гц;<br>- амплитуда ускорения, $\text{м/с}^2$ (g)                                              | 0,5 - 100<br>150 (15)                     |
| Механический удар одиночного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, $\text{м/с}^2$ (g);<br>- длительность импульса ударного ускорения, мс | 40 (4)<br>50                              |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - М27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

### 8.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 5 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С              | минус 40<br>минус 45            |
| Повышенная температура окружающей среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С   | +85<br>+100                     |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 45 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 9 ТРЕБОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 10 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

## 11 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ ДР2300П–Б, ДР2300П-Б1, ДР2300П-БВ (ПЛАТА СОПРЯЖЕНИЯ IB-2)

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Двухканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (MOSFET или IGBT) (далее – драйвер) предназначен для зависимого гальванически развязанного управления шестью мощными транзисторными модулями в схеме полумоста с предельно допустимым напряжением до 1700 В. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 100 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора.

Драйвер является функциональным аналогом **Evaluation board 2ED300E17-SFO** от «Infineon».

Драйвер должен эксплуатироваться только совместно с платами сопряжения серии IB (далее – IB).

## 2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемых транзисторов и сигналов управления.

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затворами управляемых транзисторов;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемых транзисторов;
- 6 Схема защиты управляемых транзисторов от перегрузки по току;
- 7 Плата сопряжения IB-2 (возможно подключение до 4 штук).

## 3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Блокировку управления при «аварии»
- 5 Сигнализацию о наличии аварии;
- 6 Регулировку времени включения - выключения управляемого транзистора путем изменения сопротивления резисторов в выходной цепи ( $R_{on}$ ,  $R_{off}$ );
- 7 Блокировку одновременного включения верхнего и нижнего плеча;
- 8 Задержку на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 9 Регулировку задержки на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 10 Контроль напряжений питания драйвера (встроенные компараторы) на выходе DC-DC преобразователя.

3.2 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема драйвера изображена на рисунке 2.



### 3.3 Тип разъёмов и назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов драйвера

| Разъём                       | Тип                              | Номер вывода | Обозначение | Назначение вывода                           |
|------------------------------|----------------------------------|--------------|-------------|---------------------------------------------|
| XP1                          | Harting<br>6-64 /14 pole         | 1            | -           | Незадействован                              |
|                              |                                  | 2            | InB         | Управляющий вход канала 2                   |
|                              |                                  | 3            | Fault       | Вывод сигнала ошибки (открытый коллектор)   |
|                              |                                  | 4            | InA         | Управляющий вход канала 1                   |
|                              |                                  | 5            | -           | Незадействован                              |
|                              |                                  | 6            | GND         | Общий цепей питания и управления            |
|                              |                                  | 7            | -           | Незадействован                              |
|                              |                                  | 8            | Vdc         | Питание +15 В                               |
|                              |                                  | 9            |             |                                             |
|                              |                                  | 10           | GND         | Общий цепей питания и управления            |
|                              |                                  | 11           |             |                                             |
|                              |                                  | 12           | -           | Незадействован                              |
|                              |                                  | 13           | -           | Незадействован                              |
|                              |                                  | 14           | -           | Незадействован                              |
| XP2                          | Phoenix MPT<br>05/2 2,54mm       | 1            | GND         | Общий цепей питания и управления            |
|                              |                                  | 2            | Vdc         | Питание +15 В                               |
| XP3                          | Phoenix<br>MSTBA<br>2.5/4-G-5.08 | 1            | GND         | Общий цепей питания и управления            |
|                              |                                  | 2            |             |                                             |
|                              |                                  | 3            | Vdc         | Питание +15 В                               |
|                              |                                  | 4            |             |                                             |
| 1XP1<br>1XP2<br>1XP3<br>1XP4 | Molex<br>6410-5A                 | 1            | Uon1        | Выход положительного питания +15 В канала 1 |
|                              |                                  | 2            | E1          | Общий выходных цепей канала 1               |
|                              |                                  | 3            | Uoff1       | Выход отрицательного питания -10 В канала 1 |
|                              |                                  | 4            | G1          | Управляющий выход канала 1                  |
|                              |                                  | 5            | C1          | Измерительный вход коллектора канала 1      |
| 2XP1<br>2XP2<br>2XP3<br>2XP4 | Molex<br>6410-5A                 | 1            | Uon2        | Выход положительного питания +15 В канала 2 |
|                              |                                  | 2            | E2          | Общий выходных цепей канала 2               |
|                              |                                  | 3            | Uoff2       | Выход отрицательного питания -10 В канала 2 |
|                              |                                  | 4            | G2          | Управляющий выход канала 2                  |
|                              |                                  | 5            | C2          | Измерительный вход коллектора канала 2      |
| XP4                          | HFBR2522Z                        |              |             | Управляющий оптоприёмник канала 1           |
| XP5                          | HFBR2522Z                        |              |             | Управляющий оптоприёмник канала 2           |
| XP6                          | HFBR1521Z                        |              |             | Оптопередатчик сигнала ошибки               |

## 4 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИВ-2

4.1 Габаритный чертеж ИВ-2 приведен на рисунке 3, функциональная схема ИВ-2 – на рисунке 4

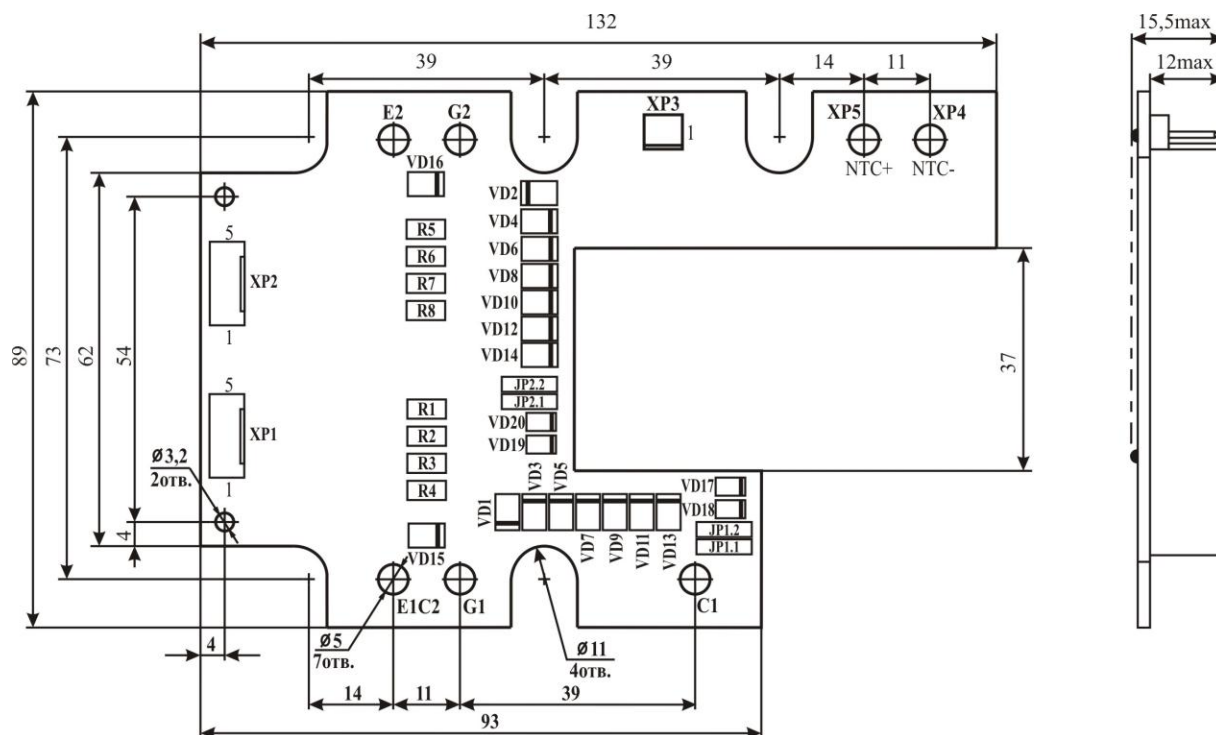


Рисунок 3 – Габаритный чертеж ИВ-2

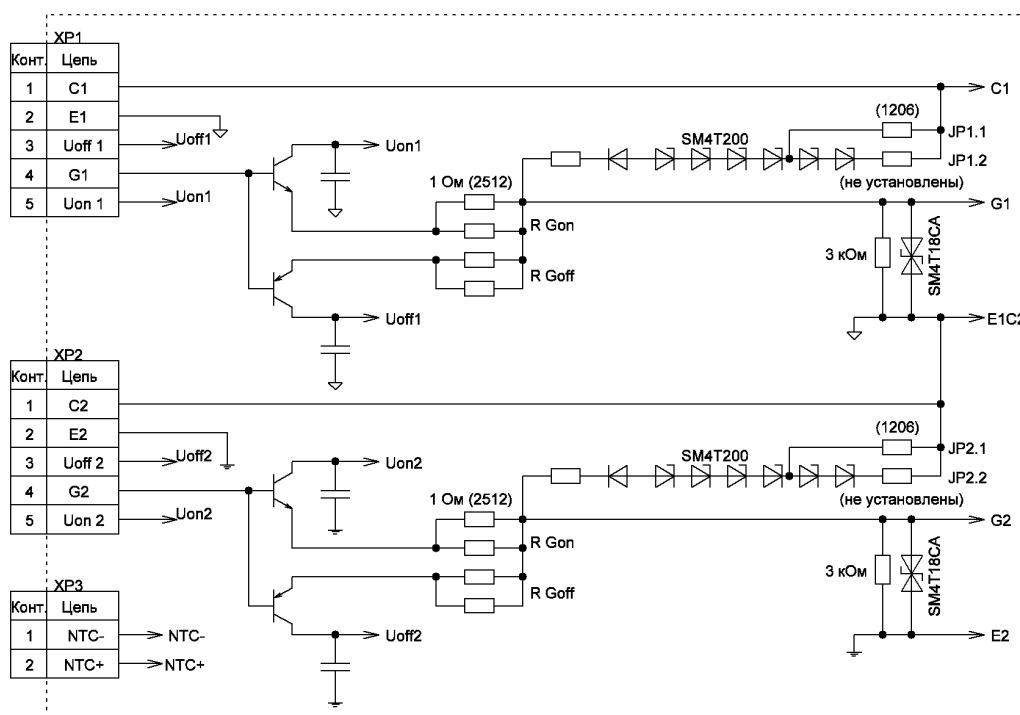


Рисунок 4 – Функциональная схема ИВ-2

**XP1, XP2** – разъёмы Molex 6410-5A подключения управляющего драйвера.

**XP3** – разъём Molex 6410-2A подключения терморезистора IGBT-модуля.

**R Gon1, R Gon2, R Goff1, R Goff2** - затворные резисторы, необходимые для уменьшения максимального импульсного тока. Допускается установка резисторов любого номинала, в том числе 0 Ом. Изначально установлены резисторы 1 Ом.

**JP1, JP2** – джамперы, подключающие защиту от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора каналов 1 и 2. При этом положении JP1.1(2) соответствует напряжение срабатывания защиты 800 В, положению JP2.1(2) соответствует 1200 В.

## 5 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры ДР2300 и ИВ-2 (при  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

| Параметр                                                                       | Обозначение     | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|----------|-----|----------|--------------------------------------------|
|                                                                                |                 |                   | не менее | тип | не более |                                            |
| Параметры блока DC/DC                                                          |                 |                   |          |     |          |                                            |
| Напряжение питания                                                             | $U_S$           | В                 | 13,5     | 15  | 16,5     |                                            |
| Ток потребления холостого хода при $f_{упр} = 0$ Гц                            | $I_S$           | мА                |          | 80  | 120      | ДР2300П-Б(1)                               |
|                                                                                |                 |                   |          | 180 | 220      | ДР2300П-БВ                                 |
| Максимальный ток потребления                                                   | $I_{S\max}$     | мА                |          |     | 550      | под нагрузкой см. рисунки 7 и 8            |
| Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера          | $P_{DC-DC}$     | Вт                | 4        |     |          | для каждого канала                         |
| Параметры монитора напряжения                                                  |                 |                   |          |     |          |                                            |
| Порог включения защиты                                                         | $U_{UVLO-}$     | В                 |          | 11  |          | выход DC-DC                                |
| Порог выключения защиты                                                        | $U_{UVLO+}$     | В                 |          | 12  |          |                                            |
| Параметры входов управления                                                    |                 |                   |          |     |          |                                            |
| Входное напряжение высокого уровня                                             | $U_{IH}$        | В                 | 3        | 5   | 5,6      | ДР2300П-Б                                  |
|                                                                                |                 |                   | 9        | 15  | 16,8     | ДР2300П-Б1                                 |
| Входное напряжение низкого уровня                                              | $U_{IL}$        | В                 | -0,6     | 0   | 0,8      | ДР2300П-Б                                  |
|                                                                                |                 |                   | -0,6     | 0   | 2,4      | ДР2300П-Б1                                 |
| Входное сопротивление                                                          | $R_{IN}$        | кОм               |          | 2   |          | ДР2300П-Б                                  |
|                                                                                |                 |                   |          | 10  |          | ДР2300П-Б1                                 |
| Длина волны, используемая при передаче и приеме сигнала                        | $\lambda$       | нм                |          | 660 |          | ДР2300П-БВ                                 |
| Расстояние передачи статусного сигнала                                         | $L_{err}$       | м                 | 25       |     |          | ДР2300П-БВ                                 |
| Временные параметры                                                            |                 |                   |          |     |          |                                            |
| Время задержки включения и выключения вход-выход                               | $t_d$ (in-out)  | мкс               |          |     | 0,5      | см. рисунок 13                             |
| «Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов | $t_{TD}$        | мкс               | 2        |     |          | настраивается потребителем; см. рисунок 12 |
| Максимальная рабочая частота                                                   | $f_{\max}$      | кГц               |          |     | 100      | без нагрузки; см. рисунки 7 и 8            |
| Время задержки срабатывания защиты по ненасыщению                              | $t_{BLOCK1}$    | мкс               | 2        |     |          | настраивается потребителем; см. рисунок 11 |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                       | $t_{BLOCK2}$    | мс                |          | 70  |          |                                            |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора                  | $t_{off}$       | мкс               |          | 1,5 |          |                                            |
| Время задержки включения сигнала аварии                                        | $t_{d(on-err)}$ | мкс               |          |     | 2        |                                            |
| Выходные параметры                                                             |                 |                   |          |     |          |                                            |
| Выходное напряжение высокого уровня                                            | $U_{OH}$        | В                 | +12      | +15 | +18      | во всем диапазоне допустимых нагрузок      |
| Выходное напряжение низкого уровня                                             | $U_{OL}$        | В                 | -8       | -10 | -12      |                                            |
| Максимальный выходной импульсный ток включения                                 | $I_{Omax\ on}$  | А                 | +30      |     |          |                                            |
| Максимальный выходной импульсный ток выключения                                | $I_{Omax\ off}$ | А                 |          |     | -30      |                                            |
| Средний выходной ток                                                           | $I_O$           | мА                |          |     | 130      | на каждый канал                            |
| Время нарастания и спада выходного сигнала                                     | $t_r$ (f)       | нс                |          |     | 150      | см. рисунок 13                             |

## Окончание таблицы 2

|                                                                          |                      |        |     |     |      |                               |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------|-----|-----|------|-------------------------------|
| Максимальный ток выхода сигнала аварии                                   | $I_{ERR\ max}$       | мА     |     |     | 20   |                               |
| Максимальное напряжение выхода сигнала аварии                            | $U_{ERR\ max}$       | В      |     |     | 20   |                               |
| Остаточное напряжение выхода сигнала аварии                              | $U_{O\ ERR}$         | В      |     | 0,3 | 0,7  | при $I_{ERR} = 20\ \text{мА}$ |
| Напряжение насыщения, соответствующее срабатыванию защиты по ненасыщению | $U_{MC}^{Th}$        | В      |     |     | 5,8  |                               |
| <b>Параметры изоляции</b>                                                |                      |        |     |     |      |                               |
| Максимально допускаемое обратное напряжение на коллекторе                | $U_C$                | В      |     |     | 2000 |                               |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                               | $U_{ISO(IN-OUT)}$    | В      |     |     | 4000 | DC, 1 мин                     |
| Напряжение изоляции между выводами первого и второго каналов             | $U_{ISO(OUT1-OUT2)}$ | В      |     |     | 2000 | DC, 1 мин                     |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                      | $(dU/dt)_{cr}$       | кВ/мкс |     |     | 20   |                               |
| <b>Параметры управляемого транзистора</b>                                |                      |        |     |     |      |                               |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора               | $U_{CE} (U_{DS})$    | В      |     |     | 1700 |                               |
| <b>Параметры эксплуатации и хранения</b>                                 |                      |        |     |     |      |                               |
| Рабочий диапазон температур                                              | $T_A$                | °C     | -45 |     | +85  |                               |
| Температура хранения                                                     | $T_S$                | °C     | -60 |     | +100 |                               |

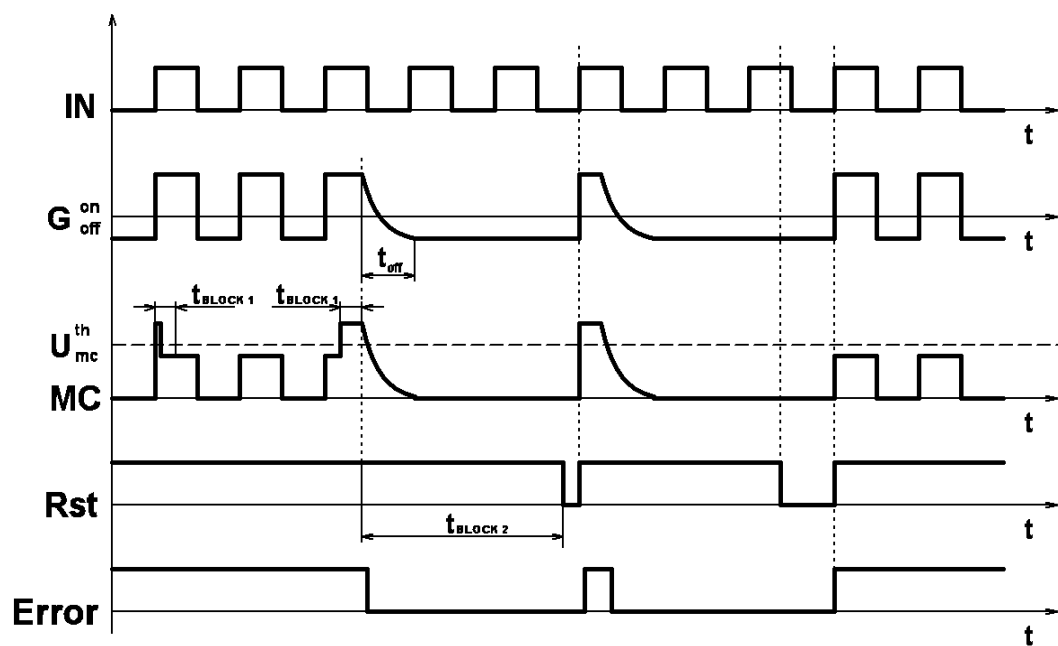
**6 РАБОТА ДРАЙВЕРА**

Подача «лог.1» на управляющий вход «InA» или «InB» (засветка оптоприёмников XP4,5 для П-БВ) приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более, чем на  $U_{MC}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$  приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (защита по ненасыщению). При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (вывод «Fault») или перестанет светиться светодиод оптопередатчика XP6 (для П-БВ). Через 70мс будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии» и по переднему фронту сигнала управления «IN» будет открыт управляемый транзистор. В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO-}$  приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO+}$  сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на выходах «Fault» не появляется.

При подаче на входы «InA» и «InB» одновременно «лог. 1» произойдет блокировка управления и управляемые транзисторы будут закрыты, при этом сигнализации о наличии ошибки на выходах «Fault» не появляется.

Диаграммы, поясняющие работу драйвера, приведены на рисунках 5 и 6.



Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

$U_{mc}^{th}$  – Порог срабатывания защиты по насыщению

$G_{on}^{off}$  – Сигнал управления на затворе транзистора

Рисунок 5 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

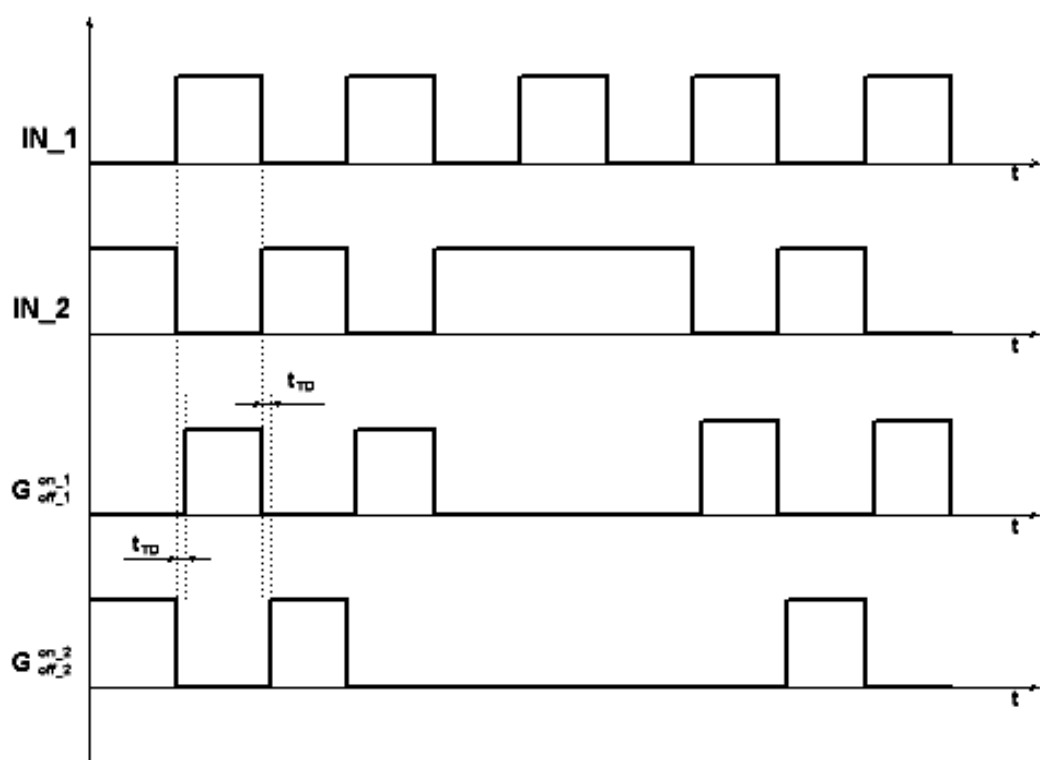


Рисунок 6 – Функциональная диаграмма работы драйвера

## 7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**InA, InB** – управляющие входы. Управление драйвером описано в разделе «Работа драйвера». При подаче управляющего напряжения следует учитывать, что на входах управления установлены обратные защитные диоды. Если напряжение управления будет превышать напряжения питания более чем на 0,6 В, произойдёт увеличения тока потребления по входам и при значительном превышении напряжения питания драйвер может выйти из строя.

**Fault** – вывод, сигнализирующий о возникновении аварии. Вывод представляет собой открытый коллектор транзистора схемы защиты. При этом транзистор будет открываться только при аварии, вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня «U<sub>uvlo</sub>-» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «U<sub>uvlo</sub>+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует. Также не последует сигнализации в случае одновременной подачи на управляющие входы сигналов соответствующих «лог.1», при этом управляемые транзисторы будут закрыты.

**Vdc** – вход питания драйвера. Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «U<sub>uvlo</sub>-» и управление транзистором будет некорректным.

Ток потребления по входу питания составляет не более 120 мА (220 мА для П-БВ) без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 550 мА (равная нагрузка для обоих каналов). При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 550 мА, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. Если нагрузка по каналам распределена неравномерно, то ток потребления одним каналом не должен превышать 250 мА. Ток потребления зависит от частоты сигнала управления, от значений сопротивлений затворных резисторов и от входной ёмкости затвора (см. рисунок 8). При эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 7.

**GND** – общий цепей питания и управления; тем самым схема управления гальванически не связана с входом DC/DC-преобразователя.

**XP8, XP9** – оптоприёмники сигналов управления каналами 1 и 2 соответственно для ДР2300П-БВ. Отпиранию транзистора соот. засветка оптоприёмника.

**XP10** – оптопередатчик сигнала аварии для ДР2300П-БВ. Штатной работе соот. свечение светодиода; отсутствие свечения – режим аварии.

**Резисторы Rdt1, Rdt2** – времязадающие резисторы настройки задержки на переключение первого и второго каналов. Резисторами регулируется время задержки включения. При установке резисторов разных номиналов задержка на переключение по передним фронтам управляющих импульсов первого и второго каналов будет различной. Если увеличение времени задержки на переключение не требуется, вместо резисторов следует установить перемычки. Зависимость времени задержки от номинала резисторов приведена на рисунке 12. Изначально установлены резисторы номиналом 1 Ом, что соответствует минимальному «мёртвому» времени (2 мкс).

**Конденсаторы C<sub>b1</sub>, C<sub>b2</sub>** – времязадающие конденсаторы задержки выключения соответствующего управляемого транзистора при перегрузке по току. Задержка на срабатывание защиты необходима для избегания ложных срабатываний по кратковременным индуктивным выбросам и по переходным процессам при включении. Длительность данной задержки будет равна длительности «импульса перезапуска» в случае возникновения аварии. Для увеличения задержки срабатывания защиты, рекомендуется устанавливать конденсаторы с номиналами указанными на рисунке 11. Изначально установлены конденсаторы ёмкостью 100 пФ, что соответствует длительности задержки 5 мкс (тип.).

**G1, G2** – выходы, предназначенные для подключения затворов управляемых транзисторов.

**C1, C2** – выводы подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Выводы предназначены для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. Максимальное значение порога срабатывания защиты равно 5,8 В.

В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то вывод «C» следует закоротить на вывод эмиттера соответствующего канала.

**E1, E2** – выходы подключения эмиттеров управляемых транзисторов.

## 8 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

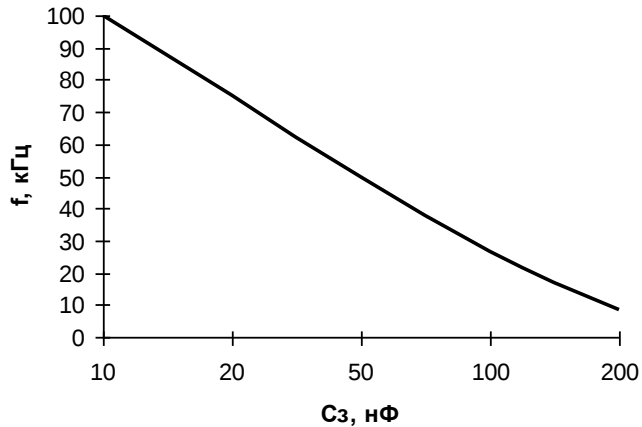


Рисунок 7 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

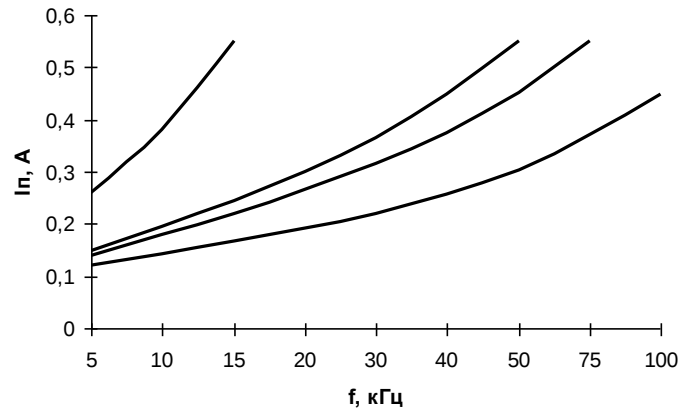


Рисунок 8 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

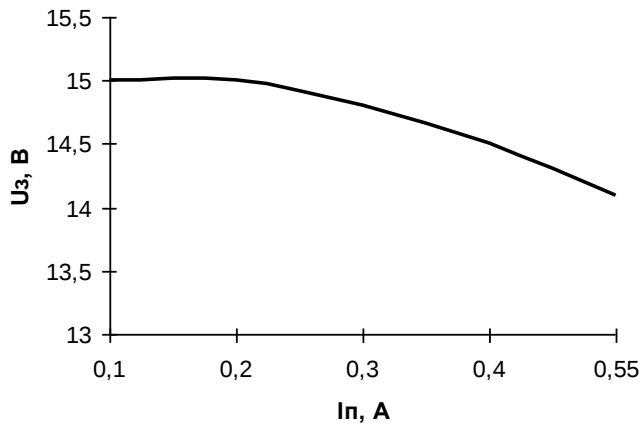


Рисунок 9 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

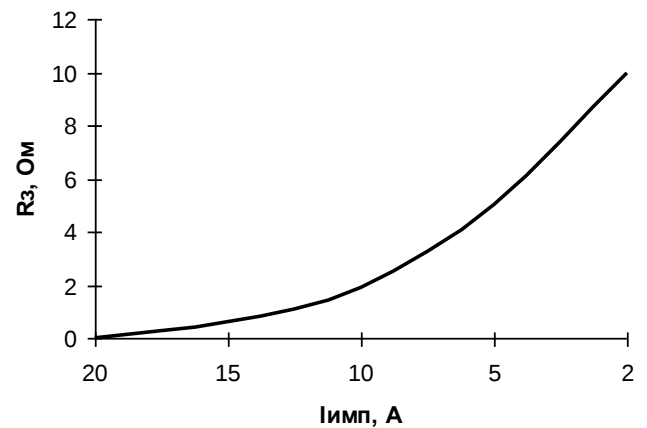


Рисунок 10 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

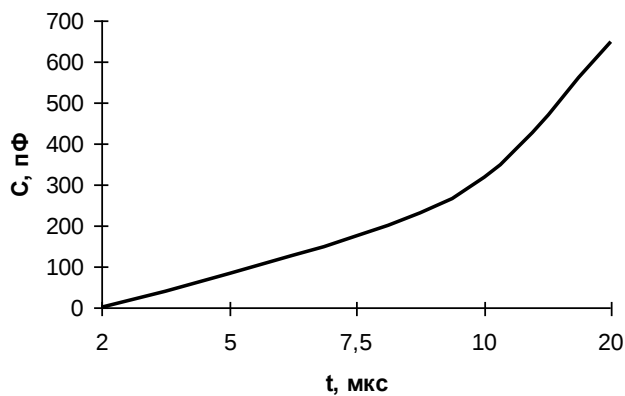


Рисунок 11 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости  $C_b$

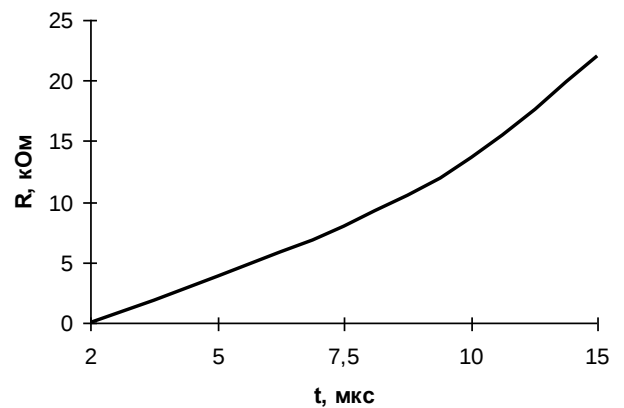


Рисунок 12 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов  $R_{dt}$

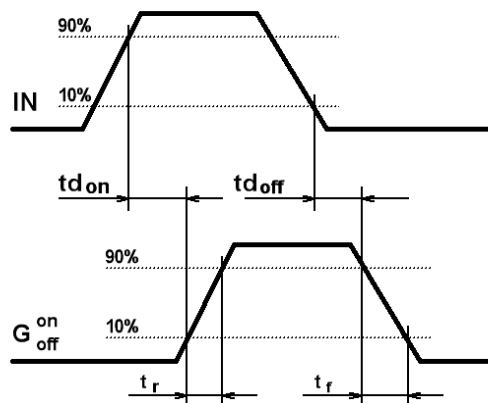


Рисунок 13 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера  
где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

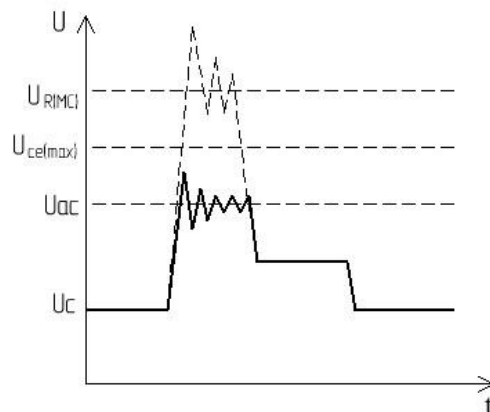


Рисунок 14 – График работы драйвера при срабатывании защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора  
где Uac – напряжение срабатывания защиты от перенапряжения; Uce(max) – максимальное напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора, Ur(mc) - максимально допустимое обратное напряжение на выводе коллектора драйвера

## 9 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 10 РЕКОМЕНДАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 10.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                                                                                                                | Значение внешнего воздействующего фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:<br>- диапазон частот, Гц;<br>- амплитуда ускорения, $\text{м/с}^2$ (g)                                              | 0,5 - 100<br>150 (15)                     |
| Механический удар одиночного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, $\text{м/с}^2$ (g);<br>- длительность импульса ударного ускорения, мс | 40 (4)<br>50                              |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - M27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

### 10.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 5 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:                                                    |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | минус 45                        |
| - предельная, °С                                                                 | минус 60                        |
| Повышенная температура окружающей среды:                                         |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | +85                             |
| - предельная, °С                                                                 | +100                            |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 11 ТРЕБОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 11 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

## 12 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ

## DP2180П–БВ1-1(2) АНАЛОГ 2SP0320V(S)

### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Двухканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (MOSFET или IGBT) (далее – драйвер) предназначен для зависимого гальванически развязанного управления по ВОЛС двумя мощными транзисторами с предельно допустимым напряжением до 1700 В. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 50 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора. Драйвер конструктивно и функционально аналогичен драйверу 2SP0320V(S).

При поставке драйвер настроен на порог включения защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер равный 1100 В (джампер JP2, JP4). При необходимости установки других значений следует поменять необходимые джамперы.

### 2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемых транзисторов и сигналов управления.

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затворами управляемых транзисторов;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемых транзисторов;
- 6 Схема защиты управляемых транзисторов от перегрузки по току.

### 3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Блокировку управления при «аварии»
- 5 Сигнализацию о наличии аварии;
- 6 Регулировку времени включения - выключения управляемого транзистора путем изменения сопротивления резисторов в выходной цепи (Ron, Roff);
- 7 Блокировку одновременного включения верхнего и нижнего плеча;
- 8 Задержку на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 9 Регулировку задержки на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 10 Контроль напряжений питания драйвера (встроенные компараторы) на выходе DC-DC преобразователя.

3.2 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема драйвера изображена на рисунке 2.

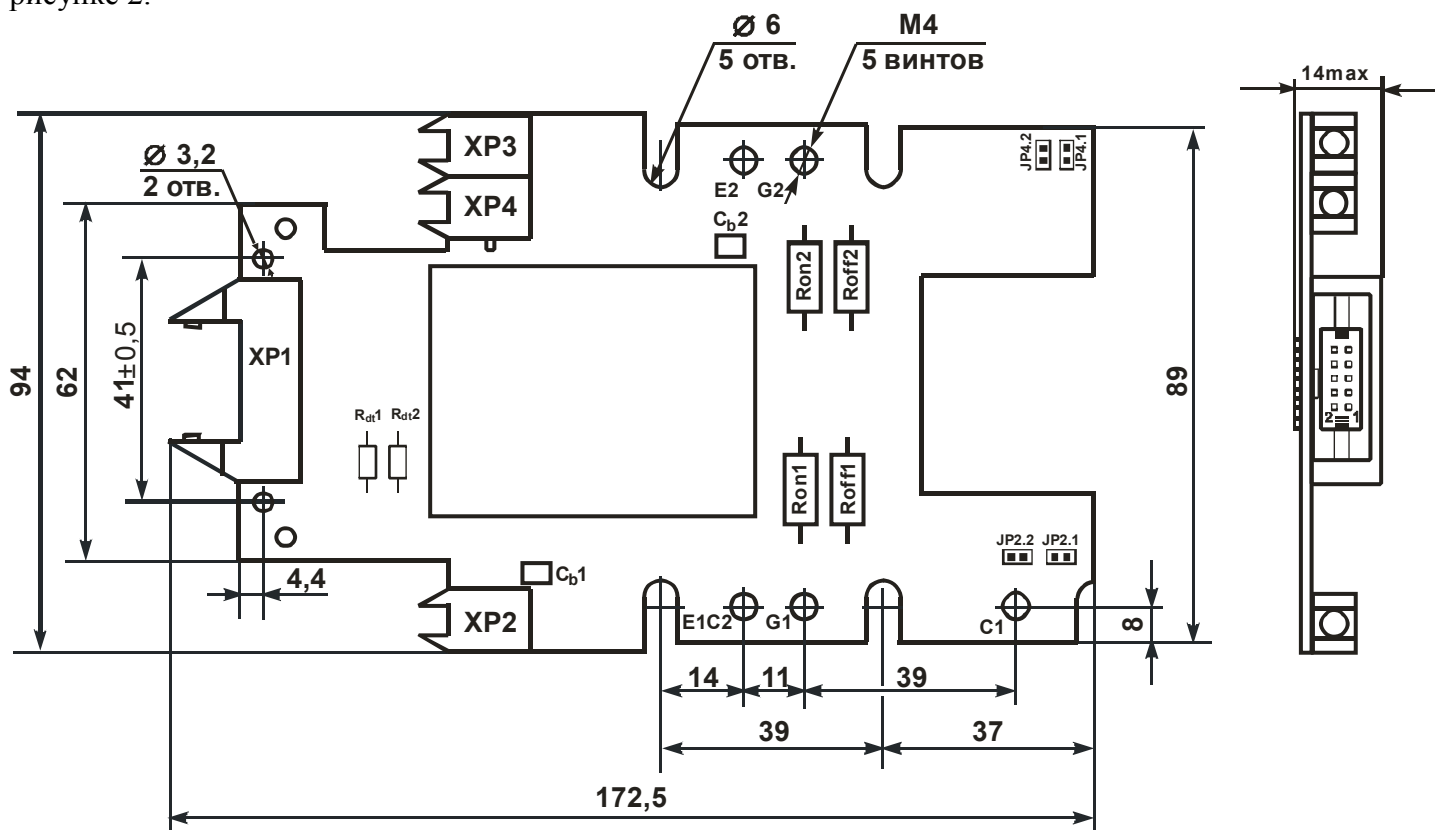


Рисунок 1.1 – Габаритный чертёж драйвера ДР2180П-БВ1-1

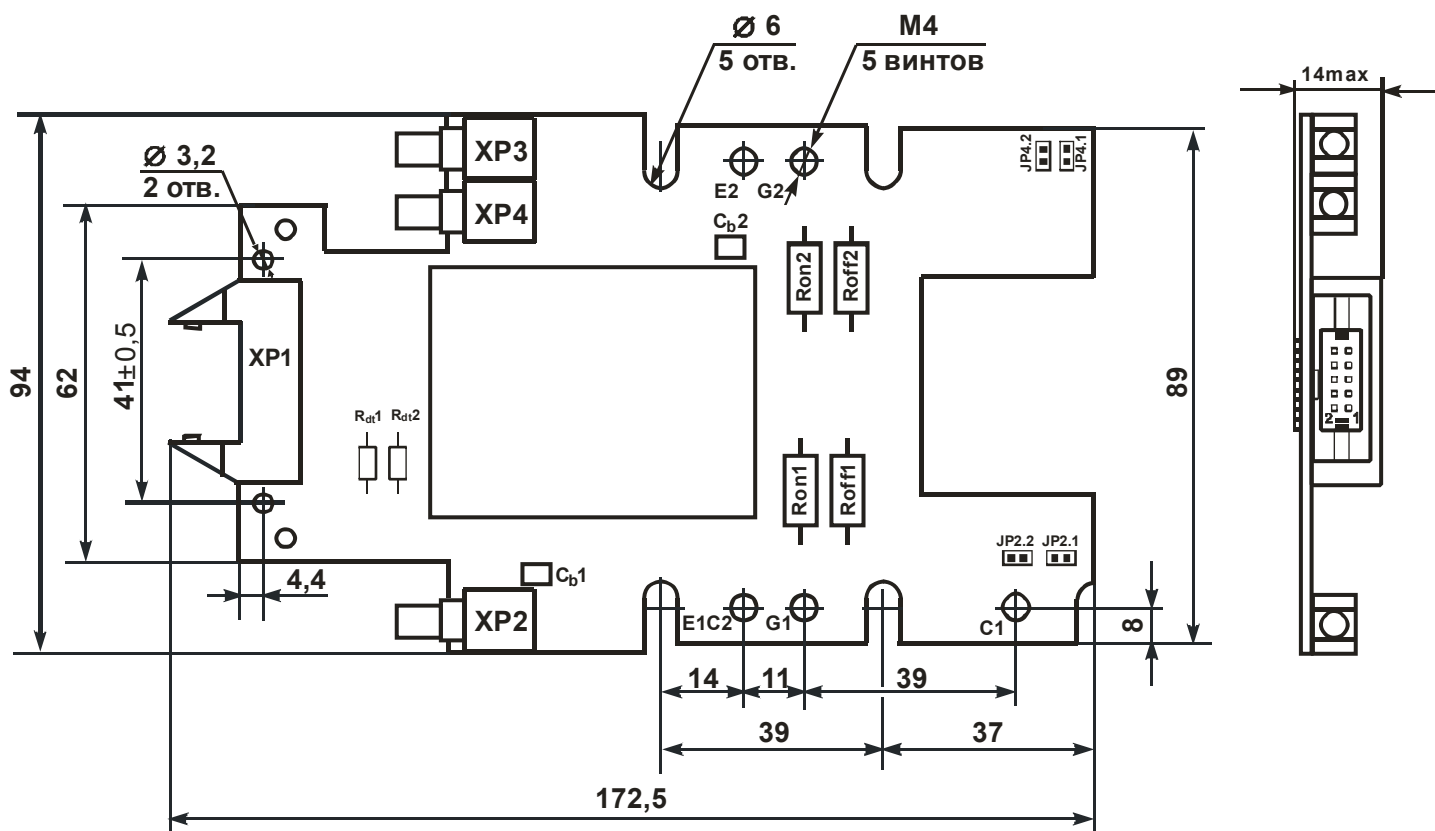


Рисунок 1.1 – Габаритный чертёж драйвера ДР2180П-БВ1-2

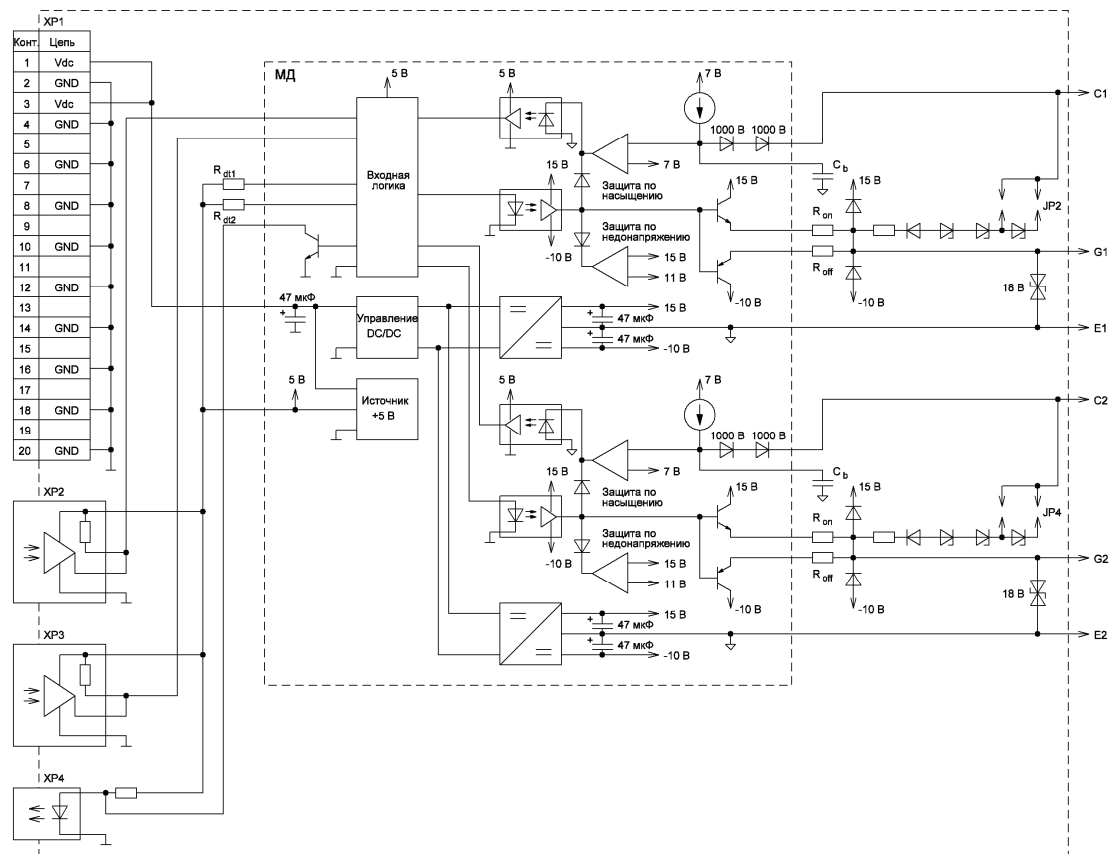


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

XP1 – вилка IDCC-10MS; ответная часть - розетка IDC-10

XP2, XP3 – приёмник сигнала HFBR-2522 (для ДР2180П-БВ1-1);

HFBR-2422Z (для ДР2180П-БВ1-2)

XP4 – передатчик сигнала HFBR-1522 (для ДР2180П-БВ1-1); HFBR-1422Z (для ДР2180П-БВ1-2).

### 3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов разъёма XP1

| Номер вывода | Обозначение вывода | Назначение выводов               |
|--------------|--------------------|----------------------------------|
| 1            | Vdc                | Питание +15 В                    |
| 2            | GND                | Общий цепей питания и управления |
| 3            | Vdc                | Питание +15 В                    |
| 4            | GND                | Общий цепей питания и управления |
| 5            | -                  | Незадействован                   |
| 6            | GND                | Общий цепей питания и управления |
| 7            | -                  | Незадействован                   |
| 8            | GND                | Общий цепей питания и управления |
| 9            | -                  | Незадействован                   |
| 10           | GND                | Общий цепей питания и управления |
| 11           | -                  | Незадействован                   |
| 12           | GND                | Общий цепей питания и управления |
| 13           | -                  | Незадействован                   |
| 14           | GND                | Общий цепей питания и управления |
| 15           | -                  | Незадействован                   |
| 16           | GND                | Общий цепей питания и управления |
| 17           | -                  | Незадействован                   |
| 18           | GND                | Общий цепей питания и управления |
| 19           | -                  | Незадействован                   |
| 20           | GND                | Общий цепей питания и управления |

## 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

| Параметр                                                                       | Обозначение            | Единица измерения | Значение  |     |           | Примечания                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------|-----------|-----|-----------|--------------------------------------------|
|                                                                                |                        |                   | не ме-нее | тип | не бо-лее |                                            |
| Параметры блока DC/DC                                                          |                        |                   |           |     |           |                                            |
| Напряжение питания                                                             | U <sub>S</sub>         | В                 | 13,5      | 15  | 16,5      |                                            |
| Ток потребления холостого хода                                                 | I <sub>S</sub>         | мА                |           | 180 | 200       | f <sub>упр</sub> = 0 Гц                    |
| Максимальный ток потребления                                                   | I <sub>S max</sub>     | мА                |           |     | 550       | под нагрузкой см. рисунки 5 и 6            |
| Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера          | P <sub>DC-DC</sub>     | Вт                | 3         |     |           | для каждого канала                         |
| Параметры монитора напряжения                                                  |                        |                   |           |     |           |                                            |
| Порог включения защиты                                                         | U <sub>UVLO-</sub>     | В                 |           | 11  |           | выход DC-DC                                |
| Порог выключения защиты                                                        | U <sub>UVLO+</sub>     | В                 |           | 12  |           |                                            |
| Параметры входов управления                                                    |                        |                   |           |     |           |                                            |
| Длина волны, используемая при передаче и приеме сигнала                        | λ                      | нм                |           | 660 |           |                                            |
| Временные параметры                                                            |                        |                   |           |     |           |                                            |
| Время задержки включения и выключения вход-выход                               | td (in-out)            | мкс               |           |     | 0,5       | см. рисунок 11                             |
| «Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов | t <sub>TD</sub>        | мкс               | 2         |     |           | настраивается потребителем; см. рисунок 10 |
| Максимальная рабочая частота                                                   | f <sub>max</sub>       | кГц               |           |     | 100       | без нагрузки; см. рисунки 5 и 6            |
| Время задержки срабатывания защиты по ненасыщению                              | t <sub>BLOCK1</sub>    | мкс               | 2         |     |           | настраивается потребителем; см. рисунок 9  |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                       | t <sub>BLOCK2</sub>    | мс                |           | 70  |           |                                            |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора                  | t <sub>off</sub>       | мкс               |           | 1,5 |           |                                            |
| Время задержки включения сигнала аварии                                        | td <sub>(on-err)</sub> | мкс               |           |     | 2         |                                            |
| Выходные параметры                                                             |                        |                   |           |     |           |                                            |
| Выходное напряжение высокого уровня                                            | U <sub>OH</sub>        | В                 | +12       | +15 | +18       | во всем диапазоне допустимых нагрузок      |
| Выходное напряжение низкого уровня                                             | U <sub>OL</sub>        | В                 | -8        | -10 | -12       |                                            |
| Максимальный выходной импульсный ток включения                                 | I <sub>Omax on</sub>   | А                 | +18       | 20  |           | настраивается потребителем; см. рисунок 8  |
| Максимальный выходной импульсный ток выключения                                | I <sub>Omax off</sub>  | А                 |           | -22 | -18       |                                            |
| Средний выходной ток                                                           | I <sub>O</sub>         | мА                |           |     | 130       | на каждый канал                            |
| Время нарастания и спада выходного сигнала                                     | t <sub>r (f)</sub>     | нс                |           |     | 150       | см. рисунок 11                             |
| Максимальный ток выхода сигнала аварии                                         | I <sub>ERR max</sub>   | мА                |           |     | 20        |                                            |

Продолжение таблицы 2

| Параметр                                                                                                     | Обозначение          | Единица измерения | Значение |      |          | Примечания             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|----------|------|----------|------------------------|
|                                                                                                              |                      |                   | не менее | тип  | не более |                        |
| Максимальное напряжение выхода сигнала аварии                                                                | $U_{ERR\ max}$       | В                 |          |      | 20       |                        |
| Остаточное напряжение выхода сигнала аварии                                                                  | $U_{O\ ERR}$         | В                 |          | 0,3  | 0,7      | при $I_{ERR} = 20\ мА$ |
| Напряжение насыщения, соответствующее срабатыванию защиты по ненасыщению                                     | $U_{mc}^{Th}$        | В                 |          |      | 5,8      |                        |
| Параметры изоляции                                                                                           |                      |                   |          |      |          |                        |
| Максимально допускаемое обратное напряжение на коллекторе                                                    | $U_C$                | В                 |          |      | 2000     |                        |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                                                                   | $U_{ISO(IN-OUT)}$    | В                 |          |      | 4000     | DC, 1 мин              |
| Напряжение изоляции между выходами первого и второго каналов                                                 | $U_{ISO(OUT1-OUT2)}$ | В                 |          |      | 2000     | DC, 1 мин              |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                                                          | $(dU/dt)_{cr}$       | кВ/мкс            |          |      | 20       |                        |
| Параметры защиты от перенапряжения                                                                           |                      |                   |          |      |          |                        |
| Напряжение срабатывания защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора (см. рисунок 12) | $U_{AC}$             | В                 |          | 1100 |          | установлен JP2(4).1    |
|                                                                                                              |                      |                   |          | 1600 |          | установлен JP2(4).2    |
| Параметры управляемого транзистора                                                                           |                      |                   |          |      |          |                        |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора                                                   | $U_{CE}\ (U_{DS})$   | В                 |          |      | 1700     |                        |
| Параметры эксплуатации и хранения                                                                            |                      |                   |          |      |          |                        |
| Рабочий диапазон температур                                                                                  | $T_A$                | °C                | -45      |      | +85      |                        |
| Температура хранения                                                                                         | $T_s$                | °C                | -60      |      | +100     |                        |

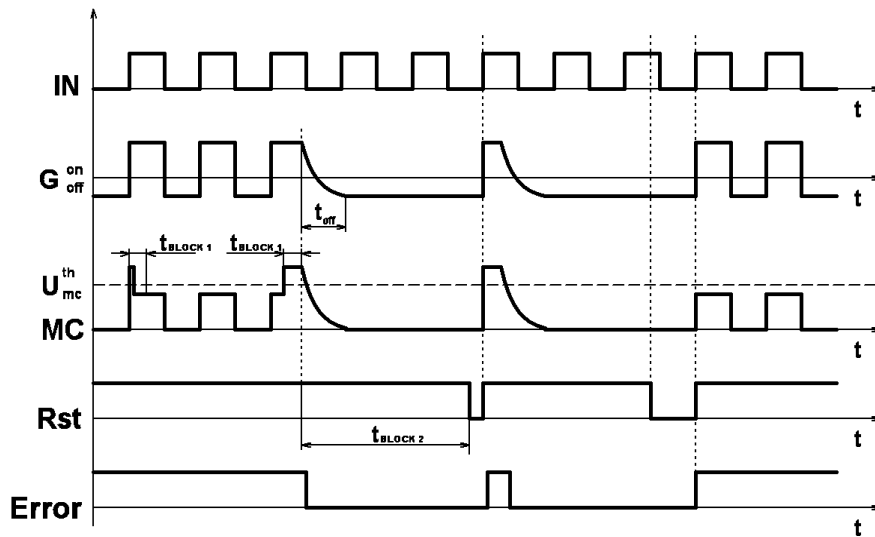
## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача светового импульса на приемники управляющего сигнала ХР2 и ХР3 приведет к открытию управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более чем на  $U_{mc}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$ , приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (при перегрузке по току). При возникновении «аварии» перестает светиться светодиод передатчика ХР4. Через 70 мс будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии» и по переднему фронту сигнала управления будет открыт управляемый транзистор. В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO-}$  приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO+}$  сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на выходе передатчика ХР4 не появится.

При одновременной подаче световых импульсов на приемники управляющего сигнала ХР2 и ХР3 произойдет блокировка управления и управляемые транзисторы будут закрыты (блокировка одновременного включения), при этом сигнализации о наличии ошибки не появится.

Диаграммы, поясняющие работу драйвера, приведены на рисунках 3 и 4.



Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

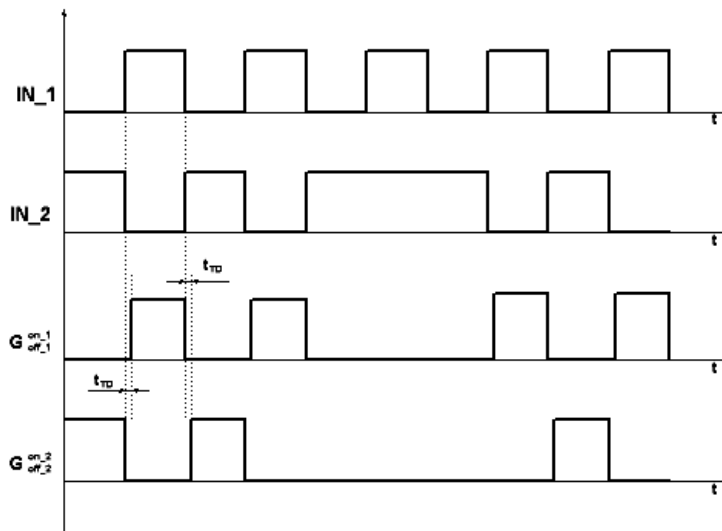


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**Приёмники управляющего сигнала XR2, XR3.** Представляют собой микросхемы преобразователя световых импульсов в логические сигналы управления. Длина волны, используемая при передаче и приеме сигнала равна 660 нс.

**Передачик статуса XR4.** Представляет собой микросхему формирования светового сигнала о режиме работы драйвера. При нормальной работе драйвера на выходе передатчика присутствует световой сигнал. Передатчик отключается только при аварии вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня «Uuvlo-» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «Uuvlo+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует.

**Vdc** – вход питания драйвера. Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «Uuvlo-» и управление транзистором будет некорректным.

Ток потребления по входу питания составляет не более 120 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 550 мА (равная нагрузка для обоих каналов). При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 550 мА, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. В случае, если нагрузка по каналам распределена неравномерно, то ток потребления одним каналом не должен превышать 250 мА. Ток потребления зависит от частоты сигнала управления, от значений сопротивлений затворных резисторов и от входной ёмкости затвора (см. рисунок 6). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 5.

**GND** – общий цепей питания и управления; тем самым схема управления гальванически не связана с входом DC/DC-преобразователя.

**Резисторы Rdt1, Rdt2** – времязадающие резисторы настройки задержки на переключение первого и второго каналов. Фактически резисторами регулируется время задержки включения, тем самым при установке резисторов разных номиналов задержка на переключение по передним фронтам управляющих импульсов первого и второго каналов будет различной. В том случае, если увеличение времени задержки на переключение не требуется, вместо резисторов следует установить перемычки. Зависимость времени задержки от номинала резисторов приведена на рисунке 10. Изначально установлены резисторы номиналом 1 Ом, что соответствует минимальному «мёртвому» времени (2 мкс).

**Конденсаторы C<sub>б1</sub>, C<sub>б2</sub>** – времязадающие конденсаторы задержки выключения соответствующего управляемого транзистора при перегрузке по току. Задержка на срабатывание защиты необходима для избегания ложных срабатываний по кратковременным индуктивным выбросам и по переходным процессам при включении. При этом длительность данной задержки будет равна длительности «импульса перезапуска» в случае возникновения аварии. Для увеличения задержки срабатывания защиты, рекомендуется устанавливать конденсаторы с номиналами указанными на рисунке 9. Изначально установлены конденсаторы ёмкостью 100 пФ, что соответствует длительности задержки 5 мкс (тип.).

**G1, G2** – выходы, предназначенные для подключения затворов управляемых транзисторов.

Затворные резисторы (Ron1, Ron2, Roff1, Roff2) необходимы для уменьшения максимального импульсного тока. Допускается установка резисторов любого номинала, в том числе 0 Ом. Допускается установка резисторов разных номиналов, к примеру, для увеличения длительности выключения управляемого транзистора с целью уменьшения амплитуды напряжения индуктивных выбросов. Зависимость выходного импульсного тока от номиналов затворных резисторов приведена на рисунке 8. Изначально установлены резисторы 0,2 Ом, что соответствует максимальному импульсному току.

**C1, C2** – выводы подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Выводы предназначены для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. При этом максимальное значение порога срабатывания защиты равно 5,8 В. В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то вывод «С» следует закоротить на вывод эмиттера соответствующего канала.

**E1, E2** – выходы подключения эмиттеров управляемых транзисторов.

**JP2, JP4** – джамперы, подключающие защиту от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора каналов 1 и 2 соответственно. При этом положению JP2(4).1 соответствует напряжение срабатывания 1100 В, положению JP2(4).2 соответствует 1600 В.

## 7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАСТРОЙКЕ ДРАЙВЕРА

Для получения драйвера полностью аналогичного plug-n-play драйверу 2SP0320V для конкретного модуля рекомендуется настроить драйвер ДР2180П-БВ1 соответственно 2SP0320V. При настройке драйвера следует придерживаться следующей методики:

1. Отключить драйвер 2SP0320V от модуля, между выводами коллектора и эмиттера драйвера подключить источники постоянного напряжения, контролировать сигнал на затворах.

2. Подать управляющие сигналы и измерить «мёртвое» время на переключение (по уровню 0 В);

3. Плавно поднимая напряжение на источниках имитирующих напряжение насыщения транзистора измерить напряжение срабатывания защиты.

4. Относительно порога срабатывания защиты увеличить напряжение в два раза и измерить задержку срабатывания защиты по ненасыщению.

5. Снять режим аварии, выставить частоту управляющего сигнала 0,1...1 кГц, между затвором и эмиттером подключить RC-цепочку (резистором к затвору) номиналами 0,1 Ом / 1мкФ (конденсатор неполярный). Включить драйвер и измерить падение напряжения на резисторе (измерение импульсного тока драйвера).

6. Настроить драйвер ДР2180П-БВ1 в соответствии с параметрами драйвера 2SP0320V, а именно:  
 - резисторами  $R_{dt}$  в соответствии с рисунком 10 выставить «мёртвое» время;  
 - конденсаторами  $C_b$  в соответствии с рисунком 9 выставить длительность задержки срабатывания защиты;  
 - резисторами  $R_g$  on(off) в соответствии с рисунком 8 выставить выходной импульсный ток.

7. Аналогично проверке драйвера 2SP0320V измерить полученные параметры драйвера ДР2180П-БЗ, убедившись в их соответствии.

8. Подключить драйвер к силовому модулю и убедиться в том, что преобразователь работает аналогично варианту с драйверами 2SP0320V.

## 8 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

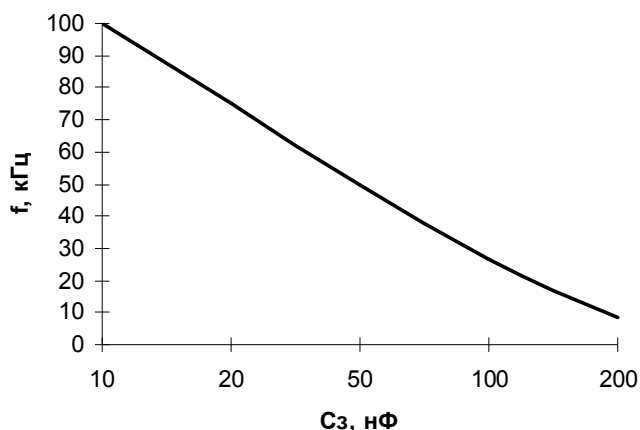


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

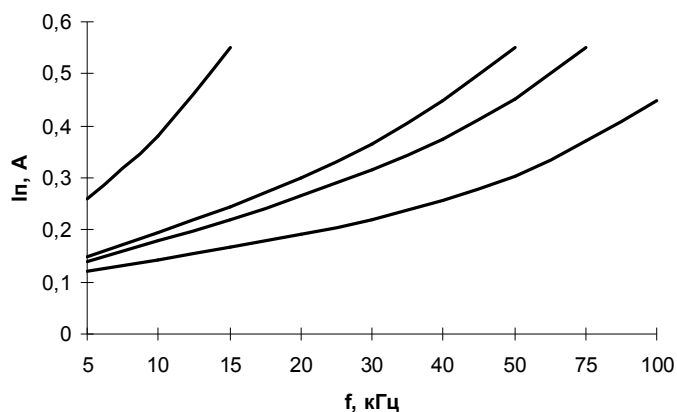


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

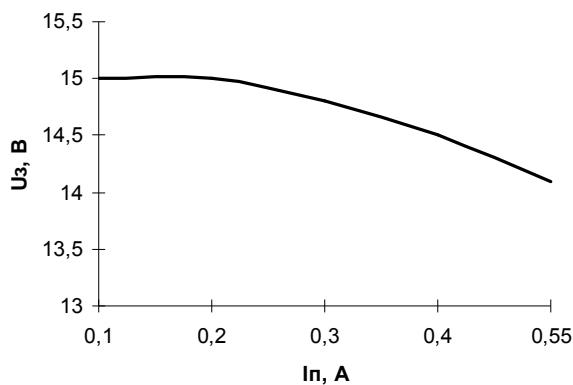


Рисунок 7 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

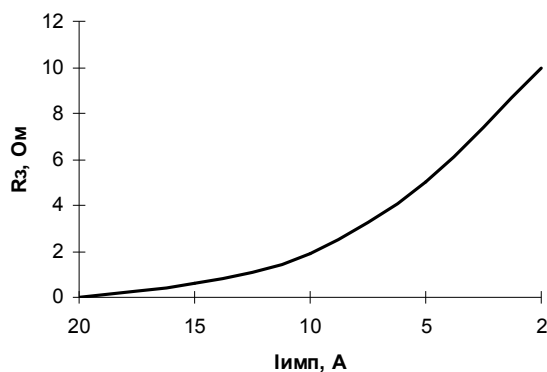


Рисунок 8 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

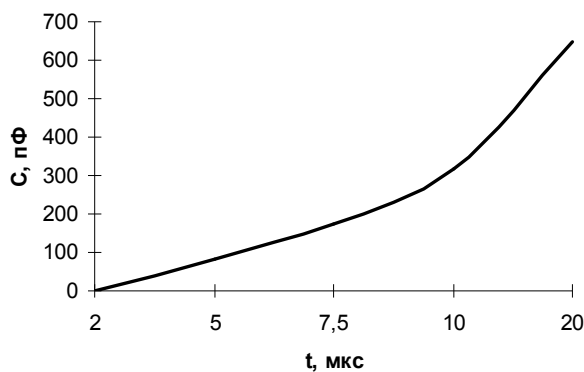


Рисунок 9 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости  $C_b$

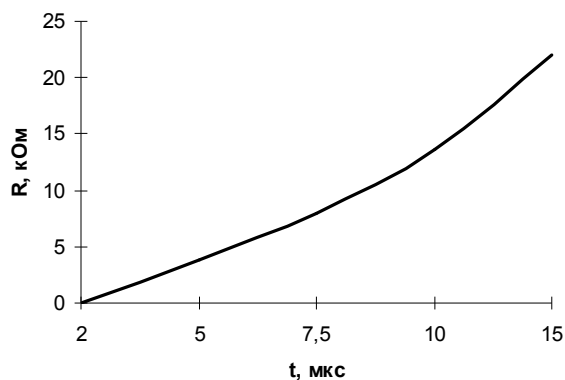


Рисунок 10 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов  $R_{dt}$

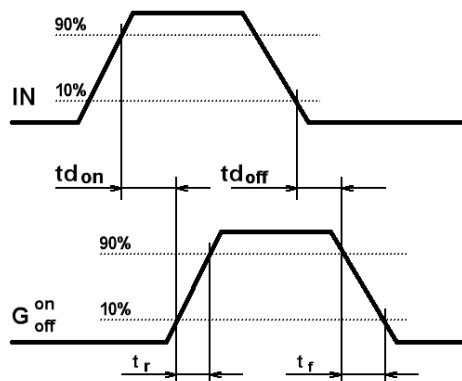


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера  
где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

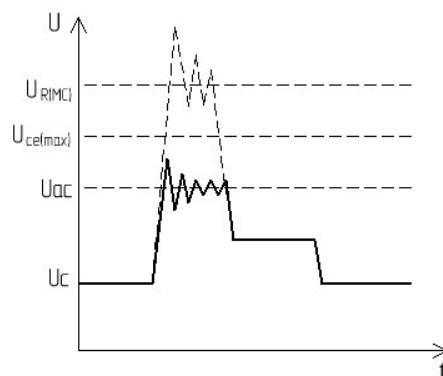


Рисунок 12 – График работы драйвера при срабатывании защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора  
где  $U_{ac}$  – напряжение срабатывания защиты от перенапряжения;  $U_{ce(max)}$  – максимальное напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора,  $U_{r(mc)}$  – максимально допустимое обратное напряжение на выводе коллектора драйвера

## 9 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится.

## 10 РЕКОМЕНДАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 10.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                                                                                                         | Значение внешнего воздействующего фактора |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:<br>- диапазон частот, Гц;<br>- амплитуда ускорения, $m/s^2$ (g)                                              | 0,5 - 100<br>150 (15)                     |
| Механический удар одиночного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, $m/s^2$ (g);<br>- длительность импульса ударного ускорения, мс | 40 (4)<br>50                              |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - M27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

#### 10.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 5 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:<br>- рабочая, °C;<br>- предельная, °C              | минус 45<br>минус 60            |
| Повышенная температура окружающей среды:<br>- рабочая, °C;<br>- предельная, °C   | +85<br>+100                     |
| Относительная влажность при температуре 35 °C без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °C                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

### 11 ТРЕБОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

### 12 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

Примечание: данный драйвер используется по назначению и не может быть использован в военной продукции.

### 13 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 22 августа 2004г. № 122-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 10 января 2003 г. № 15-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ

## ДР2180П–БВ АНАЛОГ 2SB315В

### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Двухканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (MOSFET или IGBT) (далее – драйвер) предназначен для зависимого гальванически развязанного управления двумя мощными транзисторами с предельно допустимым напряжением до 3300 В. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 100 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора. Драйвер конструктивно и функционально аналогичен драйверу 2SB315В.

При поставке драйвер настроен на порог включения защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер равный 1100 В (джампер JP2, JP4). При необходимости установки других значений следует поменять необходимые джамперы.

### 2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемых транзисторов и сигналов управления.

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затворами управляемых транзисторов;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемых транзисторов;
- 6 Схема защиты управляемых транзисторов от перегрузки по току.

### 3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Блокировку управления при «аварии»
- 5 Сигнализацию о наличии аварии;
- 6 Регулировку времени включения - выключения управляемого транзистора путем изменения сопротивления резисторов в выходной цепи (Ron, Roff);
- 7 Блокировку одновременного включения верхнего и нижнего плеча;
- 8 Задержку на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 9 Регулировку задержки на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 10 Контроль напряжений питания драйвера (встроенные компараторы) на выходе DC-DC преобразователя.

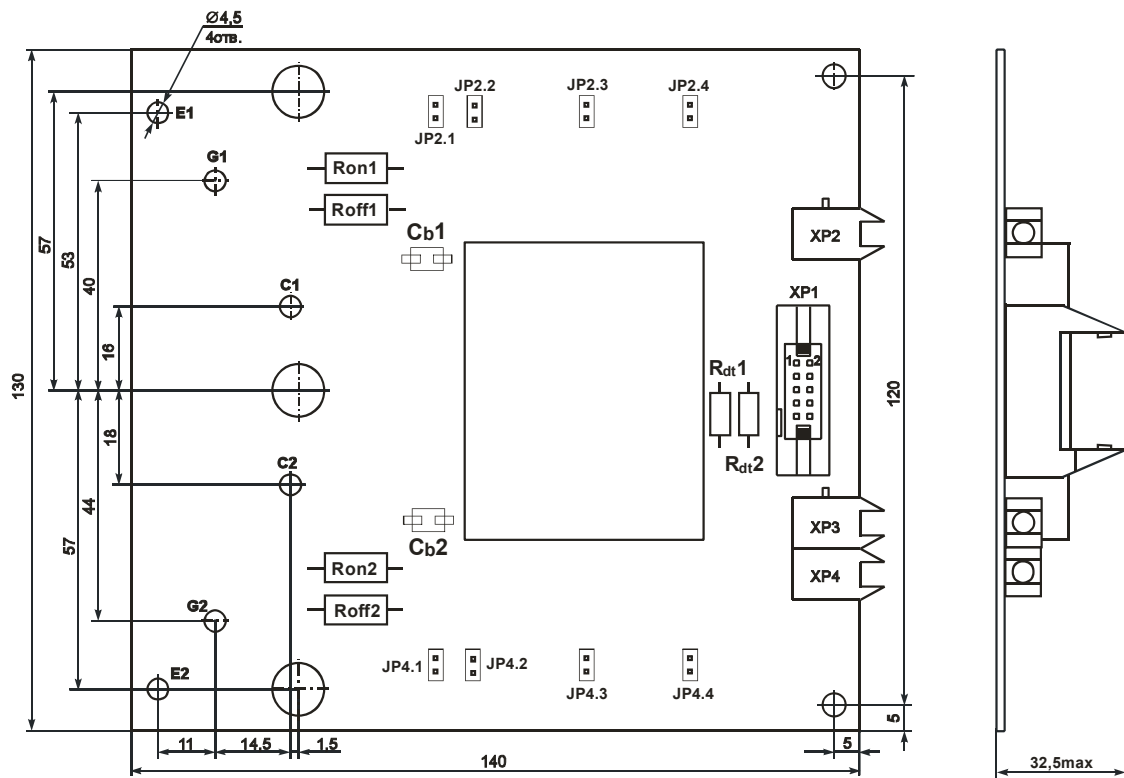


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

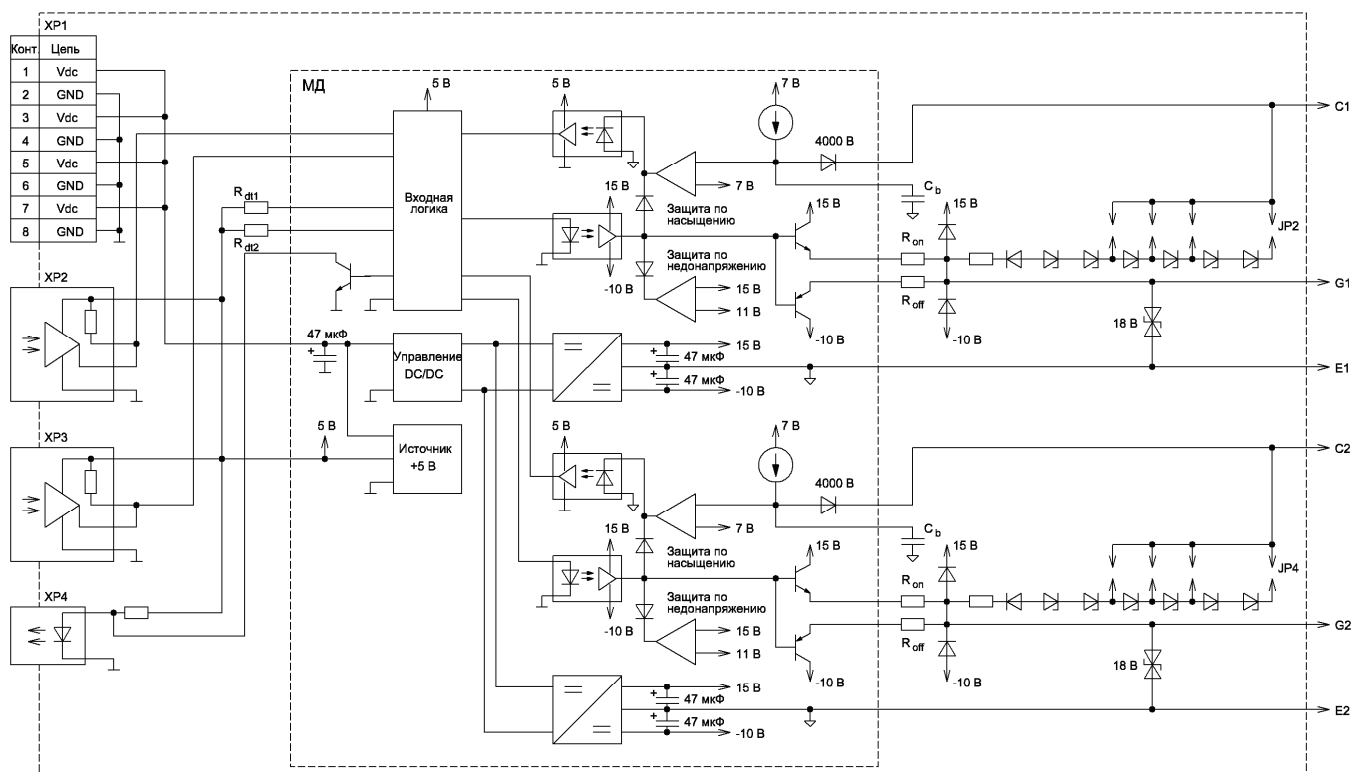


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

XP1 – вилка IDCC-10MS; ответная часть - розетка IDC-10

XP2, XP3 – приёмник сигнала HFBR-2522

XP4 – передатчик сигнала HFBR-1522

3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов разъёма XP1

| Номер вывода | Обозначение вывода | Назначение выводов               |
|--------------|--------------------|----------------------------------|
| 1            | Vdc                | Питание +15 В                    |
| 2            | GND                | Общий цепей питания и управления |
| 3            | Vdc                | Питание +15 В                    |
| 4            | GND                | Общий цепей питания и управления |
| 5            | Vdc                | Питание +15 В                    |
| 6            | GND                | Общий цепей питания и управления |
| 7            | Vdc                | Питание +15 В                    |
| 8            | GND                | Общий цепей питания и управления |
| 9            | -                  | Незадействован                   |
| 10           | -                  | Незадействован                   |

#### 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при T = 25 °C)

| Параметр                                                                       | Обозначение             | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|----------|-----|----------|--------------------------------------------|
|                                                                                |                         |                   | не менее | тип | не более |                                            |
| Параметры блока DC/DC                                                          |                         |                   |          |     |          |                                            |
| Напряжение питания                                                             | U <sub>S</sub>          | В                 | 13,5     | 15  | 16,5     |                                            |
| Ток потребления холостого хода                                                 | I <sub>S</sub>          | мА                |          | 180 | 200      | f <sub>упр</sub> = 0 Гц                    |
| Максимальный ток потребления                                                   | I <sub>S max</sub>      | мА                |          |     | 550      | под нагрузкой см. рисунки 5 и 6            |
| Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера          | P <sub>DC-DC</sub>      | Вт                | 3        |     |          | для каждого канала                         |
| Параметры монитора напряжения                                                  |                         |                   |          |     |          |                                            |
| Порог включения защиты                                                         | U <sub>UVLO-</sub>      | В                 |          | 11  |          | выход DC-DC                                |
| Порог выключения защиты                                                        | U <sub>UVLO+</sub>      | В                 |          | 12  |          |                                            |
| Параметры входов управления                                                    |                         |                   |          |     |          |                                            |
| Длина волны, используемая при передаче и приеме сигнала                        | λ                       | нм                |          | 660 |          |                                            |
| Временные параметры                                                            |                         |                   |          |     |          |                                            |
| Время задержки включения и выключения вход-выход                               | t <sub>d (in-out)</sub> | мкс               |          |     | 0,5      | см. рисунок 11                             |
| «Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов | t <sub>TD</sub>         | мкс               | 2        |     |          | настраивается потребителем; см. рисунок 10 |
| Максимальная рабочая частота                                                   | f <sub>max</sub>        | кГц               |          |     | 100      | без нагрузки; см. рисунки 5 и 6            |
| Время задержки срабатывания защиты по ненасыщению                              | t <sub>BLOCK1</sub>     | мкс               | 2        |     |          | настраивается потребителем; см. рисунок 9  |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                       | t <sub>BLOCK2</sub>     | мс                |          | 70  |          |                                            |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора                  | t <sub>off</sub>        | мкс               |          | 1,5 |          |                                            |
| Время задержки включения сигнала аварии                                        | t <sub>d(on-err)</sub>  | мкс               |          |     | 2        |                                            |
| Выходные параметры                                                             |                         |                   |          |     |          |                                            |
| Выходное напряжение высокого уровня                                            | U <sub>OH</sub>         | В                 | +12      | +15 | +18      | во всем диапазоне допустимых               |

|                                                                                                              |                                    |        |     |      |      |                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------|-----|------|------|--------------------------------------------|
| Выходное напряжение низкого уровня                                                                           | U <sub>OL</sub>                    | В      | -8  | -10  | -12  | нагрузок                                   |
| Максимальный выходной импульсный ток включения                                                               | I <sub>Omax on</sub>               | А      | +18 | 20   |      | настраиивается потребителем; см. рисунок 8 |
| Максимальный выходной импульсный ток выключения                                                              | I <sub>Omax off</sub>              | А      |     | -22  | -18  |                                            |
| Средний выходной ток                                                                                         | I <sub>O</sub>                     | мА     |     |      | 130  | на каждый канал                            |
| Время нарастания и спада выходного сигнала                                                                   | t <sub>r (f)</sub>                 | нс     |     |      | 150  | см. рисунок 11                             |
| Напряжение насыщения, соответствующее срабатыванию защиты по ненасыщению                                     | U <sub>MC</sub> <sup>Th</sup>      | В      |     |      | 5,0  |                                            |
| Расстояние передачи статусного сигнала                                                                       | L <sub>err</sub>                   | м      | 25  |      |      |                                            |
| Параметры изоляции                                                                                           |                                    |        |     |      |      |                                            |
| Максимально допускаемое обратное напряжение на коллекторе                                                    | U <sub>C</sub>                     | В      |     |      | 4000 |                                            |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                                                                   | U <sub>ISO(IN-OUT)</sub>           | В      |     |      | 7500 | DC, 1 мин                                  |
| Напряжение изоляции между выводами первого и второго каналов                                                 | U <sub>ISO(OUT1-OUT2)</sub>        | В      |     |      | 4000 | DC, 1 мин                                  |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                                                          | (dU/dt) <sub>cr</sub>              | кВ/мкс |     |      | 20   |                                            |
| Параметры защиты от перенапряжения                                                                           |                                    |        |     |      |      |                                            |
| Напряжение срабатывания защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора (см. рисунок 12) | U <sub>AC</sub>                    | В      |     | 1100 |      | установлен JP2(4).1                        |
|                                                                                                              |                                    |        |     | 1600 |      | установлен JP2(4).2                        |
|                                                                                                              |                                    |        |     | 2000 |      | установлен JP2(4).3                        |
|                                                                                                              |                                    |        |     | 3000 |      | установлен JP2(4).4                        |
| Параметры управляемого транзистора                                                                           |                                    |        |     |      |      |                                            |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора                                                   | U <sub>CE</sub> (U <sub>DS</sub> ) | В      |     |      | 3300 |                                            |
| Параметры эксплуатации и хранения                                                                            |                                    |        |     |      |      |                                            |
| Рабочий диапазон температур                                                                                  | T <sub>A</sub>                     | °C     | -45 |      | +85  |                                            |
| Температура хранения                                                                                         | T <sub>S</sub>                     | °C     | -60 |      | +100 |                                            |

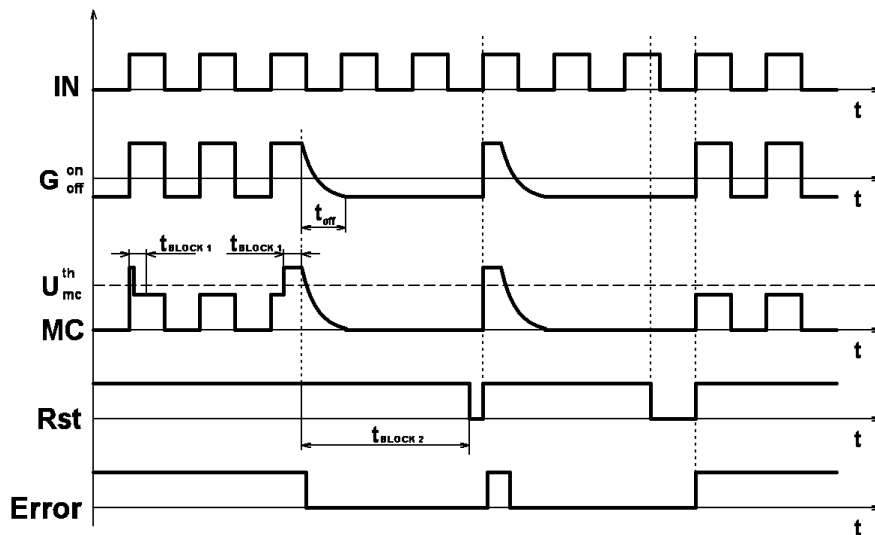
## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача светового импульса на приемники управляющего сигнала XR2 и XR3 приведет к открытию управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более чем на  $U_{MC}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$ , приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (при перегрузке по току). При возникновении «аварии» перестанет светиться светодиод передатчика XR4. Через 70 мс будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии» и по переднему фронту сигнала управления будет открыт управляемый транзистор. В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{VLO-}$  приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{VLO+}$  сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на выходе передатчика XR4 не появится.

При одновременной подаче световых импульсов на приемники управляющего сигнала XR2 и XR3 произойдет блокировка управления и управляемые транзисторы будут закрыты (блокировка одновременного включения), при этом сигнализации о наличии ошибки не появится.

Диаграммы, поясняющие работу драйвера, приведены на рисунках 3 и 4.



Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

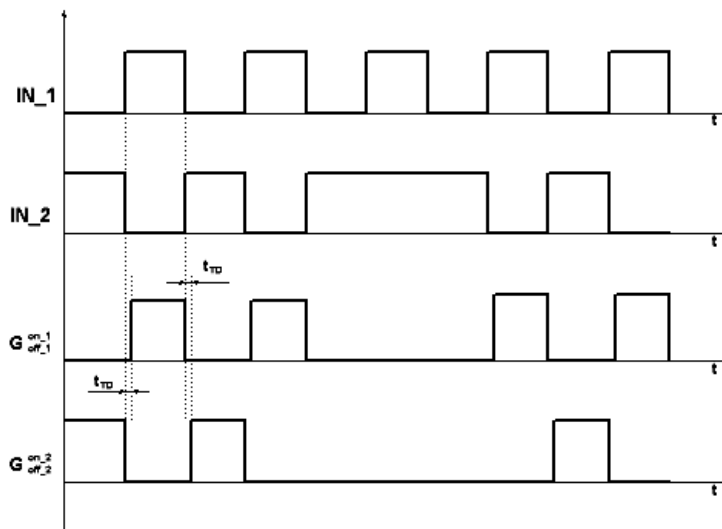


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**Приёмники управляющего сигнала ХР2, ХР3.** Представляют собой микросхемы преобразователя световых импульсов в логические сигналы управления. Длина волны, используемая при передаче и приеме сигнала равна 660 нс.

**Передачик статуса ХР4.** Представляет собой микросхему формирования светового сигнала о режиме работы драйвера. При нормальной работе драйвера на выходе передатчика присутствует световой сигнал. Передатчик отключается только при аварии вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня «Uuvlo-» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «Uuvlo+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует.

**Vdc** – вход питания драйвера. Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «Uuvlo-» и управление транзистором будет некорректным.

Ток потребления по входу питания составляет не более 120 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 550 мА (равная нагрузка для обоих каналов). При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 550 мА, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. В случае, если нагрузка по каналам распределена неравномерно, то ток потребления одним каналом не должен превышать 250 мА. Ток потребления зависит от частоты сигнала управления, от значений сопротивлений затворных резисторов и от входной ёмкости затвора (см. рисунок 6). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 5.

**GND** – общий цепей питания и управления; тем самым схема управления гальванически не связана с входом DC/DC-преобразователя.

**Резисторы Rdt1, Rdt2** –времязадающие резисторы настройки задержки на переключение первого и второго каналов. Фактически резисторами регулируется время задержки включения, тем самым при установке резисторов разных номиналов задержка на переключение по передним фронтам управляющих импульсов первого и второго каналов будет различной. В том случае, если увеличение времени задержки на переключение не требуется, вместо резисторов следует установить перемычки. Зависимость времени задержки от номинала резисторов приведена на рисунке 10. Изначально установлены резисторы номиналом 1 Ом, что соответствует минимальному «мёртвому» времени (2 мкс).

**Конденсаторы С<sub>Ы1</sub>, С<sub>Ы2</sub>** – времязадающие конденсаторы задержки выключения соответствующего управляемого транзистора при перегрузке по току. Задержка на срабатывание защиты необходима для избегания ложных срабатываний по кратковременным индуктивным выбросам и по переходным процессам при включении. При этом длительность данной задержки будет равна длительности «импульса перезапуска» в случае возникновения аварии. Для увеличения задержки срабатывания защиты, рекомендуется устанавливать конденсаторы с номиналами указанными на рисунке 9. Изначально установлены конденсаторы ёмкостью 100 пФ, что соответствует длительности задержки 5 мкс (тип.).

**G1, G2** – выходы, предназначенные для подключения затворов управляемых транзисторов.

Затворные резисторы (Ron1, Ron2, Roff1, Roff2) необходимы для уменьшения максимального импульсного тока. Допускается установка резисторов любого номинала, в том числе 0 Ом. Допускается установка резисторов разных номиналов, к примеру, для увеличения длительности выключения управляемого транзистора с целью уменьшения амплитуды напряжения индуктивных выбросов. Зависимость выходного импульсного тока от номиналов затворных резисторов приведена на рисунке 8. Изначально установлены резисторы 0,2 Ом, что соответствует максимальному импульсному току.

**C1, C2** – выводы подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Выводы предназначены для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. При этом максимальное значение порога срабатывания защиты равно 5,0 В.

В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то вывод «С» следует закоротить на вывод эмиттера соответствующего канала.

**E1, E2** – выходы подключения эмиттеров управляемых транзисторов.

**JP2, JP4** – джамперы, подключающие защиту от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора каналов 1 и 2 соответственно. При этом положению JP2(4).1 соответствует напряжение срабатывания 1100 В, положению JP2(4).2 соответствует 1600 В, положению JP2(4).3 соответствует 2000 В, положению JP2(4).4 соответствует 3000 В.

## **7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАСТРОЙКЕ ДРАЙВЕРА**

Для получения драйвера полностью аналогичного plug-n-play драйверу 2SB315B для конкретного модуля рекомендуется настроить драйвер ДР2180П-БВ соответственно 2SB315B. При настройке драйвера следует придерживаться следующей методики:

1. Отключить драйвер 2SB315A от модуля, между выводами коллектора и эмиттера драйвера подключить источники постоянного напряжения, контролировать сигнал на затворах.

2. Подать управляющие сигналы и измерить «мёртвое» время на переключение (по уровню 0 В);

3. Плавно поднимая напряжение на источниках имитирующих напряжение насыщения транзистора измерить напряжение срабатывания защиты.

4. Относительно порога срабатывания защиты увеличить напряжение в два раза и измерить задержку срабатывания защиты по ненасыщению.

5. Снять режим аварии, выставить частоту управляющего сигнала 0,1...1 кГц, между затвором и эмиттером подключить RC-цепочку (резистором к затвору) номиналами 0,1 Ом / 1мкФ (конденсатор неполярный). Включить драйвер и измерить падение напряжения на резисторе (измерение импульсного тока драйвера).

6. Настроить драйвер ДР2180П-БВ в соответствии с параметрами драйвера 2SB315B, а именно:

- резисторами Rdt в соответствии с рисунком 10 выставить «мёртвое» время;

- конденсаторами Cb в соответствии с рисунком 9 выставить длительность задержки срабатывания защиты;

- резисторами Rg on(off) в соответствии с рисунком 8 выставить выходной импульсный ток.

7. Аналогично проверке драйвера 2SB315B измерить полученные параметры драйвера ДР2180П-БВ, убедившись в их соответствии.

8. Подключить драйвер к силовому модулю и убедиться в том, что преобразователь работает аналогично варианту с драйверами 2SB315B.

## 8 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

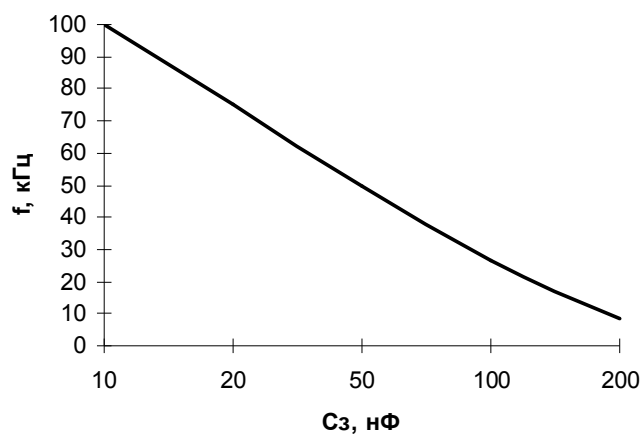


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

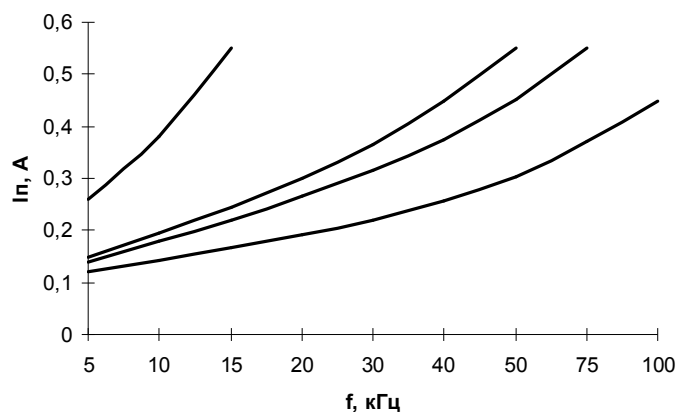


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

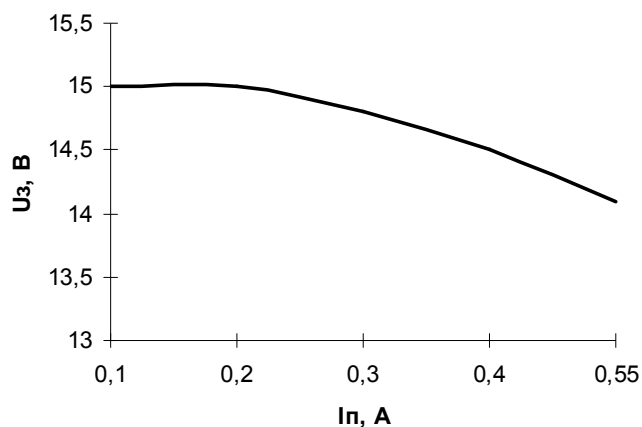


Рисунок 7 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

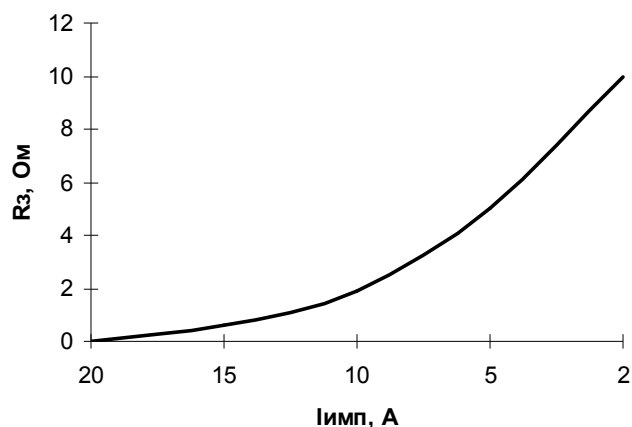


Рисунок 8 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

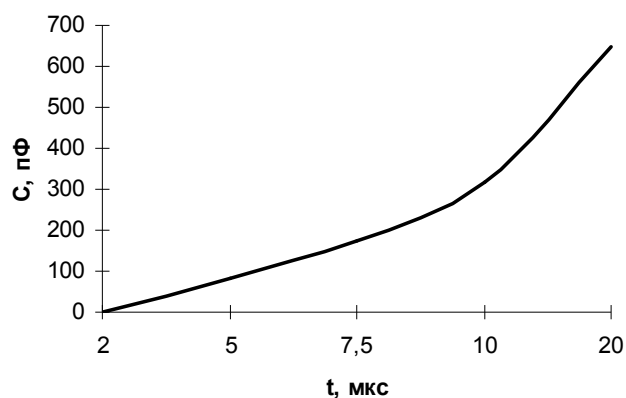


Рисунок 9 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости  $C_b$

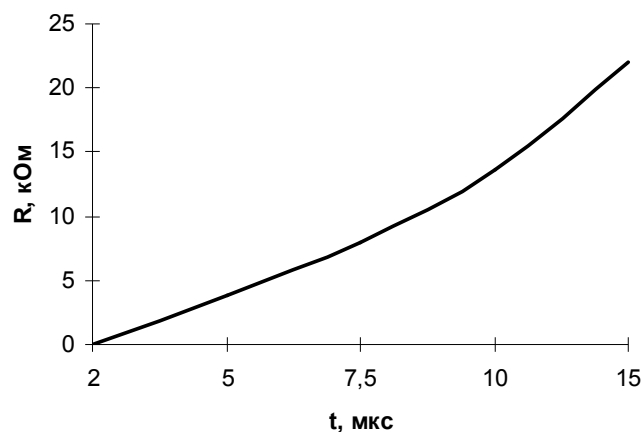


Рисунок 10 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов  $R_{dt}$

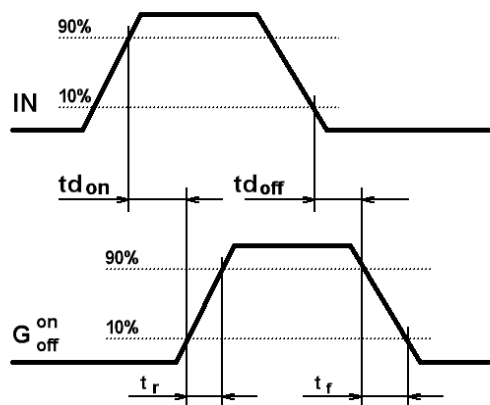


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера  
где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

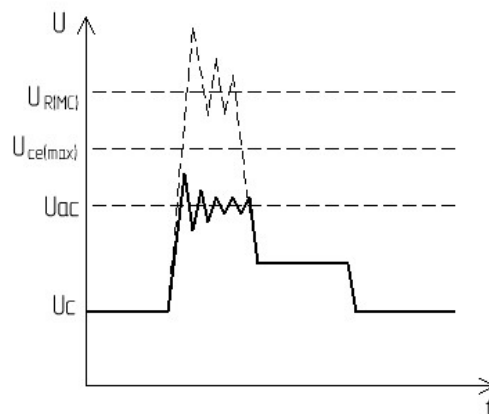


Рисунок 12 – График работы драйвера при срабатывании защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора  
где  $U_{ac}$  – напряжение срабатывания защиты от перенапряжения;  $U_{ce(max)}$  – максимальное напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора,  $U_t(mc)$  – максимально допустимое обратное напряжение на выводе коллектора драйвера

## 9 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 10 РЕКОМЕНДАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 10.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                                                                                                         | Значение внешнего воздействующего фактора |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:<br>- диапазон частот, Гц;<br>- амплитуда ускорения, $m/s^2$ (g)                                              | 0,5 - 100<br>150 (15)                     |
| Механический удар одиночного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, $m/s^2$ (g);<br>- длительность импульса ударного ускорения, мс | 40 (4)<br>50                              |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - М27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

### 10.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 5 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:                                                    |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | минус 45                        |
| - предельная, °С                                                                 | минус 60                        |
| Повышенная температура окружающей среды:                                         |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | +85                             |
| - предельная, °С                                                                 | +100                            |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 11 ТРЕБОВАНИ НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 12 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

## 13 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ

## ДР2180П–Б5 АНАЛОГ 2SB315А

### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Двухканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (MOSFET или IGBT) (далее – драйвер) предназначен для зависимого гальванически развязанного управления двумя мощными транзисторами с предельно допустимым напряжением до 3300 В. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 100 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора. Драйвер конструктивно и функционально аналогичен драйверу 2SB315А.

При поставке драйвер настроен на порог включения защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер равный 1100 В (джампер JP2, JP4). При необходимости установки других значений следует поменять необходимые джамперы.

### 2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемых транзисторов и сигналов управления.

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затворами управляемых транзисторов;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемых транзисторов;
- 6 Схема защиты управляемых транзисторов от перегрузки по току.

### 3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Блокировку управления при «аварии»
- 5 Сигнализацию о наличии аварии;
- 6 Регулировку времени включения - выключения управляемого транзистора путем изменения сопротивления резисторов в выходной цепи ( $R_{on}$ ,  $R_{off}$ );
- 7 Блокировку одновременного включения верхнего и нижнего плеча;
- 8 Задержку на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 9 Регулировку задержки на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 10 Контроль напряжений питания драйвера (встроенные компараторы) на выходе DC-DC преобразователя.

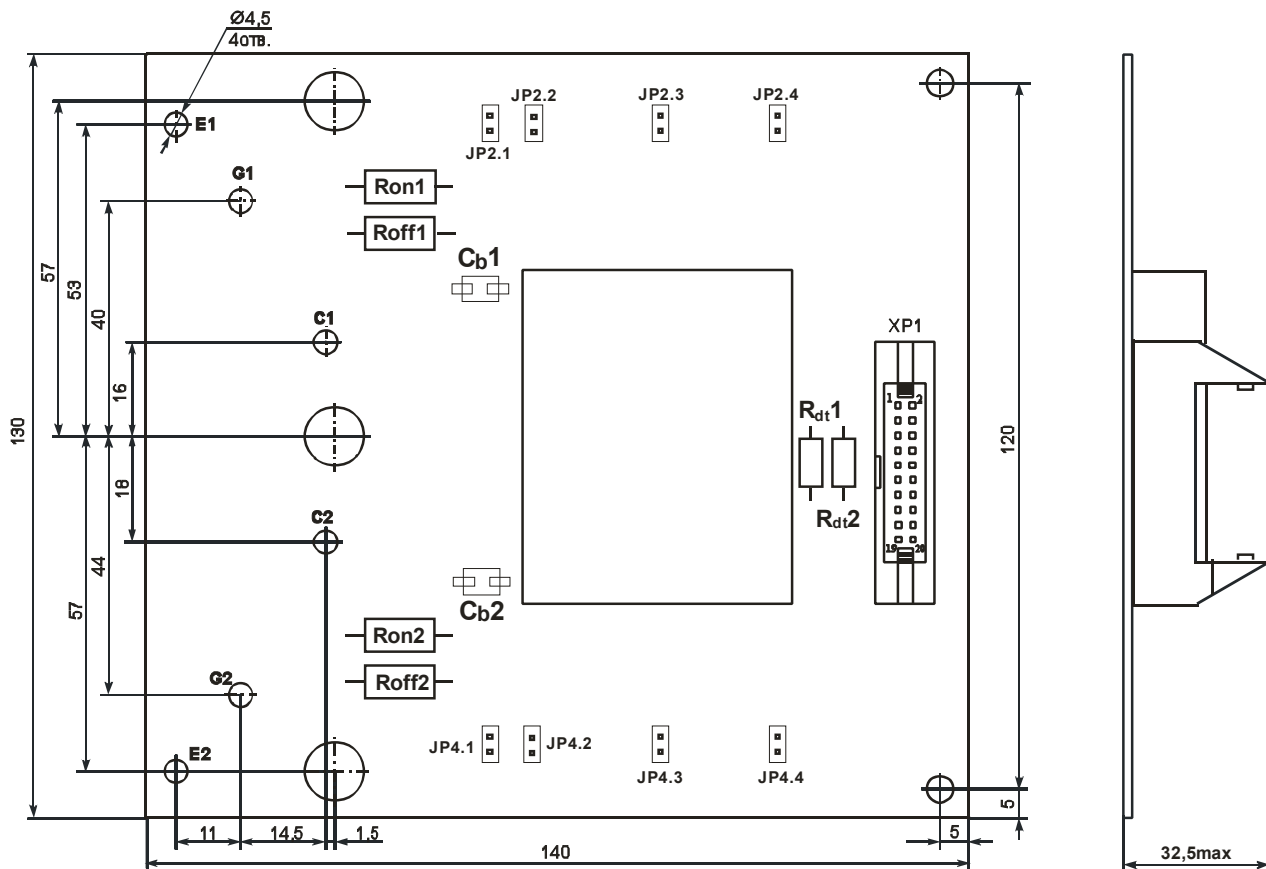


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

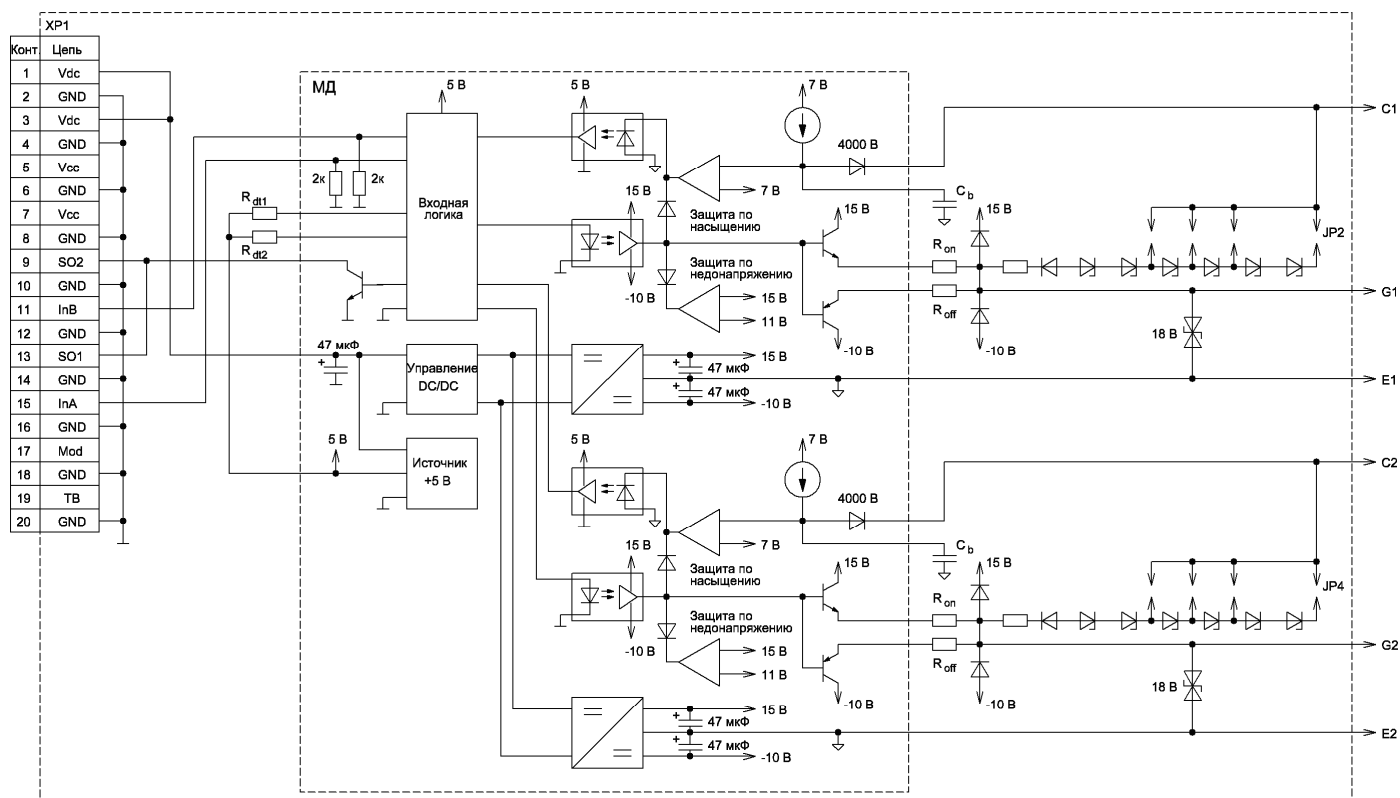


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

XP1 – вилка IDCC-20MS; ответная часть - розетка IDC-20

3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов разъёма XP1

| Номер вывода | Обозначение вывода | Назначение выводов                        |
|--------------|--------------------|-------------------------------------------|
| 1            | Vdc                | Питание +15 В                             |
| 2            | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 3            | Vdc                | Питание +15 В                             |
| 4            | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 5            | -                  | Незадействован                            |
| 6            | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 7            | -                  | Незадействован                            |
| 8            | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 9            | SO2                | Выход сигнала ошибки (открытый коллектор) |
| 10           | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 11           | INb                | Управляющий вход канала 2                 |
| 12           | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 13           | SO1                | Выход сигнала ошибки (открытый коллектор) |
| 14           | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 15           | INa                | Управляющий вход канала 1                 |
| 16           | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 17           | -                  | Незадействован                            |
| 18           | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 19           | -                  | Незадействован                            |
| 20           | GND                | Общий цепей питания и управления          |

#### 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при T = 25 °C)

| Параметр                                                                       | Обозначение        | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|----------|-----|----------|--------------------------------------------|
|                                                                                |                    |                   | не менее | тип | не более |                                            |
| Параметры блока DC/DC                                                          |                    |                   |          |     |          |                                            |
| Напряжение питания                                                             | U <sub>S</sub>     | В                 | 13,5     | 15  | 16,5     |                                            |
| Ток потребления холостого хода                                                 | I <sub>S</sub>     | мА                |          | 80  | 120      | f <sub>упр</sub> = 0 Гц                    |
| Максимальный ток потребления                                                   | I <sub>S max</sub> | мА                |          |     | 550      | под нагрузкой см. рисунки 5 и 6            |
| Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера          | P <sub>DC-DC</sub> | Вт                | 3        |     |          | для каждого канала                         |
| Параметры монитора напряжения                                                  |                    |                   |          |     |          |                                            |
| Порог включения защиты                                                         | U <sub>UVLO-</sub> | В                 |          | 11  |          | выход DC-DC                                |
| Порог выключения защиты                                                        | U <sub>UVLO+</sub> | В                 |          | 12  |          |                                            |
| Параметры входов управления                                                    |                    |                   |          |     |          |                                            |
| Входное напряжение высокого уровня                                             | U <sub>IH</sub>    | В                 | 3        | 5   | 5,6      |                                            |
| Входное напряжение низкого уровня                                              | U <sub>IL</sub>    | В                 | -0,6     | 0   | 0,8      |                                            |
| Входное сопротивление                                                          | R <sub>IN</sub>    | кОм               |          | 2   |          |                                            |
| Временные параметры                                                            |                    |                   |          |     |          |                                            |
| Время задержки включения и выключения вход-выход                               | td (in-out)        | мкс               |          |     | 0,5      | см. рисунок 11                             |
| «Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов | t <sub>TD</sub>    | мкс               | 2        |     |          | настраивается потребителем; см. рисунок 10 |
| Максимальная рабочая частота                                                   | f <sub>max</sub>   | кГц               |          |     | 100      | без нагрузки; см. рисунки 5 и 6            |

|                                                                                                                            |                                  |        |     |      |      |                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------|-----|------|------|------------------------------------------------------|
| Время задержки срабатывания за-<br>щиты по ненасыщению                                                                     | t <sub>BLOCK1</sub>              | мкс    | 2   |      |      | настраи-<br>вается<br>потребителем;<br>см. рисунок 9 |
| Время блокировки управляемого<br>транзистора после «аварии»                                                                | t <sub>BLOCK2</sub>              | мс     |     | 70   |      |                                                      |
| Время плавного аварийного от-<br>ключения управляемого транзи-<br>стора                                                    | t <sub>off</sub>                 | мкс    |     | 1,5  |      |                                                      |
| Время задержки включения сиг-<br>нала аварии                                                                               | t <sub>d(on-err)</sub>           | мкс    |     |      | 2    |                                                      |
| Выходные параметры                                                                                                         |                                  |        |     |      |      |                                                      |
| Выходное напряжение высокого<br>уровня                                                                                     | U <sub>OH</sub>                  | В      | +12 | +15  | +18  | во всем диапазо-<br>не допустимых<br>нагрузок        |
| Выходное напряжение низкого<br>уровня                                                                                      | U <sub>OL</sub>                  | В      | -8  | -10  | -12  |                                                      |
| Максимальный выходной им-<br>пульсный ток включения                                                                        | I <sub>Omax on</sub>             | А      | +18 | 20   |      | настраи-<br>вается<br>потребителем;<br>см. рисунок 8 |
| Максимальный выходной им-<br>пульсный ток выключения                                                                       | I <sub>Omax off</sub>            | А      |     | -22  | -18  |                                                      |
| Средний выходной ток                                                                                                       | I <sub>O</sub>                   | мА     |     |      | 130  | на каждый канал                                      |
| Время нарастания и спада выход-<br>ного сигнала                                                                            | t <sub>r (f)</sub>               | нс     |     |      | 150  | см. рисунок 11                                       |
| Максимальный ток выхода сигна-<br>ла аварии                                                                                | I <sub>ERR max</sub>             | мА     |     |      | 20   |                                                      |
| Максимальное напряжение выхо-<br>да сигнала аварии                                                                         | U <sub>ERR max</sub>             | В      |     |      | 20   |                                                      |
| Остаточное напряжение выхода<br>сигнала аварии                                                                             | U <sub>O ERR</sub>               | В      |     | 0,3  | 0,7  | при I <sub>ERR</sub> = 20 мА                         |
| Напряжение насыщения, соответ-<br>ствующее срабатыванию защиты<br>по ненасыщению                                           | U <sub>MC</sub> <sup>Th</sup>    | В      |     |      | 5,0  |                                                      |
| Параметры изоляции                                                                                                         |                                  |        |     |      |      |                                                      |
| Максимально допускаемое обрат-<br>ное напряжение на коллекторе                                                             | U <sub>C</sub>                   | В      |     |      | 4000 |                                                      |
| Напряжение изоляции между<br>входом и выходом                                                                              | U <sub>ISO(IN-OUT)</sub>         | В      |     |      | 7500 | DC, 1 мин                                            |
| Напряжение изоляции между вы-<br>водами первого и второго каналов                                                          | U <sub>ISO(OUT1-<br/>OUT2)</sub> | В      |     |      | 4000 | DC, 1 мин                                            |
| Критическая скорость изменения<br>напряжения на выходе                                                                     | (dU/dt) <sub>cr</sub>            | кВ/мкс |     |      | 20   |                                                      |
| Параметры защиты от перенапряжения                                                                                         |                                  |        |     |      |      |                                                      |
| Напряжение срабатывания защи-<br>ты от перенапряжения коллектор-<br>эмиттер управляемого транзисто-<br>ра (см. рисунок 12) | U <sub>AC</sub>                  | В      |     | 1100 |      | установлен JP2(4).1                                  |
|                                                                                                                            |                                  |        |     | 1600 |      | установлен JP2(4).2                                  |
|                                                                                                                            |                                  |        |     | 2000 |      | установлен JP2(4).3                                  |
|                                                                                                                            |                                  |        |     | 3000 |      | установлен JP2(4).4                                  |
| Параметры управляемого транзистора                                                                                         |                                  |        |     |      |      |                                                      |
| Максимально допустимое напря-<br>жение управляемого транзистора                                                            | U <sub>CE (U<sub>DS</sub>)</sub> | В      |     |      | 3300 |                                                      |
| Параметры эксплуатации и хранения                                                                                          |                                  |        |     |      |      |                                                      |
| Рабочий диапазон температур                                                                                                | T <sub>A</sub>                   | °C     | -45 |      | +85  |                                                      |
| Температура хранения                                                                                                       | T <sub>S</sub>                   | °C     | -60 |      | +100 |                                                      |

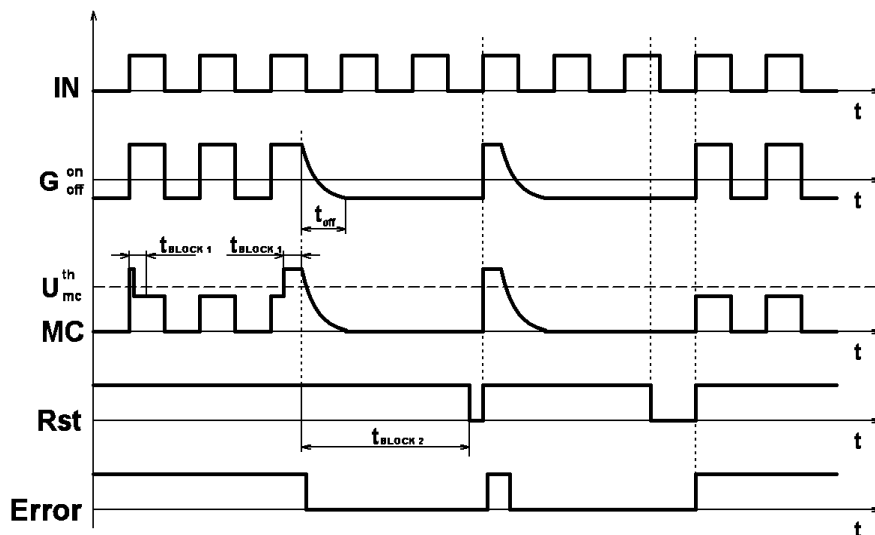
## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача «лог.1» на управляющий вход «INa» или «INb» приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более, чем на  $U_{mc}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$  приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (защита по ненасыщению). При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (выводы «SO1» и «SO2»). Через 70мс будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии» и по переднему фронту сигнала управления «IN» будет открыт управляемый транзистор. В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO-}$  приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO+}$  сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на выходах «SO» не появляется.

При подаче на входы «INa» и «INb» одновременно «лог. 1» произойдет блокировка управления и управляемые транзисторы будут закрыты, при этом сигнализации о наличии ошибки на выходах «SO» не появляется.

Диаграммы, поясняющие работу драйвера, приведены на рисунках 3 и 4.



Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

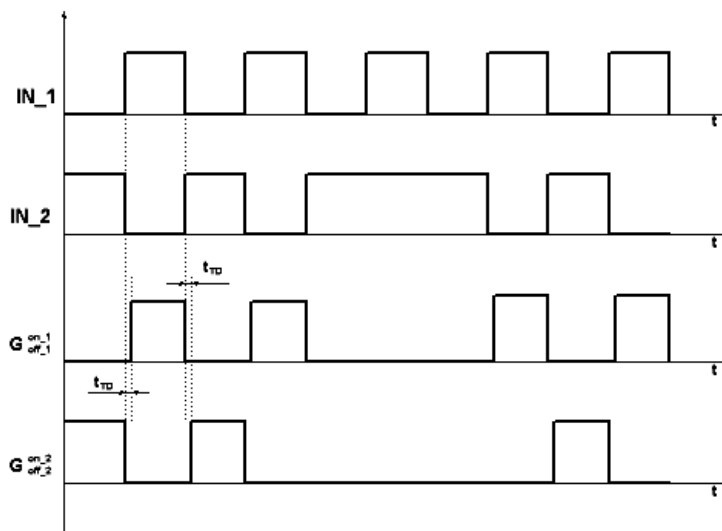


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**INa, INb** – управляющие входы. Управление драйвером описано в разделе «Работа драйвера». При подаче управляющего напряжения следует учитывать, что на входах управления установлены обратные защитные диоды, как следствие, в том случае если напряжение управления будет превышать напряжения питания более чем на 0,6, произойдёт увеличения тока потребления по входам и при значительном превышении напряжения питания драйвер может выйти из строя.

Если требуется управление драйвером уровнем «лог.1» амплитудой 15 В, то рекомендуется последовательно с входами управления включить резисторы 3,9...4,3 кОм.

**SO1, SO2** – выводы, сигнализирующие о возникновении аварии. Выводы представляет собой открытый коллектор транзистора схемы защиты. При этом транзистор будет открываться только при аварии, вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня «Uuvlo-» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «Uuvlo+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует. Также не последует сигнализации в случае одновременной подачи на управляющие входы сигналов соответствующих «лог.1», хотя выходные транзисторы будут закрыты.

Не рекомендуется подавать на данные выходы напряжение и ток значениями выше предельно допустимых, в том числе и кратковременно.

**Vdc** – вход питания драйвера. Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «Uuvlo-» и управление транзистором будет некорректным.

Ток потребления по входу питания составляет не более 120 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 550 мА (равная нагрузка для обоих каналов). При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 550 мА, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. В случае, если нагрузка по каналам распределена неравномерно, то ток потребления одним каналом не должен превышать 250 мА. Ток потребления зависит от частоты сигнала управления, от значений сопротивлений затворных резисторов и от входной ёмкости затвора (см. рисунок 6). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 5.

**GND** – общий цепей питания и управления; тем самым схема управления гальванически не связана с входом DC/DC-преобразователя.

**Резисторы Rdt1, Rdt2** – времязадающие резисторы настройки задержки на переключение первого и второго каналов. Фактически резисторами регулируется время задержки включения, тем самым при установке резисторов разных номиналов задержка на переключение по передним фронтам управляющих импульсов первого и второго каналов будет различной. В том случае, если увеличение времени задержки на переключение не требуется, вместо резисторов следует установить перемычки. Зависимость времени задержки от номинала резисторов приведена на рисунке 10. Изначально установлены резисторы номиналом 1 Ом, что соответствует минимальному «мёртвому» времени (2 мкс).

**Конденсаторы C<sub>b1</sub>, C<sub>b2</sub>** – времязадающие конденсаторы задержки выключения соответствующего управляемого транзистора при перегрузке по току. Задержка на срабатывание защиты необходима для избегания ложных срабатываний по кратковременным индуктивным выбросам и по переходным процессам при включении. При этом длительность данной задержки будет равна длительности «импульса перезапуска» в случае возникновения аварии. Для увеличения задержки срабатывания защиты, рекомендуется устанавливать конденсаторы с номиналами указанными на рисунке 9. Изначально установлены конденсаторы ёмкостью 100 пФ, что соответствует длительности задержки 5 мкс (тип.).

**G1, G2** – выходы, предназначенные для подключения затворов управляемых транзисторов.

Затворные резисторы (Ron1, Ron2, Roff1, Roff2) необходимы для уменьшения максимального импульсного тока. Допускается установка резисторов любого номинала, в том числе 0 Ом. Допускается установка резисторов разных номиналов, к примеру, для увеличения длительности выключения управляемого транзистора с целью уменьшения амплитуды напряжения индуктивных выбросов. Зависимость

выходного импульсного тока от номиналов затворных резисторов приведена на рисунке 8. Изначально установлены резисторы 0,2 Ом, что соответствует максимальному импульсному току.

**C1, C2** – выводы подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Выводы предназначены для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. При этом максимальное значение порога срабатывания защиты равно 5,0 В.

В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то вывод «С» следует закоротить на вывод эмиттера соответствующего канала.

**E1, E2** – выходы подключения эмиттеров управляемых транзисторов.

**JP2, JP4** – джамперы, подключающие защиту от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора каналов 1 и 2 соответственно. При этом положению JP2(4).1 соответствует напряжение срабатывания 1100 В, положению JP2(4).2 соответствует 1600 В, положению JP2(4).3 соответствует 2000 В, положению JP2(4).4 соответствует 3000 В.

## 7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАСТРОЙКЕ ДРАЙВЕРА

Для получения драйвера полностью аналогичного plug-n-play драйверу 2SB315A для конкретного модуля рекомендуется настроить драйвер ДР2180П-Б5 соответственно 2SB315A. При настройке драйвера следует придерживаться следующей методики:

1. Отключить драйвер 2SB315A от модуля, между выводами коллектора и эмиттера драйвера подключить источники постоянного напряжения, контролировать сигнал на затворах.

2. Подать управляющие сигналы и измерить «мёртвое» время на переключение (по уровню 0 В);

3. Плавно поднимая напряжение на источниках имитирующих напряжение насыщения транзистора измерить напряжение срабатывания защиты.

4. Относительно порога срабатывания защиты увеличить напряжение в два раза и измерить задержку срабатывания защиты по ненасыщению.

5. Снять режим аварии, выставить частоту управляющего сигнала 0,1...1 кГц, между затвором и эмиттером подключить RC-цепочку (резистором к затвору) номиналами 0,1 Ом / 1мкФ (конденсатор неполярный). Включить драйвер и измерить падение напряжения на резисторе (измерение импульсного тока драйвера).

6. Настроить драйвер ДР2180П-Б5 в соответствии с параметрами драйвера 2SB315A, а именно:

- резисторами Rdt в соответствии с рисунком 10 выставить «мёртвое» время;

- конденсаторами Cb в соответствии с рисунком 9 выставить длительность задержки срабатывания защиты;

- резисторами Rg on(off) в соответствии с рисунком 8 выставить выходной импульсный ток.

7. Аналогично проверке драйвера 2SB315A измерить полученные параметры драйвера ДР2180П-Б5, убедившись в их соответствии.

8. Подключить драйвер к силовому модулю и убедиться в том, что преобразователь работает аналогично варианту с драйверами 2SB315A.

## 8 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

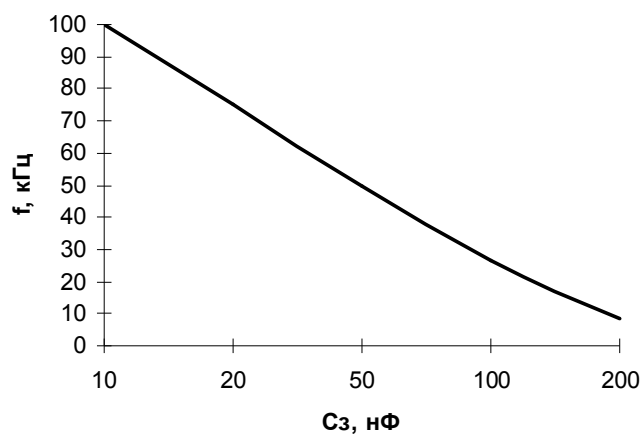


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

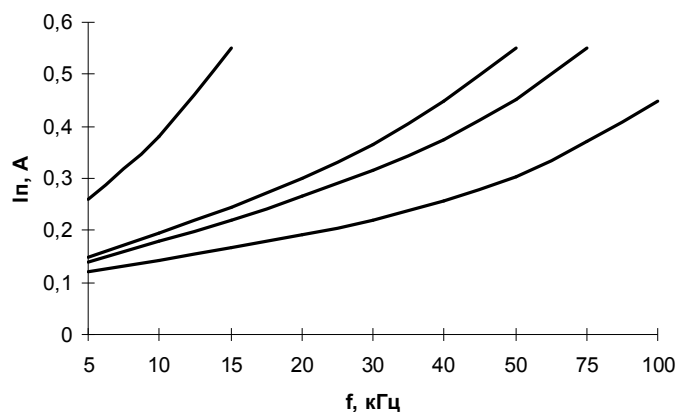


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

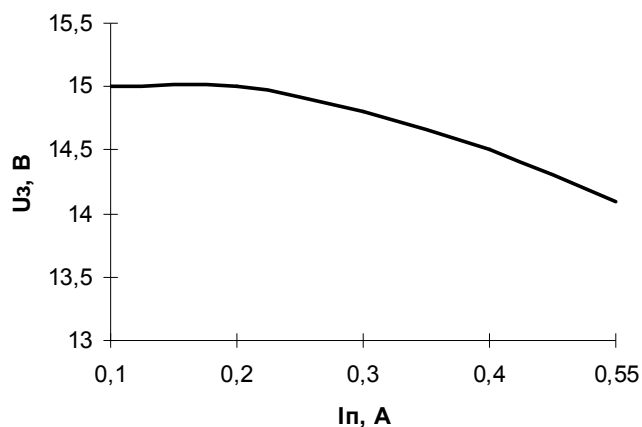


Рисунок 7 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

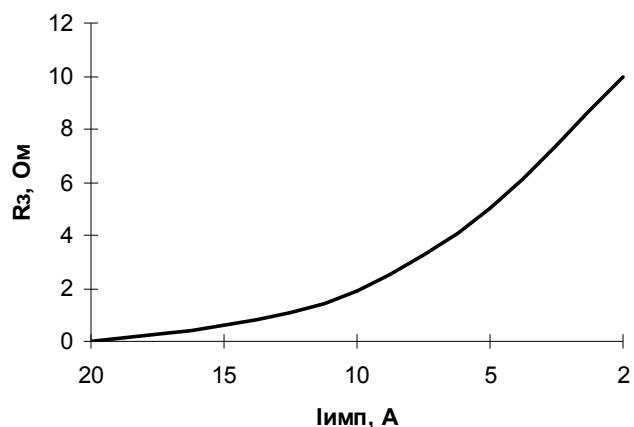


Рисунок 8 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

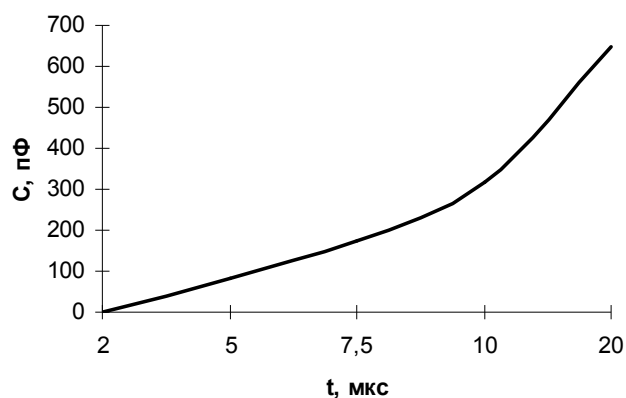


Рисунок 9 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости  $C_b$

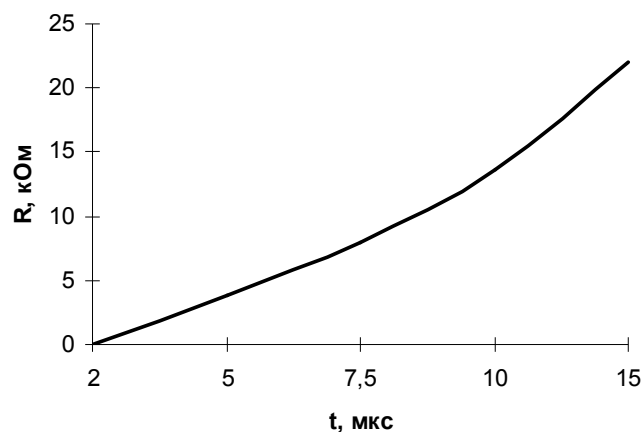


Рисунок 10 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов  $R_{dt}$

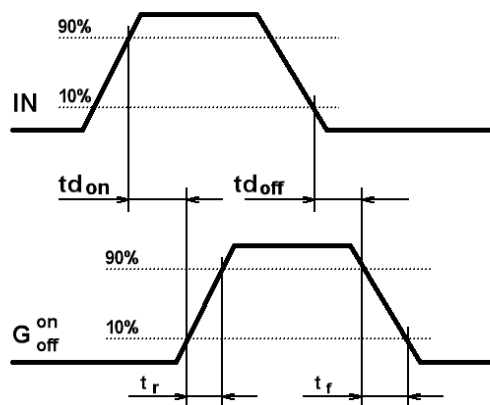


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера  
где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

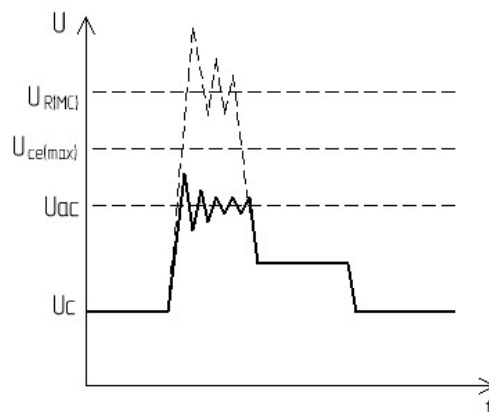


Рисунок 12 – График работы драйвера при срабатывании защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора  
где  $U_{ac}$  – напряжение срабатывания защиты от перенапряжения;  $U_{ce(max)}$  – максимальное напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора,  $U_{RIMC}$  – максимально допустимое обратное напряжение на выводе коллектора драйвера

## 9 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 10 РЕКОМЕНДАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 10.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                                                                                                         | Значение внешнего воздействующего фактора |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:<br>- диапазон частот, Гц;<br>- амплитуда ускорения, $m/s^2$ (g)                                              | 0,5 - 100<br>150 (15)                     |
| Механический удар одиночного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, $m/s^2$ (g);<br>- длительность импульса ударного ускорения, мс | 40 (4)<br>50                              |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - M27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

### 10.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 5 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:                                                    |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | минус 45                        |
| - предельная, °С                                                                 | минус 60                        |
| Повышенная температура окружающей среды:                                         |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | +85                             |
| - предельная, °С                                                                 | +100                            |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 11 ТРЕБОВАНИ НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 12 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

## 13 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ

## ДР2180П–Б4 АНАЛОГ 2SP0115

### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Двухканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (MOSFET или IGBT) (далее – драйвер) предназначен для зависимого гальванически развязанного управления двумя мощными транзисторами с предельно допустимым напряжением до 1700 В. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 100 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора. Драйвер конструктивно и функционально аналогичен драйверу 2SP0115.

При поставке драйвер настроен на порог включения защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер равный 1100 В (джампер JP2, JP4). При необходимости установки других значений следует поменять необходимые джамперы.

### 2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемых транзисторов и сигналов управления.

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затворами управляемых транзисторов;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемых транзисторов;
- 6 Схема защиты управляемых транзисторов от перегрузки по току.

### 3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Блокировку управления при «аварии»
- 5 Сигнализацию о наличии аварии;
- 6 Регулировку времени включения - выключения управляемого транзистора путем изменения сопротивления резисторов в выходной цепи ( $R_{on}$ ,  $R_{off}$ );
- 7 Блокировку одновременного включения верхнего и нижнего плеча;
- 8 Задержку на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 9 Регулировку задержки на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 10 Контроль напряжений питания драйвера (встроенные компараторы) на выходе DC-DC преобразователя.

3.2 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема драйвера изображена на рисунке 2.

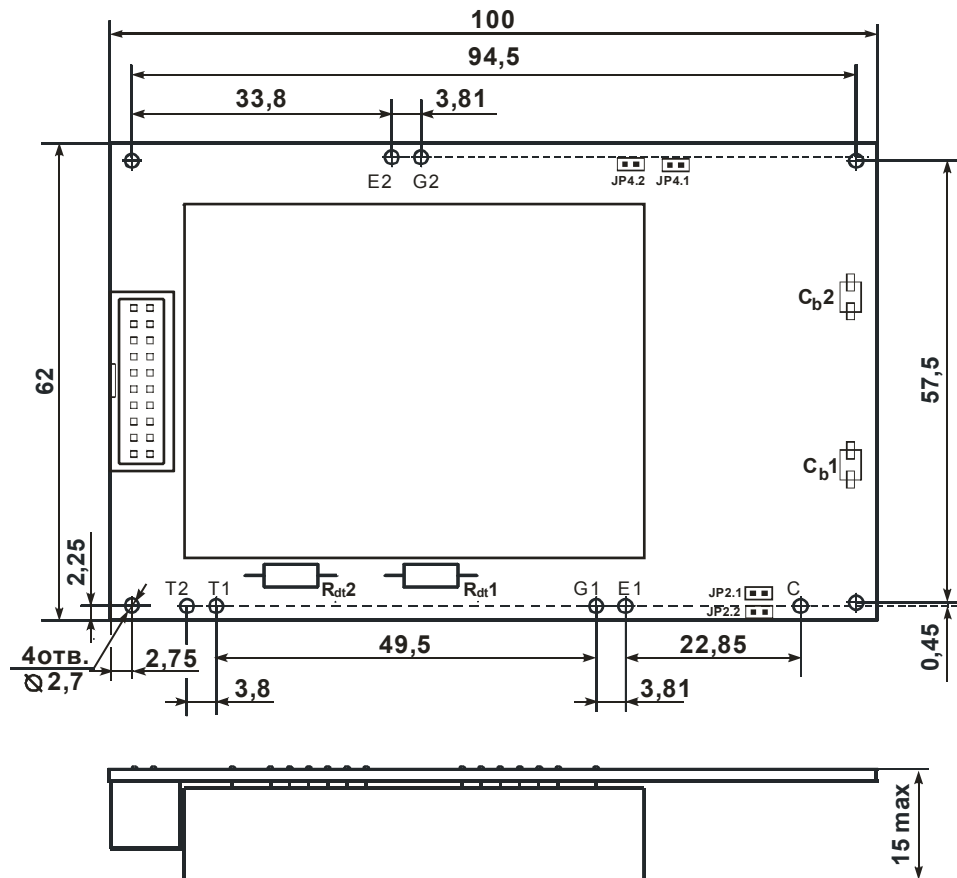


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

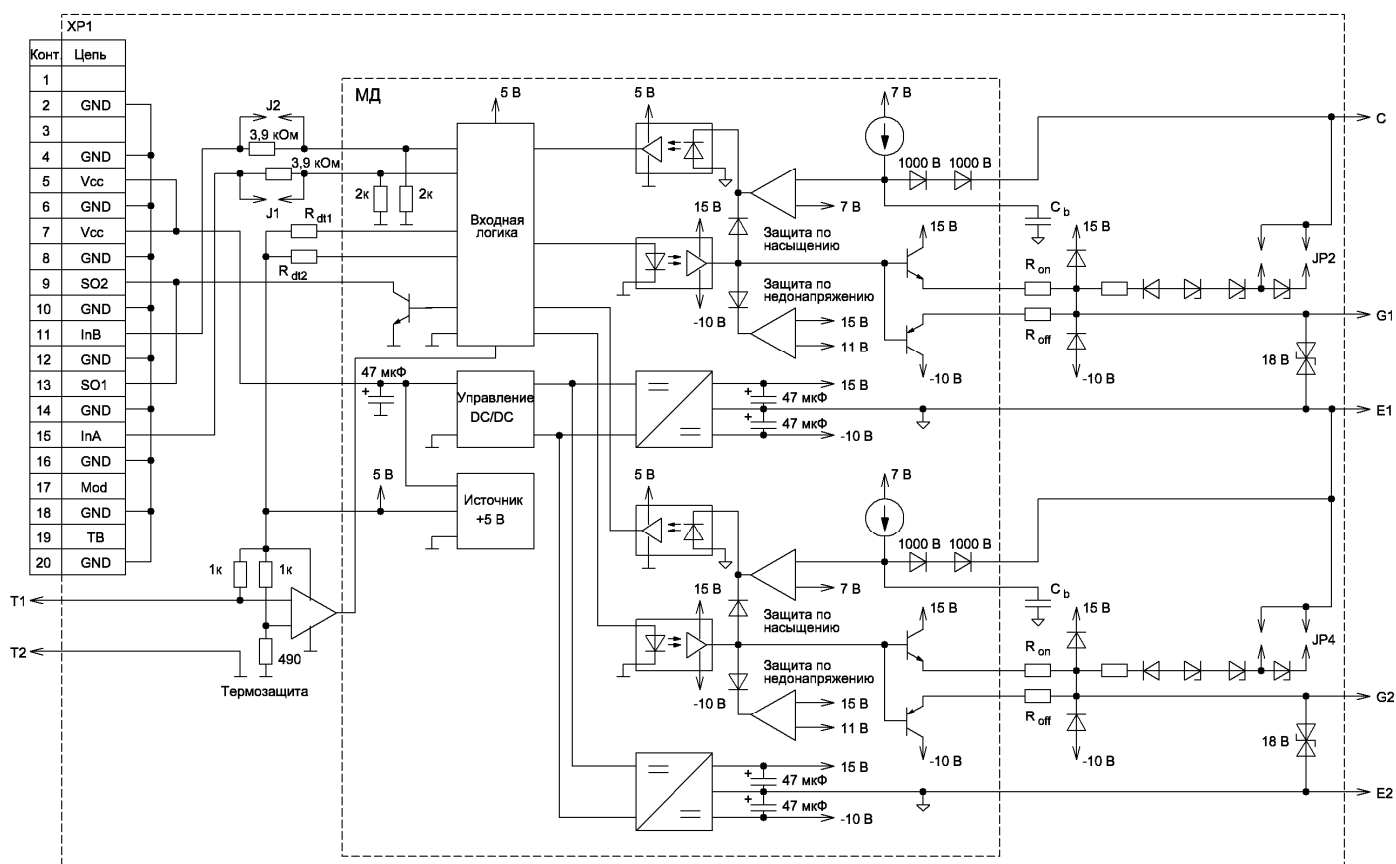


Рисунок 2– Функциональная схема драйвер

XP1 – вилка IDCC-20MS; ответная часть - розетка IDC-20

3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов разъёма XP1

| Номер вывода | Обозначение вывода | Назначение выводов                        |
|--------------|--------------------|-------------------------------------------|
| 1            | -                  | Незадействован                            |
| 2            | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 3            | -                  | Незадействован                            |
| 4            | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 5            | Vcc                | Питание +15 В                             |
| 6            | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 7            | Vcc                | Питание +15 В                             |
| 8            | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 9            | SO2                | Выход сигнала ошибки (открытый коллектор) |
| 10           | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 11           | INb                | Управляющий вход канала 2                 |
| 12           | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 13           | SO1                | Выход сигнала ошибки (открытый коллектор) |
| 14           | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 15           | INa                | Управляющий вход канала 1                 |
| 16           | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 17           | -                  | Незадействован                            |
| 18           | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 19           | -                  | Незадействован                            |
| 20           | GND                | Общий цепей питания и управления          |

#### 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при T = 25 °C)

| Параметр                                                              | Обозначение        | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                      |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|----------|-----|----------|---------------------------------|
|                                                                       |                    |                   | не менее | тип | не более |                                 |
| Параметры блока DC/DC                                                 |                    |                   |          |     |          |                                 |
| Напряжение питания                                                    | U <sub>S</sub>     | В                 | 13,5     | 15  | 16,5     |                                 |
| Ток потребления холостого хода                                        | I <sub>S</sub>     | мА                |          | 90  | 120      | f <sub>упр</sub> = 0 Гц         |
| Максимальный ток потребления                                          | I <sub>S max</sub> | мА                |          |     | 550      | под нагрузкой см. рисунки 5 и 6 |
| Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера | P <sub>DC-DC</sub> | Вт                | 3        |     |          | для каждого канала              |
| Параметры монитора напряжения                                         |                    |                   |          |     |          |                                 |
| Порог включения защиты                                                | U <sub>UVLO-</sub> | В                 |          | 11  |          | выход DC-DC                     |
| Порог выключения защиты                                               | U <sub>UVLO+</sub> | В                 |          | 12  |          |                                 |
| Параметры температурной защиты                                        |                    |                   |          |     |          |                                 |
| Сопротивление терморезистора соот. срабатыванию защиты                | R <sub>t</sub>     | Ом                |          | 490 |          |                                 |
| Температура модуля, соот. срабатыванию защиты                         | T <sub>B</sub>     | °C                |          | 95  |          |                                 |
| Гистерезис температурной защиты                                       | η                  | %                 | 10       | 13  |          |                                 |
| Параметры входов управления                                           |                    |                   |          |     |          |                                 |
| Входное напряжение высокого уровня                                    | U <sub>IH</sub>    | В                 | 3        | 5   | 5,6      | Перемычки J1, J2 установлены    |
| Входное напряжение низкого уровня                                     | U <sub>IL</sub>    | В                 | -0,6     | 0   | 0,8      |                                 |
| Входное сопротивление                                                 | R <sub>IN</sub>    | кОм               |          | 2   |          |                                 |
| Входное напряжение высокого уровня                                    | U <sub>IH</sub>    | В                 | 9        | 15  | 16,8     | Перемычки J1, J2 не установлены |
| Входное напряжение низкого уровня                                     | U <sub>IL</sub>    | В                 | -0,6     | 0   | 2,4      |                                 |
| Входное сопротивление                                                 | R <sub>IN</sub>    | кОм               |          | 5,9 |          |                                 |

| Временные параметры                                                                                          |                                    |        |     |      |      |                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------|-----|------|------|--------------------------------------------|
| Время задержки включения и выключения вход-выход                                                             | td (in-out)                        | мкс    |     |      | 0,5  | см. рисунок 11                             |
| «Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов                               | t <sub>TD</sub>                    | мкс    | 2   |      |      | настраивается потребителем; см. рисунок 10 |
| Максимальная рабочая частота                                                                                 | f <sub>max</sub>                   | кГц    |     |      | 100  | без нагрузки; см. рисунки 5 и 6            |
| Время задержки срабатывания защиты по ненасыщению                                                            | t <sub>BLOCK1</sub>                | мкс    | 2   |      |      | настраивается потребителем; см. рисунок 9  |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                                                     | t <sub>BLOCK2</sub>                | мс     |     | 70   |      |                                            |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора                                                | toff                               | мкс    |     | 1,5  |      |                                            |
| Время задержки включения сигнала аварии                                                                      | td <sub>(on-err)</sub>             | мкс    |     |      | 2    |                                            |
| Выходные параметры                                                                                           |                                    |        |     |      |      |                                            |
| Выходное напряжение высокого уровня                                                                          | U <sub>OH</sub>                    | В      | +12 | +15  | +18  | во всем диапазоне допустимых нагрузок      |
| Выходное напряжение низкого уровня                                                                           | U <sub>OL</sub>                    | В      | -8  | -10  | -12  |                                            |
| Максимальный выходной импульсный ток включения                                                               | I <sub>Omax on</sub>               | А      | +18 | 20   |      | настраивается потребителем; см. рисунок 8  |
| Максимальный выходной импульсный ток выключения                                                              | I <sub>Omax off</sub>              | А      |     | -22  | -18  |                                            |
| Средний выходной ток                                                                                         | I <sub>O</sub>                     | мА     |     |      | 130  | на каждый канал                            |
| Время нарастания и спада выходного сигнала                                                                   | t <sub>r(f)</sub>                  | нс     |     |      | 150  | см. рисунок 11                             |
| Максимальный ток выхода сигнала аварии                                                                       | I <sub>ERR max</sub>               | мА     |     |      | 20   |                                            |
| Максимальное напряжение выхода сигнала аварии                                                                | U <sub>ERR max</sub>               | В      |     |      | 20   |                                            |
| Остаточное напряжение выхода сигнала аварии                                                                  | U <sub>OERR</sub>                  | В      |     | 0,3  | 0,7  | при I <sub>ERR</sub> = 20 мА               |
| Напряжение насыщения, соответствующее срабатыванию защиты по ненасыщению                                     | Th<br>U <sub>MC</sub>              | В      |     |      | 5,8  | настраивается потребителем, см. таблицу 3  |
| Параметры изоляции                                                                                           |                                    |        |     |      |      |                                            |
| Максимально допускаемое обратное напряжение на коллекторе                                                    | U <sub>C</sub>                     | В      |     |      | 2000 |                                            |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                                                                   | U <sub>ISO(IN-OUT)</sub>           | В      |     |      | 4000 | DC, 1 мин                                  |
| Напряжение изоляции между выходами первого и второго каналов                                                 | U <sub>ISO(OUT1- OUT2)</sub>       | В      |     |      | 2000 | DC, 1 мин                                  |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                                                          | (dU/dt) <sub>cr</sub>              | кВ/мкс |     |      | 20   |                                            |
| Параметры защиты от перенапряжения                                                                           |                                    |        |     |      |      |                                            |
| Напряжение срабатывания защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора (см. рисунок 12) | U <sub>AC</sub>                    | В      |     | 1100 |      | установлен JP2(4).1                        |
|                                                                                                              |                                    |        |     | 1600 |      | установлен JP2(4).2                        |
| Параметры управляемого транзистора                                                                           |                                    |        |     |      |      |                                            |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора                                                   | U <sub>CE</sub> (U <sub>DS</sub> ) | В      |     |      | 1700 |                                            |
| Параметры эксплуатации и хранения                                                                            |                                    |        |     |      |      |                                            |
| Рабочий диапазон температур                                                                                  | T <sub>A</sub>                     | °C     | -45 |      | +85  |                                            |
| Температура хранения                                                                                         | T <sub>S</sub>                     | °C     | -60 |      | +100 |                                            |

## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

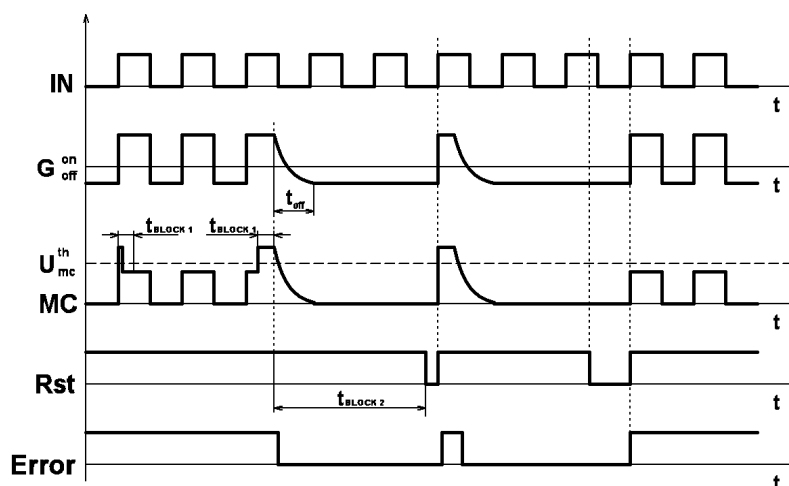
Подача «лог.1» на управляющий вход «INa» или «INb» приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более, чем на  $U_{mc}^{th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$  приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (защита по ненасыщению). При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (выводы «SO1» и «SO2»). Через 70мс будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии» и по переднему фронту сигнала управления «IN» будет открыт управляемый транзистор. В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO-}$  приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO+}$  сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнала ошибки на выходах «SO» не появляется.

При подаче на входы «INa» и «INb» одновременно «лог. 1» произойдет блокировка управления и управляемые транзисторы будут закрыты, при этом сигнализации о наличии ошибки на выходах «SO» не появляется.

При срабатывании температурной защиты работа драйвера будет заблокирована до момента снижения температуры модуля на 10% от температуры срабатывания, при этом сигнала аварии не последует.

Диаграммы, поясняющие работу драйвера, приведены на рисунках 3 и 4.



Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

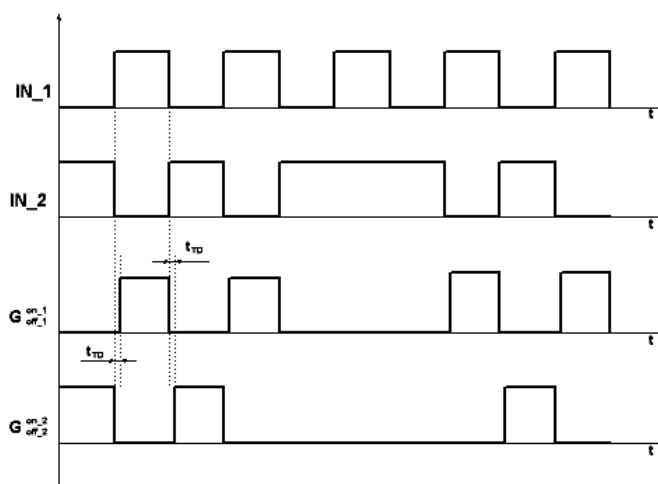


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**INa, INb** – управляющие входы. Управление драйвером описано в разделе «Работа драйвера». При подаче управляющего напряжения следует учитывать, что на входах управления установлены обратные защитные диоды, как следствие, в том случае если напряжение управления будет превышать напряжения питания более чем на 0,6, произойдёт увеличения тока потребления по входам и при значительном превышении напряжения питания драйвер может выйти из строя.

Если требуется управление драйвером уровнем «лог.1» амплитудой 15 В, то рекомендуется последовательно с входами управления включить резисторы 3,9...4,3 кОм.

**SO1, SO2** – выводы, сигнализирующие о возникновении аварии. Выводы представляет собой открытый коллектор транзистора схемы защиты. При этом транзистор будет открываться только при аварии, вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня «Uuvlo-» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «Uuvlo+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует. Также не последует сигнализации в случае одновременной подачи на управляющие входы сигналов соответствующих «лог.1», хотя выходные транзисторы будут закрыты.

Не рекомендуется подавать на данные выходы напряжение и ток значениями выше предельно допустимых, в том числе и кратковременно.

**Vcc** – вход питания драйвера. Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «Uuvlo-» и управление транзистором будет некорректным.

Ток потребления по входу питания составляет не более 120 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 550 мА (равная нагрузка для обоих каналов). При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 550 мА, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. В случае, если нагрузка по каналам распределена неравномерно, то ток потребления одним каналом не должен превышать 250 мА. Ток потребления зависит от частоты сигнала управления, от значений сопротивлений затворных резисторов и от входной ёмкости затвора (см. рисунок 6). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 5.

**GND** – общий цепей питания и управления; тем самым схема управления гальванически не связана с входом DC/DC-преобразователя.

**Резисторы Rdt1, Rdt2** – времязадающие резисторы настройки задержки на переключение первого и второго каналов. Фактически резисторами регулируется время задержки включения, тем самым при установке резисторов разных номиналов задержка на переключение по передним фронтам управляющих импульсов первого и второго каналов будет различной. В том случае, если увеличение времени задержки на переключение не требуется, вместо резисторов следует установить перемычки. Зависимость времени задержки от номинала резисторов приведена на рисунке 10. Изначально установлены резисторы номиналом 1 Ом, что соответствует минимальному «мёртвому» времени (2 мкс).

**Конденсаторы C<sub>б1</sub>, C<sub>б2</sub>** – времязадающие конденсаторы задержки выключения соответствующего управляемого транзистора при перегрузке по току. Задержка на срабатывание защиты необходима для избегания ложных срабатываний по кратковременным индуктивным выбросам и по переходным процессам при включении. При этом длительность данной задержки будет равна длительности «импульса перезапуска» в случае возникновения аварии. Для увеличения задержки срабатывания защиты, рекомендуется устанавливать конденсаторы с номиналами указанными на рисунке 9. Изначально установлены конденсаторы ёмкостью 100 пФ, что соответствует длительности задержки 5 мкс (тип.).

**G1, G2** – выходы, предназначенные для подключения затворов управляемых транзисторов.

Затворные резисторы ( $R_{on1}$ ,  $R_{on2}$ ,  $R_{off1}$ ,  $R_{off2}$ ) необходимы для уменьшения максимального импульсного тока. Допускается установка резисторов любого номинала, в том числе 0 Ом. Допускается установка резисторов разных номиналов, к примеру, для увеличения длительности выключения управляемого транзистора с целью уменьшения амплитуды напряжения индуктивных выбросов. Зависимость выходного импульсного тока от номиналов затворных резисторов приведена на рисунке 8. Изначально установлены резисторы 0,2 Ом, что соответствует максимальному импульсному току.

**C, E1** – выводы подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Выводы предназначены для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. При этом максимальное значение порога срабатывания защиты равно 5,8 В. В случае, если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то вывод «C» следует закоротить на вывод эмиттера соответствующего канала.

**E1, E2** – выходы подключения эмиттеров управляемых транзисторов.

**T1, T2** – входы подключения терморезистора. Срабатыванию температурной защиты соответствует увеличение сопротивления терморезистора до 490 Ом (тип.). Если температурная защита не требуется, данные выводы должны быть незадействованы.

### **Джамперы**

**J1, J2** – переключики выбора напряжения управления. При установленных переключках уровень «Лог.1» соответствует +5В; при не установленных переключках уровень «Лог.1» соответствует +15В.

**JP2, JP4** – джамперы, подключающие защиту от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора каналов 1 и 2 соответственно. При этом положению JP2(4).1 соответствует напряжение срабатывания 1100 В, положению JP2(4).2 соответствует 1200 В.

## **7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАСТРОЙКЕ ДРАЙВЕРА**

Для получения драйвера полностью аналогичного plug-n-play драйверу 2SP0115 для конкретного модуля рекомендуется настроить драйвер ДР2180П-Б4 соответственно 2SP0115. При настройке драйвера следует придерживаться следующей методики:

1. Отключить драйвер 2SP0115 от модуля, между выводами коллектора и эмиттера драйвера подключить источники постоянного напряжения, контролировать сигнал на затворах.

2. Подать управляющие сигналы и измерить «мёртвое» время на переключение (по уровню 0 В);

3. Плавно поднимая напряжение на источниках имитирующих напряжение насыщения транзистора измерить напряжение срабатывания защиты.

4. Относительно порога срабатывания защиты увеличить напряжение в два раза и измерить задержку срабатывания защиты по ненасыщению.

5. Снять режим аварии, выставить частоту управляющего сигнала 0,1...1 кГц, между затвором и эмиттером подключить RC-цепочку (резистором к затвору) номиналами 0,1 Ом / 1мкФ (конденсатор неполярный). Включить драйвер и измерить падение напряжения на резисторе (измерение импульсного тока драйвера).

6. Настроить драйвер ДР2180П-Б4 в соответствии с параметрами драйвера 2SP0115, а именно:

- резисторами  $R_{dt}$  в соответствии с рисунком 10 выставить «мёртвое» время;

- конденсаторами  $C_b$  в соответствии с рисунком 9 выставить длительность задержки срабатывания защиты;

- резисторами  $R_{g\ on(off)}$  в соответствии с рисунком 8 выставить выходной импульсный ток.

7. Аналогично проверке драйвера 2SP0115 измерить полученные параметры драйвера ДР2180П-Б4, убедившись в их соответствии.

8. Подключить драйвер к силовому модулю и убедиться в том, что преобразователь работает аналогично варианту с драйверами 2SP0115.

## 8 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

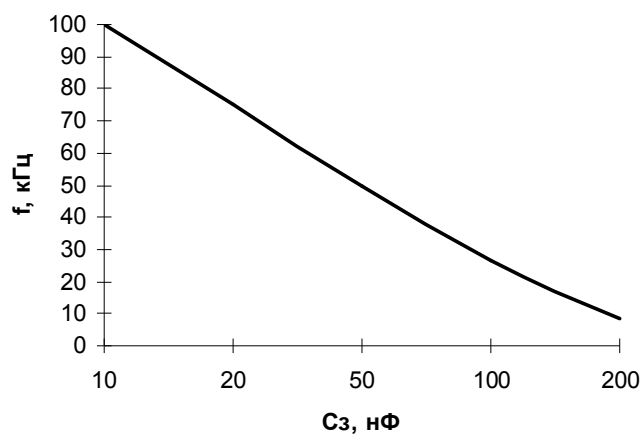


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

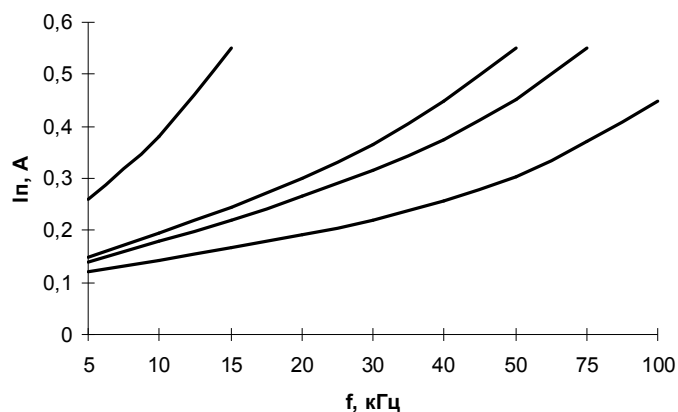


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

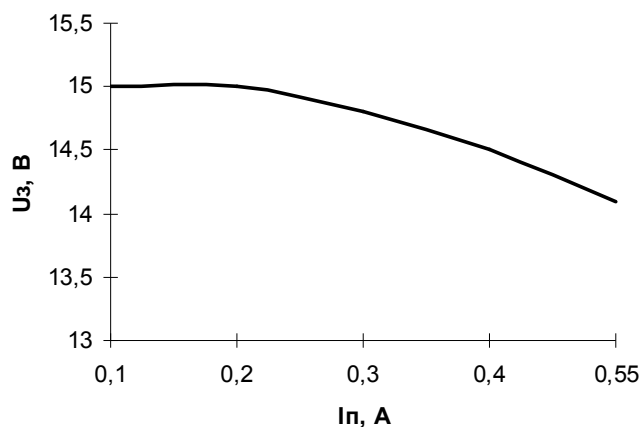


Рисунок 7 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

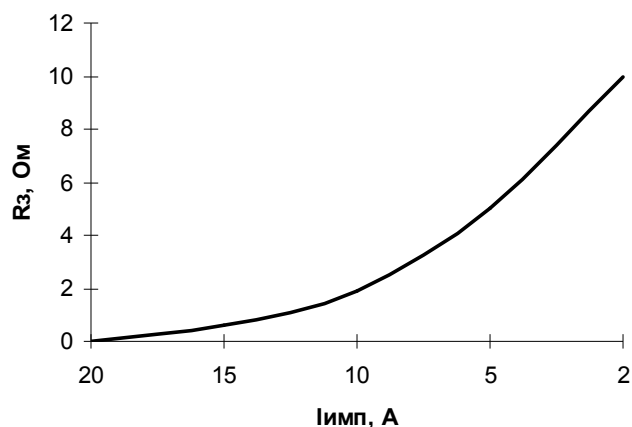


Рисунок 8 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

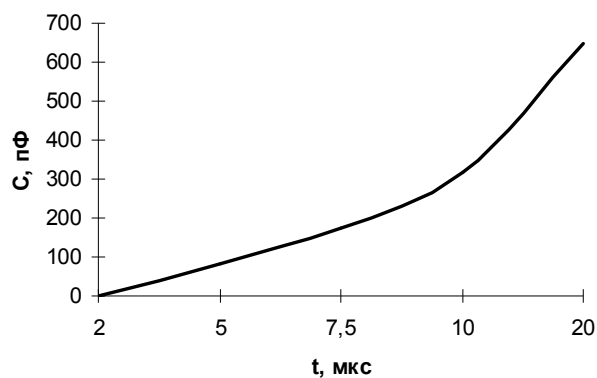


Рисунок 9 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости  $C_b$

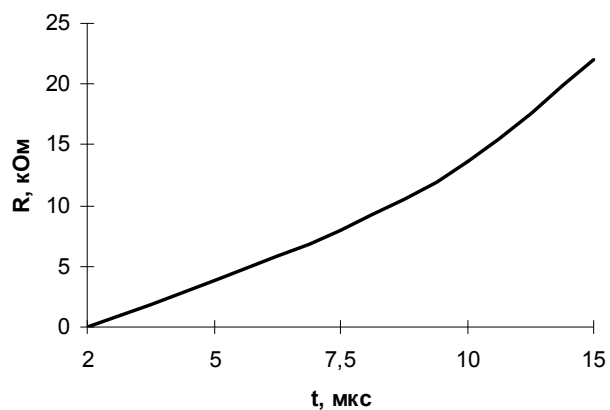


Рисунок 10 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов  $R_{dt}$

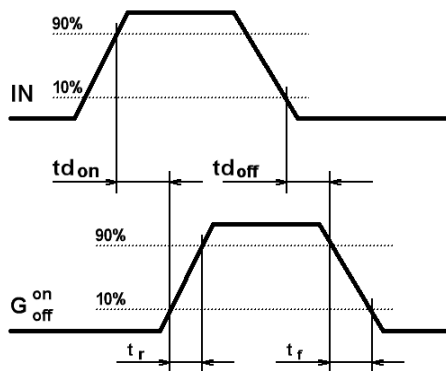


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера  
где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

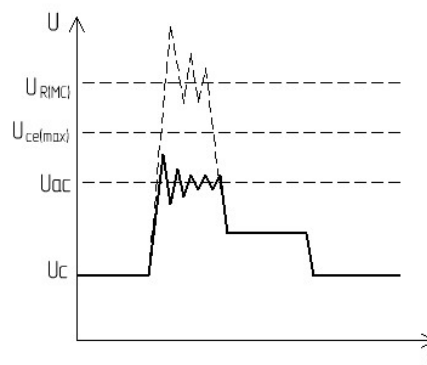


Рисунок 12 – График работы драйвера при срабатывании защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора  
где  $U_{ac}$  – напряжение срабатывания защиты от перенапряжения;  $U_{ce(max)}$  – максимальное напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора,  $U_{r(mc)}$  – максимально допустимое обратное напряжение на выводе коллектора драйвера

## 9 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 10 РЕКОМЕНДАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 10.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                  | Значение внешнего воздействующего фактора |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:                       |                                           |
| - диапазон частот, Гц;                         | 0,5 - 100                                 |
| - амплитуда ускорения, $m/s^2$ (g)             | 150 (15)                                  |
| Механический удар одиночного действия:         |                                           |
| - пиковое ударное ускорение, $m/s^2$ (g);      | 40 (4)                                    |
| - длительность импульса ударного ускорения, мс | 50                                        |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - M27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

### 10.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 5 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:                                                    |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | минус 45                        |
| - предельная, °С                                                                 | минус 60                        |
| Повышенная температура окружающей среды:                                         |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | +85                             |
| - предельная, °С                                                                 | +100                            |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 11 ТРЕБОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 12 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

## 13 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ

## ДР2180П–БЗ АНАЛОГ 2SP0320Т

### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Двухканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (MOSFET или IGBT) (далее – драйвер) предназначен для зависимого гальванически развязанного управления двумя мощными транзисторами с предельно допустимым напряжением до 1700 В. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 100 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора. Драйвер конструктивно и функционально аналогичен драйверу 2SP0320Т.

При поставке драйвер настроен на порог включения защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер равный 1100 В (джампер JP2, JP4). При необходимости установки других значений следует поменять необходимые джамперы.

### 2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемых транзисторов и сигналов управления.

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затворами управляемых транзисторов;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемых транзисторов;
- 6 Схема защиты управляемых транзисторов от перегрузки по току.

### 3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Блокировку управления при «аварии»
- 5 Сигнализацию о наличии аварии;
- 6 Регулировку времени включения - выключения управляемого транзистора путем изменения сопротивления резисторов в выходной цепи (Ron, Roff);
- 7 Блокировку одновременного включения верхнего и нижнего плеча;
- 8 Задержку на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 9 Регулировку задержки на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 10 Контроль напряжений питания драйвера (встроенные компараторы) на выходе DC-DC преобразователя.

3.2 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема драйвера изображена на рисунке 2.



Таблица 1 – Назначение выводов разъёма XP1

| Номер вывода | Обозначение вывода | Назначение выводов                        |
|--------------|--------------------|-------------------------------------------|
| 1            | Vdc                | Питание +15 В                             |
| 2            | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 3            | Vdc                | Питание +15 В                             |
| 4            | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 5            | -                  | Незадействован                            |
| 6            | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 7            | -                  | Незадействован                            |
| 8            | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 9            | SO2                | Выход сигнала ошибки (открытый коллектор) |
| 10           | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 11           | INb                | Управляющий вход канала 2                 |
| 12           | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 13           | SO1                | Выход сигнала ошибки (открытый коллектор) |
| 14           | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 15           | INa                | Управляющий вход канала 1                 |
| 16           | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 17           | -                  | Незадействован                            |
| 18           | GND                | Общий цепей питания и управления          |
| 19           | -                  | Незадействован                            |
| 20           | GND                | Общий цепей питания и управления          |

#### 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при T = 25 °C)

| Параметр                                                                       | Обозначение        | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|----------|-----|----------|--------------------------------------------|
|                                                                                |                    |                   | не менее | тип | не более |                                            |
| Параметры блока DC/DC                                                          |                    |                   |          |     |          |                                            |
| Напряжение питания                                                             | U <sub>S</sub>     | В                 | 13,5     | 15  | 16,5     |                                            |
| Ток потребления холостого хода                                                 | I <sub>S</sub>     | мА                |          | 80  | 120      | f <sub>упр</sub> = 0 Гц                    |
| Максимальный ток потребления                                                   | I <sub>S max</sub> | мА                |          |     | 550      | под нагрузкой см. рисунки 5 и 6            |
| Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера          | P <sub>DC-DC</sub> | Вт                | 3        |     |          | для каждого канала                         |
| Параметры монитора напряжения                                                  |                    |                   |          |     |          |                                            |
| Порог включения защиты                                                         | U <sub>UVLO-</sub> | В                 |          | 11  |          | выход DC-DC                                |
| Порог выключения защиты                                                        | U <sub>UVLO+</sub> | В                 |          | 12  |          |                                            |
| Параметры входов управления                                                    |                    |                   |          |     |          |                                            |
| Входное напряжение высокого уровня                                             | U <sub>IH</sub>    | В                 | 3        | 5   | 5,6      |                                            |
| Входное напряжение низкого уровня                                              | U <sub>IL</sub>    | В                 | -0,6     | 0   | 0,8      |                                            |
| Входное сопротивление                                                          | R <sub>IN</sub>    | кОм               |          | 2   |          |                                            |
| Временные параметры                                                            |                    |                   |          |     |          |                                            |
| Время задержки включения и выключения вход-выход                               | td (in-out)        | мкс               |          |     | 0,5      | см. рисунок 11                             |
| «Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов | t <sub>TD</sub>    | мкс               | 2        |     |          | настраивается потребителем; см. рисунок 10 |
| Максимальная рабочая частота                                                   | f <sub>max</sub>   | кГц               |          |     | 100      | без нагрузки; см. рисунки 5 и 6            |

| Параметр                                                                                                     | Обозначение                                 | Единица измерения | Значение |      |          | Примечания                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|----------|------|----------|-------------------------------------------|
|                                                                                                              |                                             |                   | не менее | тип  | не более |                                           |
| Время задержки срабатывания защиты по ненасыщению                                                            | t <sub>BLOCK1</sub>                         | мкс               | 2        |      |          | настраивается потребителем; см. рисунок 9 |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                                                     | t <sub>BLOCK2</sub>                         | мс                |          | 70   |          |                                           |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора                                                | t <sub>off</sub>                            | мкс               |          | 1,5  |          |                                           |
| Время задержки включения сигнала аварии                                                                      | t <sub>d(on-err)</sub>                      | мкс               |          |      | 2        |                                           |
| Выходные параметры                                                                                           |                                             |                   |          |      |          |                                           |
| Выходное напряжение высокого уровня                                                                          | U <sub>OH</sub>                             | В                 | +12      | +15  | +18      | во всем диапазоне допустимых нагрузок     |
| Выходное напряжение низкого уровня                                                                           | U <sub>OL</sub>                             | В                 | -8       | -10  | -12      |                                           |
| Максимальный выходной импульсный ток включения                                                               | I <sub>Omax on</sub>                        | А                 | +18      | 20   |          | настраивается потребителем; см. рисунок 8 |
| Максимальный выходной импульсный ток выключения                                                              | I <sub>Omax off</sub>                       | А                 |          | -22  | -18      |                                           |
| Средний выходной ток                                                                                         | I <sub>O</sub>                              | мА                |          |      | 130      | на каждый канал                           |
| Время нарастания и спада выходного сигнала                                                                   | t <sub>r(f)</sub>                           | нс                |          |      | 150      | см. рисунок 11                            |
| Максимальный ток выхода сигнала аварии                                                                       | I <sub>ERR max</sub>                        | мА                |          |      | 20       |                                           |
| Максимальное напряжение выхода сигнала аварии                                                                | U <sub>ERR max</sub>                        | В                 |          |      | 20       |                                           |
| Остаточное напряжение выхода сигнала аварии                                                                  | U <sub>O ERR</sub>                          | В                 |          | 0,3  | 0,7      | при I <sub>ERR</sub> = 20 мА              |
| Напряжение насыщения, соответствующее срабатыванию защиты по ненасыщению                                     | $\begin{matrix} T_h \\ U_{MC} \end{matrix}$ | В                 |          |      | 5,8      |                                           |
| Параметры изоляции                                                                                           |                                             |                   |          |      |          |                                           |
| Максимально допускаемое обратное напряжение на коллекторе                                                    | U <sub>C</sub>                              | В                 |          |      | 2000     |                                           |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                                                                   | U <sub>ISO(IN-OUT)</sub>                    | В                 |          |      | 4000     | DC, 1 мин                                 |
| Напряжение изоляции между выходами первого и второго каналов                                                 | U <sub>ISO(OUT1-OUT2)</sub>                 | В                 |          |      | 2000     | DC, 1 мин                                 |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                                                          | (dU/dt) <sub>cr</sub>                       | кВ/мкс            |          |      | 20       |                                           |
| Параметры защиты от перенапряжения                                                                           |                                             |                   |          |      |          |                                           |
| Напряжение срабатывания защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора (см. рисунок 12) | U <sub>AC</sub>                             | В                 |          | 1100 |          | установлен JP2(4).1                       |
|                                                                                                              |                                             |                   |          | 1600 |          | установлен JP2(4).2                       |
| Параметры управляемого транзистора                                                                           |                                             |                   |          |      |          |                                           |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора                                                   | U <sub>CE (U<sub>DS</sub>)</sub>            | В                 |          |      | 1700     |                                           |
| Параметры эксплуатации и хранения                                                                            |                                             |                   |          |      |          |                                           |
| Рабочий диапазон температур                                                                                  | T <sub>A</sub>                              | °C                | -45      |      | +85      |                                           |
| Температура хранения                                                                                         | T <sub>S</sub>                              | °C                | -60      |      | +100     |                                           |

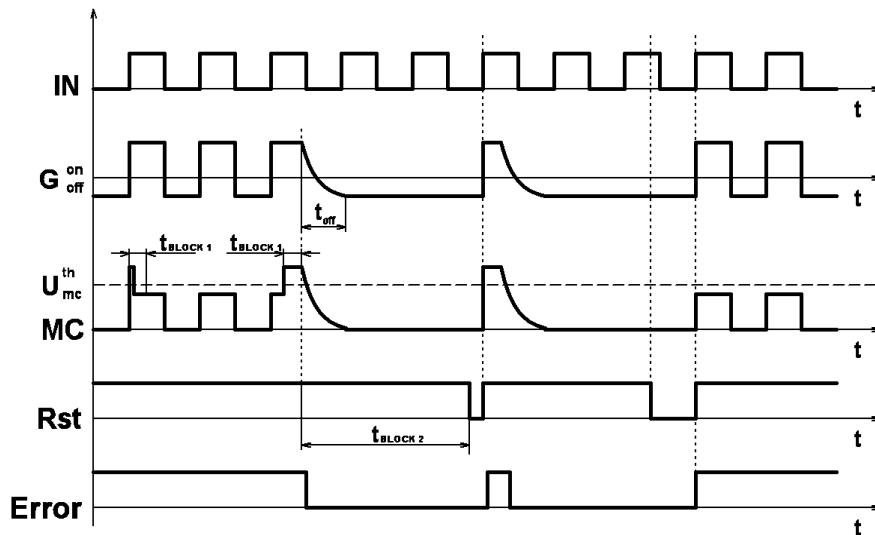
## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача «лог.1» на управляющий вход «INa» или «INb» приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более, чем на  $U_{mc}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$  приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (защита по ненасыщению). При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (выводы «SO1» и «SO2»). Через 70мс будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии» и по переднему фронту сигнала управления «IN» будет открыт управляемый транзистор. В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO-}$  приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO+}$  сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на выходах «SO» не появляется.

При подаче на входы «INa» и «INb» одновременно «лог. 1» произойдет блокировка управления и управляемые транзисторы будут закрыты, при этом сигнализации о наличии ошибки на выходах «SO» не появляется.

Диаграммы, поясняющие работу драйвера, приведены на рисунках 3 и 4.



Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

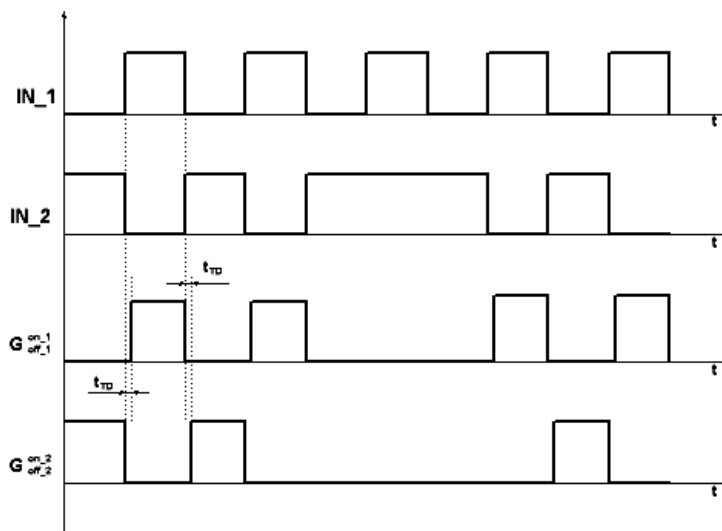


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**INa, INb** – управляющие входы. Управление драйвером описано в разделе «Работа драйвера». При подаче управляющего напряжения следует учитывать, что на входах управления установлены обратные защитные диоды, как следствие, в том случае если напряжение управления будет превышать напряжения питания более чем на 0,6, произойдёт увеличения тока потребления по входам и при значительном превышении напряжения питания драйвер может выйти из строя.

Если требуется управление драйвером уровнем «лог.1» амплитудой 15 В, то рекомендуется последовательно с входами управления включить резисторы 3,9...4,3 кОм.

**SO1, SO2** – выводы, сигнализирующие о возникновении аварии. Выводы представляет собой открытый коллектор транзистора схемы защиты. При этом транзистор будет открываться только при аварии, вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня «Uuvlo-» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «Uuvlo+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует. Также не последует сигнализации в случае одновременной подачи на управляющие входы сигналов соответствующих «лог.1», хотя выходные транзисторы будут закрыты.

Не рекомендуется подавать на данные выходы напряжение и ток значениями выше предельно допустимых, в том числе и кратковременно.

**Vdc** – вход питания драйвера. Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «Uuvlo-» и управление транзистором будет некорректным.

Ток потребления по входу питания составляет не более 120 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 550 мА (равная нагрузка для обоих каналов). При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 550 мА, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. В случае, если нагрузка по каналам распределена неравномерно, то ток потребления одним каналом не должен превышать 250 мА. Ток потребления зависит от частоты сигнала управления, от значений сопротивлений затворных резисторов и от входной ёмкости затвора (см. рисунок 6). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 5.

**GND** – общий цепей питания и управления; тем самым схема управления гальванически не связана с входом DC/DC-преобразователя.

**Резисторы Rdt1, Rdt2** – времязадающие резисторы настройки задержки на переключение первого и второго каналов. Фактически резисторами регулируется время задержки включения, тем самым при установке резисторов разных номиналов задержка на переключение по передним фронтам управляющих импульсов первого и второго каналов будет различной. В том случае, если увеличение времени задержки на переключение не требуется, вместо резисторов следует установить перемычки. Зависимость времени задержки от номинала резисторов приведена на рисунке 10. Изначально установлены резисторы номиналом 1 Ом, что соответствует минимальному «мёртвому» времени (2 мкс).

**Конденсаторы C<sub>b1</sub>, C<sub>b2</sub>** – времязадающие конденсаторы задержки выключения соответствующего управляемого транзистора при перегрузке по току. Задержка на срабатывание защиты необходима для избегания ложных срабатываний по кратковременным индуктивным выбросам и по переходным процессам при включении. При этом длительность данной задержки будет равна длительности «импульса перезапуска» в случае возникновения аварии. Для увеличения задержки срабатывания защиты, рекомендуется устанавливать конденсаторы с номиналами указанными на рисунке 9. Изначально установлены конденсаторы ёмкостью 100 пФ, что соответствует длительности задержки 5 мкс (тип.).

**G1, G2** – выходы, предназначенные для подключения затворов управляемых транзисторов.

Затворные резисторы (Ron1, Ron2, Roff1, Roff2) необходимы для уменьшения максимального импульсного тока. Допускается установка резисторов любого номинала, в том числе 0 Ом. Допускается установка резисторов разных номиналов, к примеру, для увеличения длительности выключения управляемого транзистора с целью уменьшения амплитуды напряжения индуктивных выбросов. Зависимость

выходного импульсного тока от номиналов затворных резисторов приведена на рисунке 8. Изначально установлены резисторы 0,2 Ом, что соответствует максимальному импульсному току.

**C1, C2** – выводы подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Выводы предназначены для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. При этом максимальное значение порога срабатывания защиты равно 5,8 В.

В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то вывод «С» следует закоротить на вывод эмиттера соответствующего канала.

**E1, E2** – выходы подключения эмиттеров управляемых транзисторов.

**JP2, JP4** – джамперы, подключающие защиту от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора каналов 1 и 2 соответственно. При этом положению JP2(4).1 соответствует напряжение срабатывания 1100 В, положению JP2(4).2 соответствует 1600 В.

## 7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАСТРОЙКЕ ДРАЙВЕРА

Для получения драйвера полностью аналогичного plug-n-play драйверу 2SP0320T для конкретного модуля рекомендуется настроить драйвер ДР2180П-Б3 соответственно 2SP0320T. При настройке драйвера следует придерживаться следующей методики:

1. Отключить драйвер 2SP0320T от модуля, между выводами коллектора и эмиттера драйвера подключить источники постоянного напряжения, контролировать сигнал на затворах.

2. Подать управляющие сигналы и измерить «мёртвое» время на переключение (по уровню 0 В);

3. Плавно поднимая напряжение на источниках имитирующих напряжение насыщения транзистора измерить напряжение срабатывания защиты.

4. Относительно порога срабатывания защиты увеличить напряжение в два раза и измерить задержку срабатывания защиты по ненасыщению.

5. Снять режим аварии, выставить частоту управляющего сигнала 0,1...1 кГц, между затвором и эмиттером подключить RC-цепочку (резистором к затвору) номиналами 0,1 Ом / 1мкФ (конденсатор неполярный). Включить драйвер и измерить падение напряжения на резисторе (измерение импульсного тока драйвера).

6. Настроить драйвер ДР2180П-Б3 в соответствии с параметрами драйвера 2SP0320T, а именно:

- резисторами Rdt в соответствии с рисунком 10 выставить «мёртвое» время;

- конденсаторами Cb в соответствии с рисунком 9 выставить длительность задержки срабатывания защиты;

- резисторами Rg on(off) в соответствии с рисунком 8 выставить выходной импульсный ток.

7. Аналогично проверке драйвера 2SP0320T измерить полученные параметры драйвера ДР2180П-Б3, убедившись в их соответствии.

8. Подключить драйвер к силовому модулю и убедиться в том, что преобразователь работает аналогично варианту с драйверами 2SP0320T.

## 8 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

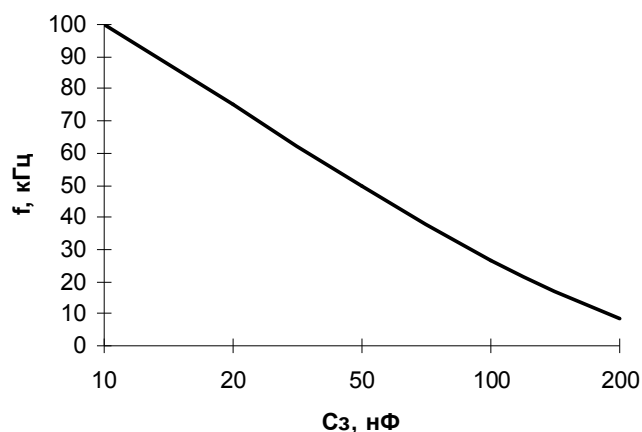


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

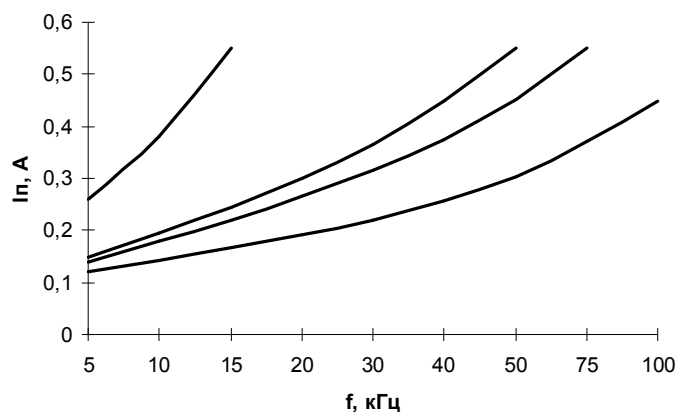


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

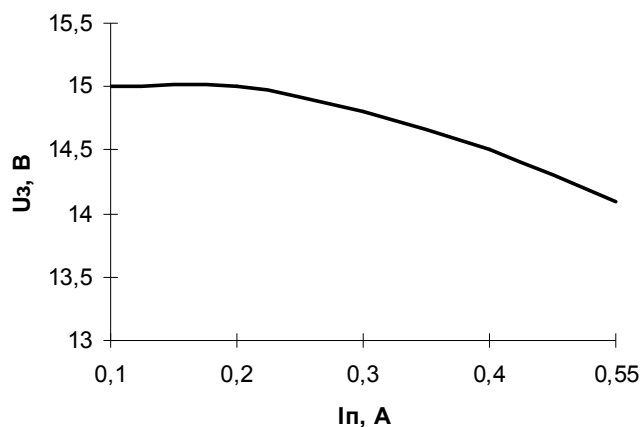


Рисунок 7 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

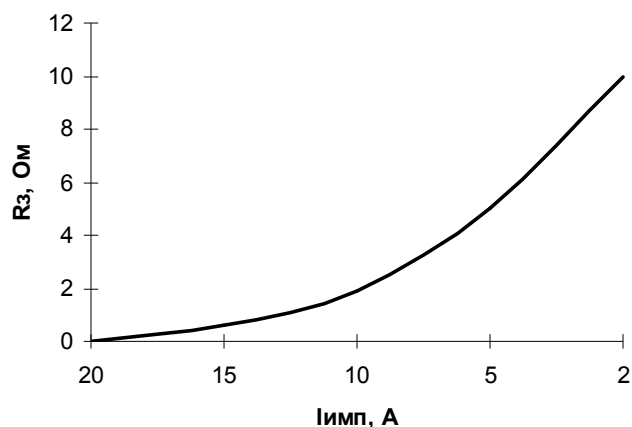


Рисунок 8 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

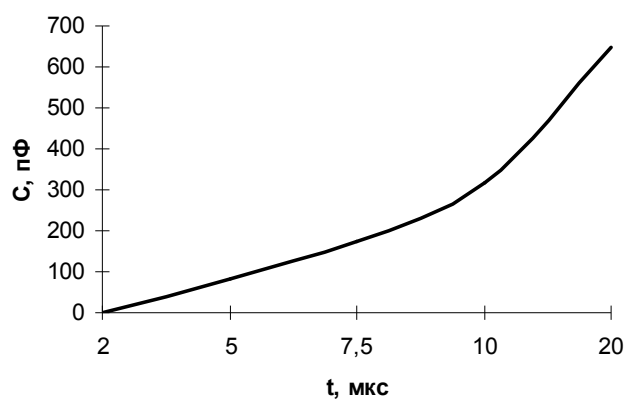


Рисунок 9 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости  $C_b$

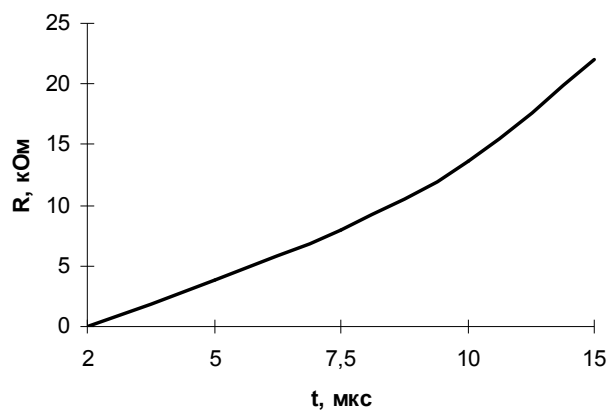


Рисунок 10 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов  $R_{dt}$

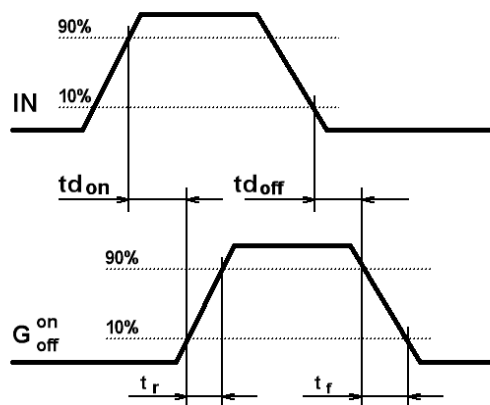


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера  
где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

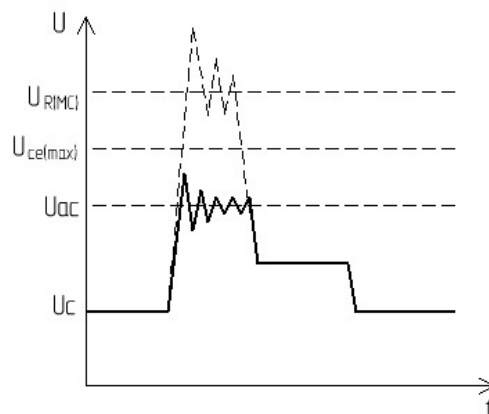


Рисунок 12 – График работы драйвера при срабатывании защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора  
где Uac – напряжение срабатывания защиты от перенапряжения; Uce(max) – максимальное напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора, Urimc – максимально допустимое обратное напряжение на выводе коллектора драйвера

## 9 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 10 РЕКОМЕНДАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 10.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                                                                                                                | Значение внешнего воздействующего фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:<br>- диапазон частот, Гц;<br>- амплитуда ускорения, $\text{м/с}^2$ (g)                                              | 0,5 - 100<br>150 (15)                     |
| Механический удар одиночного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, $\text{м/с}^2$ (g);<br>- длительность импульса ударного ускорения, мс | 40 (4)<br>50                              |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - М27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

### 10.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 5 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:                                                    |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | минус 45                        |
| - предельная, °С                                                                 | минус 60                        |
| Повышенная температура окружающей среды:                                         |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | +85                             |
| - предельная, °С                                                                 | +100                            |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 11 ТРЕБОВАНИ НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 12 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

Примечание: данный драйвер используется по назначению и не может быть использован в военной продукции.

## 13 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# **ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ DP2180П–Б2 АНАЛОГ 2SD300С**

## **1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Двухканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (MOSFET или IGBT) (далее – драйвер) предназначен для зависимого гальванически развязанного управления двумя мощными транзисторами с предельно допустимым напряжением до 1700 В\*. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 100 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора. Драйвер конструктивно и функционально аналогичен драйверу 2SD300С.

## **2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА**

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемых транзисторов и сигналов управления.

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затворами управляемых транзисторов;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемых транзисторов;
- 6 Схема защиты управляемых транзисторов от перегрузки по току.

## **3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА**

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Блокировку управления при «аварии»
- 5 Сигнализацию о наличии аварии;
- 6 Регулировку времени включения – выключения управляемого транзистора путем изменения сопротивления резисторов в выходной цепи (Ron, Roff);
- 7 Блокировку одновременного включения верхнего и нижнего плеча;
- 8 Задержку на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 9 Регулировку задержки на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 10 Контроль напряжений питания драйвера (встроенные компараторы) на выходе DC-DC преобразователя.

3.2 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема драйвера изображена на рисунке 2.

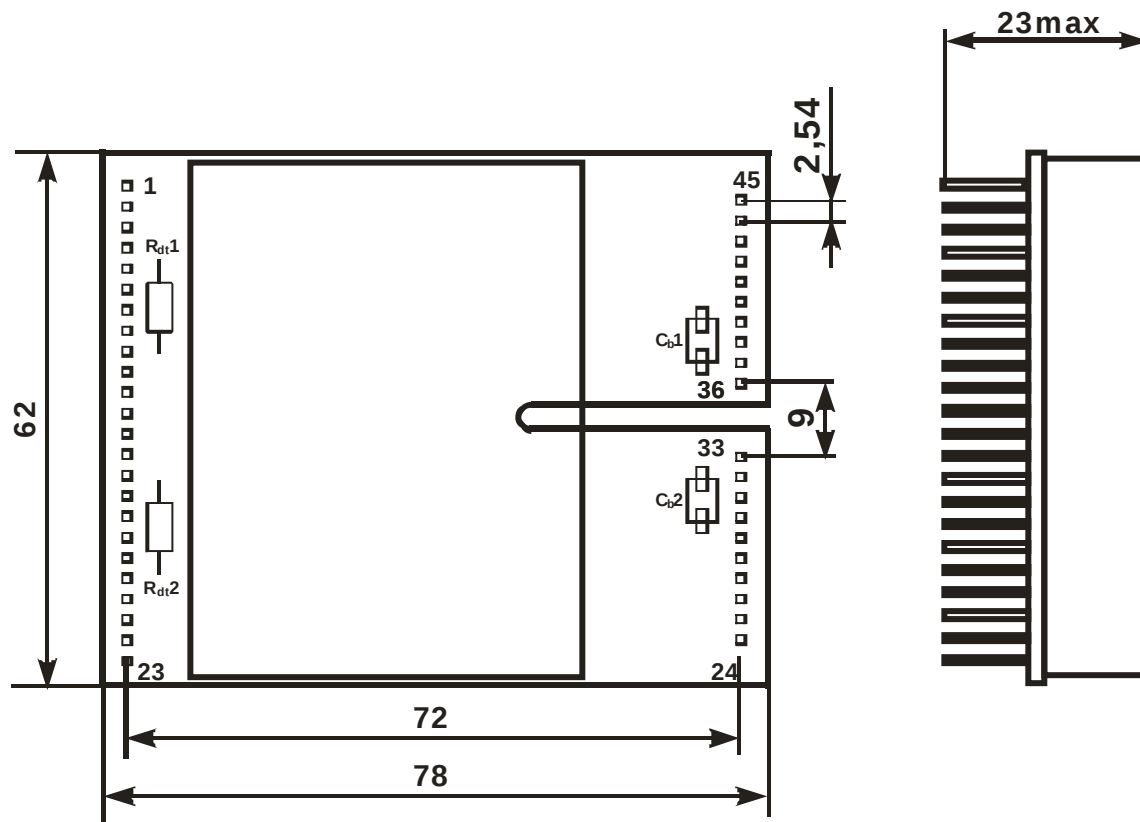


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

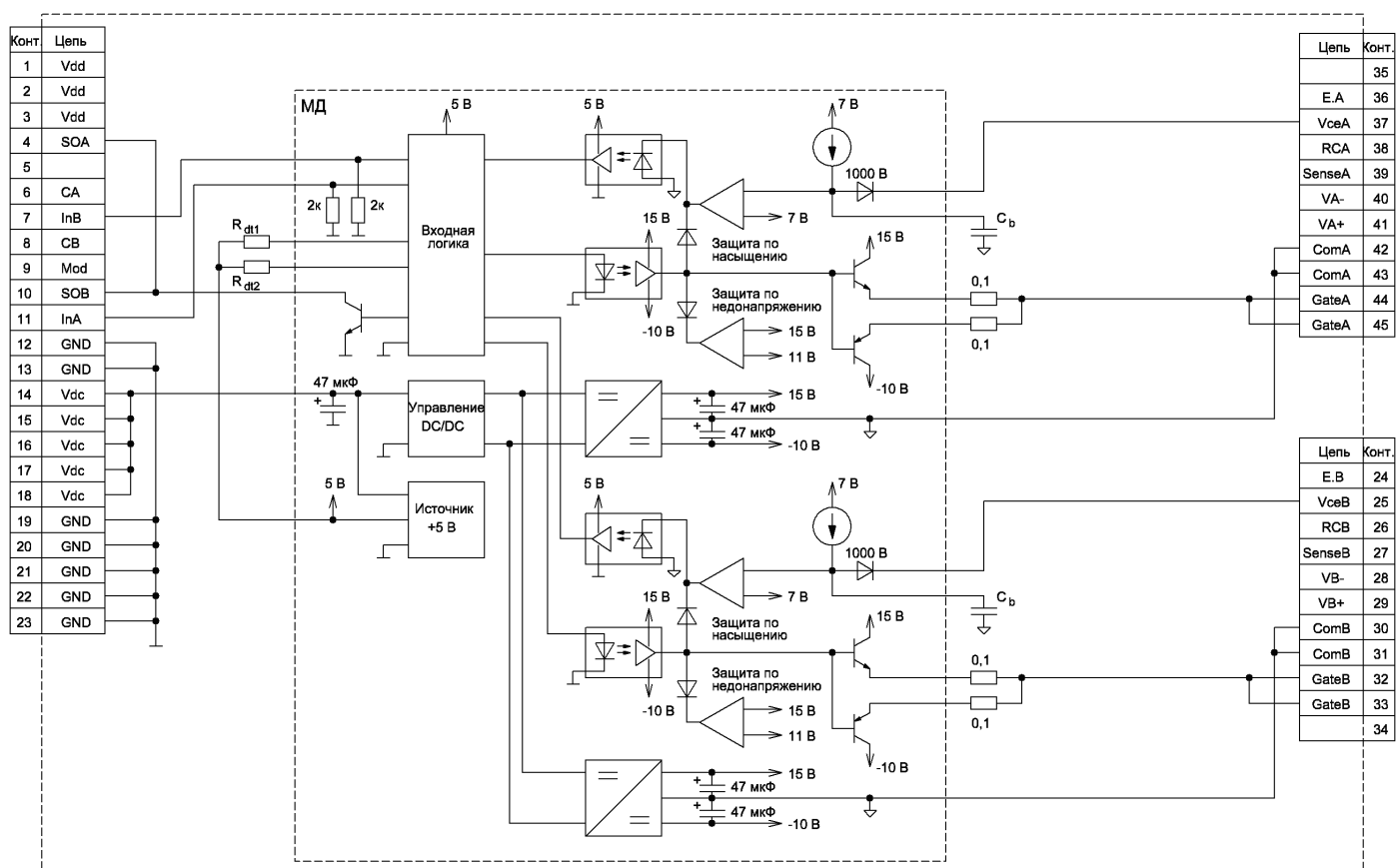


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов драйвера

| Номер вывода | Обозначение вывода | Назначение выводов                                                     |
|--------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1            | -                  | Незадействован                                                         |
| 2            | -                  | Незадействован                                                         |
| 3            | -                  | Незадействован                                                         |
| 4            | SOA                | Вывод сигнала ошибки (открытый коллектор)                              |
| 5            | -                  | Незадействован                                                         |
| 6            | -                  | Незадействован                                                         |
| 7            | Inb                | Управляющий вход канала 2                                              |
| 8            | -                  | Незадействован                                                         |
| 9            | -                  | Незадействован                                                         |
| 10           | SOB                | Вывод сигнала ошибки (открытый коллектор)                              |
| 11           | Ina                | Управляющий вход канала 1                                              |
| 12           | GND                | Общий цепей питания и управления                                       |
| 13           | GND                | Общий цепей питания и управления                                       |
| 14           | Vdc                | Питание +15 В                                                          |
| 15           | Vdc                | Питание +15 В                                                          |
| 16           | Vdc                | Питание +15 В                                                          |
| 17           | Vdc                | Питание +15 В                                                          |
| 18           | Vdc                | Питание +15 В                                                          |
| 19           | GND                | Общий цепей питания и управления                                       |
| 20           | GND                | Общий цепей питания и управления                                       |
| 21           | GND                | Общий цепей питания и управления                                       |
| 22           | GND                | Общий цепей питания и управления                                       |
| 23           | GND                | Общий цепей питания и управления                                       |
| 24           | -                  | Незадействован                                                         |
| 25           | VceB               | Вывод подключения коллектора (стока) управляемого транзистора канала 2 |
| 26           | -                  | Незадействован                                                         |
| 27           | -                  | Незадействован                                                         |
| 28           | -                  | Незадействован                                                         |
| 29           | -                  | Незадействован                                                         |
| 30           | ComB               | Вывод подключения эмиттера (истока) управляемого транзистора канала 2  |
| 31           | ComB               | Вывод подключения эмиттера (истока) управляемого транзистора канала 2  |
| 32           | GateB              | Вывод подключения затвора управляемого транзистора канала 2            |
| 33           | GateB              | Вывод подключения затвора управляемого транзистора канала 2            |
| 34           | -                  | Незадействован                                                         |
| 35           | -                  | Незадействован                                                         |
| 36           | -                  | Незадействован                                                         |
| 37           | VceA               | Вывод подключения коллектора (стока) управляемого транзистора канала 1 |
| 38           | -                  | Незадействован                                                         |
| 39           | -                  | Незадействован                                                         |
| 40           | -                  | Незадействован                                                         |
| 41           | -                  | Незадействован                                                         |
| 42           | ComA               | Вывод подключения эмиттера (истока) управляемого транзистора канала 1  |
| 43           | ComA               | Вывод подключения эмиттера (истока) управляемого транзистора канала 1  |
| 44           | GateA              | Вывод подключения затвора управляемого транзистора канала 1            |
| 45           | GateA              | Вывод подключения затвора управляемого транзистора канала 1            |

## 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при T = 25 °C)

| Параметр                                                                       | Обозначение            | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------|----------|-----|----------|--------------------------------------------|
|                                                                                |                        |                   | не менее | тип | не более |                                            |
| Параметры блока DC/DC                                                          |                        |                   |          |     |          |                                            |
| Напряжение питания                                                             | U <sub>S</sub>         | В                 | 13,5     | 15  | 16,5     |                                            |
| Ток потребления холостого хода                                                 | I <sub>S</sub>         | мА                |          | 80  | 120      | f <sub>упр</sub> = 0 Гц                    |
| Максимальный ток потребления                                                   | I <sub>S max</sub>     | мА                |          |     | 550      | под нагрузкой см. рисунки 5 и 6            |
| Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера          | P <sub>DC-DC</sub>     | Вт                | 3        |     |          | для каждого канала                         |
| Параметры монитора напряжения                                                  |                        |                   |          |     |          |                                            |
| Порог включения защиты                                                         | U <sub>UVLO-</sub>     | В                 |          | 11  |          | выход DC-DC                                |
| Порог выключения защиты                                                        | U <sub>UVLO+</sub>     | В                 |          | 12  |          |                                            |
| Параметры входов управления                                                    |                        |                   |          |     |          |                                            |
| Входное напряжение высокого уровня                                             | U <sub>IH</sub>        | В                 | 3        | 5   | 5,6      |                                            |
| Входное напряжение низкого уровня                                              | U <sub>IL</sub>        | В                 | -0,6     | 0   | 0,8      |                                            |
| Входное сопротивление                                                          | R <sub>IN</sub>        | кОм               |          | 2   |          |                                            |
| Временные параметры                                                            |                        |                   |          |     |          |                                            |
| Время задержки включения и выключения вход-выход                               | td (in-out)            | мкс               |          |     | 0,5      | см. рисунок 11                             |
| «Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов | t <sub>TD</sub>        | мкс               | 2        |     |          | настраивается потребителем; см. рисунок 10 |
| Максимальная рабочая частота                                                   | f <sub>max</sub>       | кГц               |          |     | 100      | без нагрузки; см. рисунки 5 и 6            |
| Время задержки срабатывания защиты по ненасыщению                              | t <sub>BLOCK1</sub>    | мкс               | 2        |     |          | настраивается потребителем; см. рисунок 9  |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                       | t <sub>BLOCK2</sub>    | мс                |          | 70  |          |                                            |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора                  | toff                   | мкс               |          | 1,5 |          |                                            |
| Время задержки включения сигнала аварии                                        | td <sub>(on-err)</sub> | мкс               |          |     | 2        |                                            |
| Выходные параметры                                                             |                        |                   |          |     |          |                                            |
| Выходное напряжение высокого уровня                                            | U <sub>OH</sub>        | В                 | +12      | +15 | +18      | во всем диапазоне допустимых нагрузок      |
| Выходное напряжение низкого уровня                                             | U <sub>OL</sub>        | В                 | -8       | -10 | -12      |                                            |
| Максимальный выходной импульсный ток включения                                 | I <sub>Omax on</sub>   | А                 | +18      | 20  |          | настраивается потребителем; см. рисунок 8  |
| Максимальный выходной импульсный ток выключения                                | I <sub>Omax off</sub>  | А                 |          | -22 | -18      |                                            |
| Средний выходной ток                                                           | I <sub>O</sub>         | мА                |          |     | 130      | на каждый канал                            |
| Время нарастания и спада выходного сигнала                                     | t <sub>r</sub> (f)     | нс                |          |     | 150      | см. рисунок 11                             |
| Максимальный ток выхода сигнала аварии                                         | I <sub>ERR max</sub>   | мА                |          |     | 20       |                                            |

|                                                                          |                      |        |     |     |      |                                               |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------|-----|-----|------|-----------------------------------------------|
| Максимальное напряжение выхода сигнала аварии                            | $U_{ERR\ max}$       | В      |     |     | 20   |                                               |
| Остаточное напряжение выхода сигнала аварии                              | $U_{O\ ERR}$         | В      |     | 0,3 | 0,7  | при $I_{ERR} = 20\ mA$                        |
| Напряжение насыщения, соответствующее срабатыванию защиты по ненасыщению | $U_{mc}^{th}$        | В      |     |     | 5,8  |                                               |
| <b>Параметры изоляции</b>                                                |                      |        |     |     |      |                                               |
| Максимально допускаемое обратное напряжение на коллекторе                | $U_C$                | В      |     |     | 1000 | при установке дополнительных диодов-до 2000 В |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                               | $U_{ISO(IN-OUT)}$    | В      |     |     | 4000 | DC, 1 мин                                     |
| Напряжение изоляции между выводами первого и второго каналов             | $U_{ISO(OUT1-OUT2)}$ | В      |     |     | 2000 | DC, 1 мин                                     |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                      | $(dU/dt)_{cr}$       | кВ/мкс |     |     | 20   |                                               |
| <b>Параметры управляемого транзистора</b>                                |                      |        |     |     |      |                                               |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора               | $U_{CE} (U_{DS})$    | В      |     |     | 1700 | при установке дополнительных диодов           |
| <b>Параметры эксплуатации и хранения</b>                                 |                      |        |     |     |      |                                               |
| Рабочий диапазон температур                                              | $T_A$                | °C     | -45 |     | +85  |                                               |
| Температура хранения                                                     | $T_s$                | °C     | -60 |     | +100 |                                               |

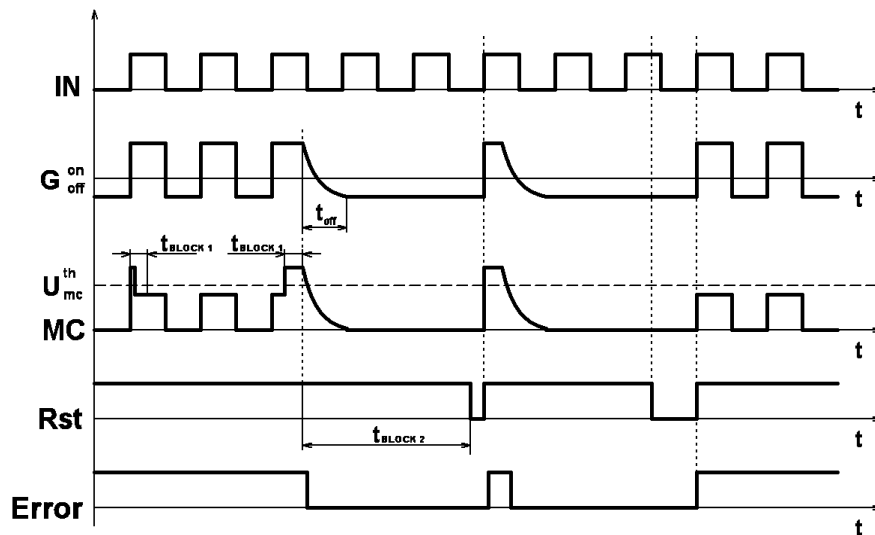
## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача «лог.1» на управляющий вход «INa» или «INb» приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более, чем на  $U_{mc}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$  приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (защита по ненасыщению). При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (выводы «SOA» и «SOB»). Через 70мс будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии» и по переднему фронту сигнала управления «IN» будет открыт управляемый транзистор. В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO-}$  приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO+}$  сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на выходах «SO» не появляется.

При подаче на входы «INa» и «INb» одновременно «лог. 1» произойдет блокировка управления и управляемые транзисторы будут закрыты, при этом сигнализации о наличии ошибки на выходах «SO» не появляется.

Диаграммы, поясняющие работу драйвера, приведены на рисунках 3 и 4.



Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

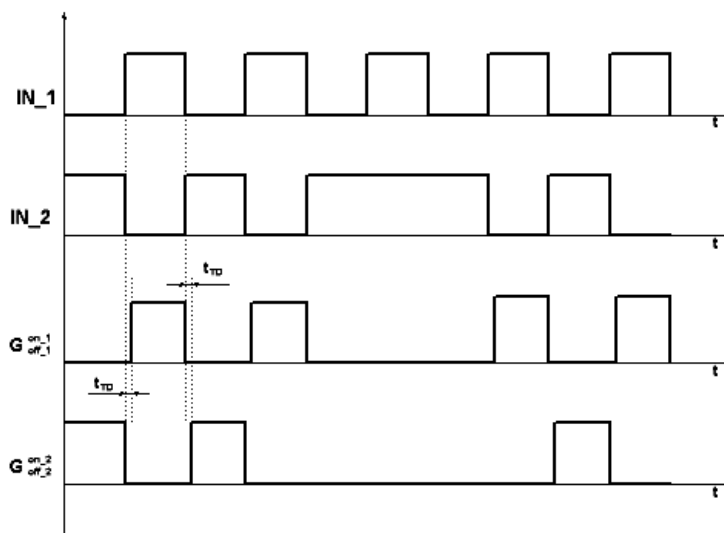


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**INa, INb** – управляющие входы. Управление драйвером описано в разделе «Работа драйвера». При подаче управляющего напряжения следует учитывать, что на входах управления установлены обратные защитные диоды, как следствие, в том случае если напряжение управления будет превышать напряжения питания более чем на 0,6, произойдёт увеличения тока потребления по входам и при значительном превышении напряжения питания драйвер может выйти из строя.

Если требуется управление драйвером уровнем «лог.1» амплитудой 15 В, то рекомендуется последовательно с входами управления включить резисторы 3,9...4,3 кОм.

**SOA, SOB** – выводы, сигнализирующие о возникновении аварии. Выводы представляет собой открытый коллектор транзистора схемы защиты. При этом транзистор будет открываться только при аварии, вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня «Uuvlo-» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «Uuvlo+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует. Также не последует сигнализации в случае одновременной подачи на управляющие входы сигналов соответствующих «лог.1», хотя выходные транзисторы будут закрыты.

Не рекомендуется подавать на данные выходы напряжение и ток значениями выше предельно допустимых, в том числе и кратковременно.

**Vdc** – вход питания драйвера. Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «U<sub>uvlo</sub>» и управление транзистором будет некорректным.

Ток потребления по входу питания составляет не более 120 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 550 мА (равная нагрузка для обоих каналов). При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 550 мА, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. В случае, если нагрузка по каналам распределена неравномерно, то ток потребления одним каналом не должен превышать 250 мА. Ток потребления зависит от частоты сигнала управления, от значений сопротивлений затворных резисторов и от входной ёмкости затвора (см. рисунок 6). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 5.

**GND** – общий цепей питания и управления; тем самым схема управления гальванически не связана с входом DC/DC-преобразователя.

**Резисторы Rdt1, Rdt2** –времязадающие резисторы настройки задержки на переключение первого и второго каналов. Фактически резисторами регулируется время задержки включения, тем самым при установке резисторов разных номиналов задержка на переключение по передним фронтам управляющих импульсов первого и второго каналов будет различной. В том случае, если увеличение времени задержки на переключение не требуется, вместо резисторов следует установить перемычки. Зависимость времени задержки от номинала резисторов приведена на рисунке 10. Изначально установлены резисторы номиналом 1 Ом, что соответствует минимальному «мёртвому» времени (2 мкс).

**Конденсаторы C<sub>b1</sub>, C<sub>b2</sub>** – времязадающие конденсаторы задержки выключения соответствующего управляемого транзистора при перегрузке по току. Задержка на срабатывание защиты необходима для избегания ложных срабатываний по кратковременным индуктивным выбросам и по переходным процессам при включении. При этом длительность данной задержки будет равна длительности «импульса перезапуска» в случае возникновения аварии. Для увеличения задержки срабатывания защиты, рекомендуется устанавливать конденсаторы с номиналами указанными на рисунке 9. Изначально установлены конденсаторы ёмкостью 100 пФ, что соответствует длительности задержки 5 мкс (тип.).

**GateA, GateB** – выходы подключения затворов управляемых транзисторов.

Рекомендуется установка затворных резисторов, необходимых для уменьшения максимального импульсного тока. Допускается установка резисторов любого номинала, в том числе 0 Ом. Допускается установка резисторов разных номиналов (последовательно с диодами), к примеру, для увеличения длительности выключения управляемого транзистора с целью уменьшения амплитуды напряжения индуктивных выбросов. Зависимость выходного импульсного тока от номиналов затворных резисторов приведена на рисунке 8.

**VceA, VceB** – выводы подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Выводы предназначены для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. Для увеличения рабочего напряжения до 2000 В необходимо последовательно установить диод типа HER108 или аналогичный по параметрам анодом к выводу V<sub>ceA</sub> (V<sub>ceB</sub>). При этом максимальное значение порога срабатывания защиты  $U_{mc}^{th}$  равно 5,5 В.

В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то вывод «C» следует закоротить на вывод эмиттера соответствующего канала.

**ComA, ComB** – выходы подключения эмиттеров управляемых транзисторов.

## 7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАСТРОЙКЕ ДРАЙВЕРА

Для получения драйвера полностью аналогичного plug-n-play драйверу 2SD300C для конкретного модуля рекомендуется настроить драйвер ДР2180П-Б2 соответственно 2SD300C. При настройке драйвера следует придерживаться следующей методики:

1. Отключить драйвер 2SD300C от модуля, между выводами коллектора и эмиттера драйвера подключить источники постоянного напряжения, контролировать сигнал на затворах.
2. Подать управляющие сигналы и измерить «мёртвое» время на переключение (по уровню 0 В);
3. Плавно поднимая напряжение на источниках имитирующих напряжение насыщения транзистора измерить напряжение срабатывания защиты.
4. Относительно порога срабатывания защиты увеличить напряжение в два раза и измерить задержку срабатывания защиты по ненасыщению.
5. Снять режим аварии, выставить частоту управляющего сигнала 0,1...1 кГц, между затвором и эмиттером подключить RC-цепочку (резистором к затвору) номиналами 0,1 Ом / 1мкФ (конденсатор неполярный). Включить драйвер и измерить падение напряжения на резисторе (измерение импульсного тока драйвера).
6. Настроить драйвер ДР2180П-Б2 в соответствии с параметрами драйвера 2SD300C, а именно:
  - резисторами  $R_{dt}$  в соответствии с рисунком 10 выставить «мёртвое» время;
  - конденсаторами  $C_b$  в соответствии с рисунком 9 выставить длительность задержки срабатывания защиты;
  - резисторами  $R_g$  on(off) в соответствии с рисунком 8 выставить выходной импульсный ток.
7. Аналогично проверке драйвера 2SD300C измерить полученные параметры драйвера ДР2180П-Б2, убедившись в их соответствии.
8. Подключить драйвер к силовому модулю и убедиться в том, что преобразователь работает аналогично варианту с драйверами 2SD300C.

## 8 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

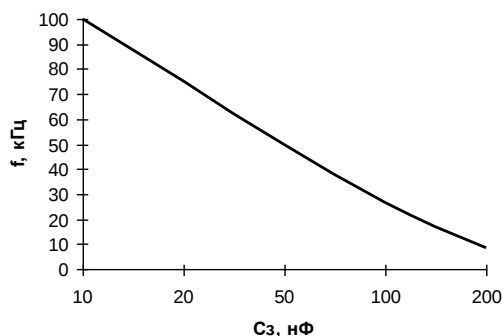


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

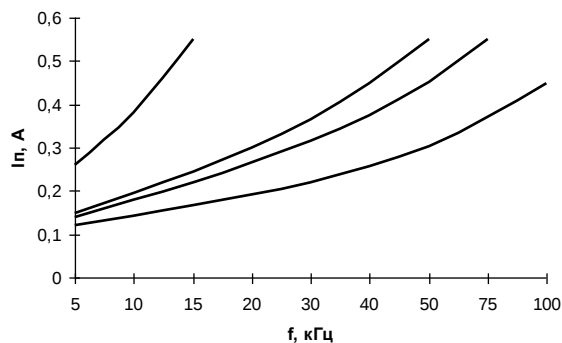


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

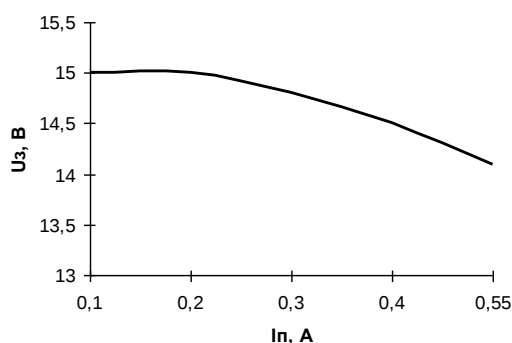


Рисунок 7 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

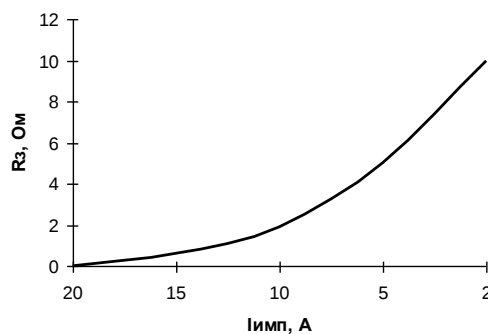


Рисунок 8 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

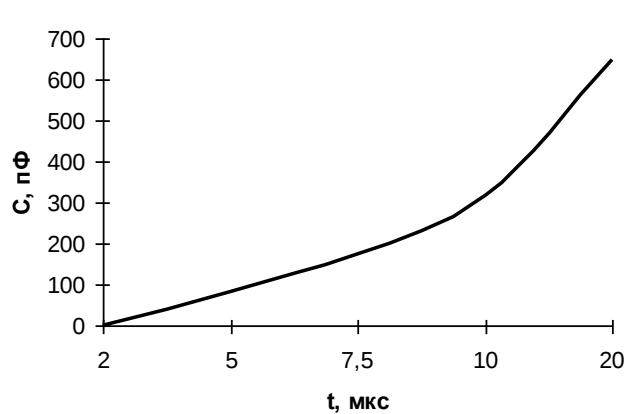


Рисунок 9 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости  $C_b$

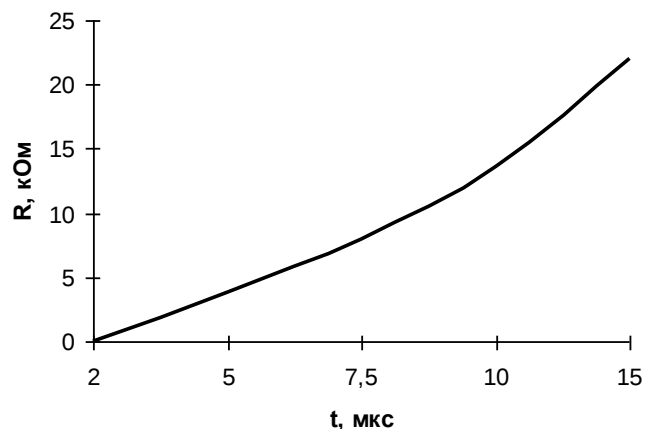


Рисунок 10 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов  $R_{dt}$

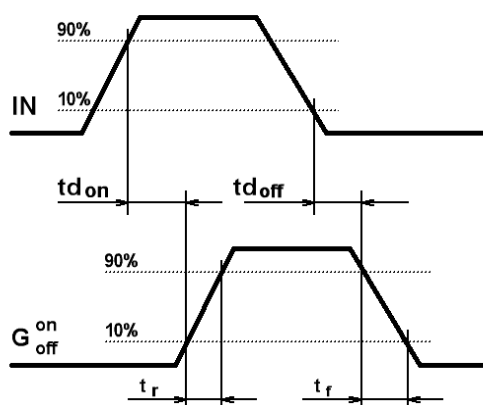


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера  
где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

## 9 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 10 РЕКОМЕНДАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 10.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                                                                                                                | Значение внешнего воздействующего фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:<br>- диапазон частот, Гц;<br>- амплитуда ускорения, $\text{м/с}^2$ (g)                                              | 0,5 - 100<br>150 (15)                     |
| Механический удар одиночного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, $\text{м/с}^2$ (g);<br>- длительность импульса ударного ускорения, мс | 40 (4)<br>50                              |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - М27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

#### 10.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 4 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С              | минус 45<br>минус 60            |
| Повышенная температура окружающей среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С   | +85<br>+100                     |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

### 11 ТРЕБОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

### 12 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

### 13 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ

## ДР2180П–Б1 АНАЛОГ 2SD315AI

### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Двухканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (MOSFET или IGBT) (далее – драйвер) предназначен для зависимого гальванически развязанного управления двумя мощными транзисторами с предельно допустимым напряжением до 3300 В\*. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 100 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора. Драйвер конструктивно и функционально аналогичен драйверу **2SD315AI**.

### 2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемых транзисторов и сигналов управления.

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затворами управляемых транзисторов;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемых транзисторов;
- 6 Схема защиты управляемых транзисторов от перегрузки по току.

### 3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Блокировку управления при «аварии»
- 5 Сигнализацию о наличии аварии;
- 6 Регулировку времени включения - выключения управляемого транзистора путем изменения сопротивления резисторов в выходной цепи ( $R_{on}$ ,  $R_{off}$ );
- 7 Блокировку одновременного включения верхнего и нижнего плеча;
- 8 Задержку на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 9 Регулировку задержки на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 10 Контроль напряжений питания драйвера (встроенные компараторы) на выходе DC-DC преобразователя.

3.2 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема драйвера изображена на рисунке 2.

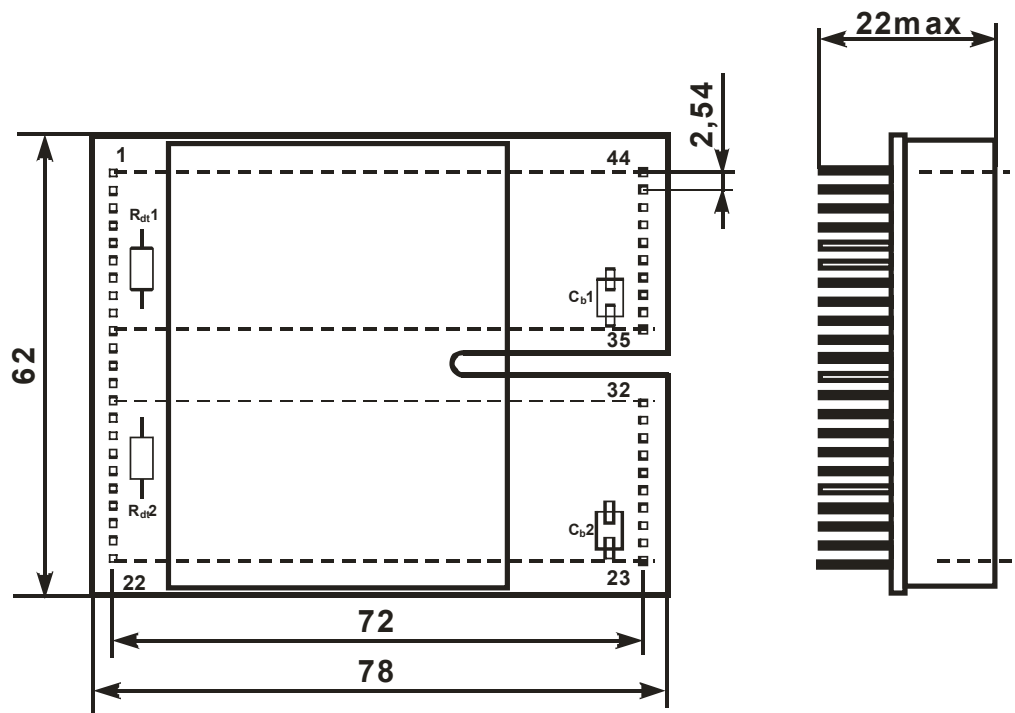


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

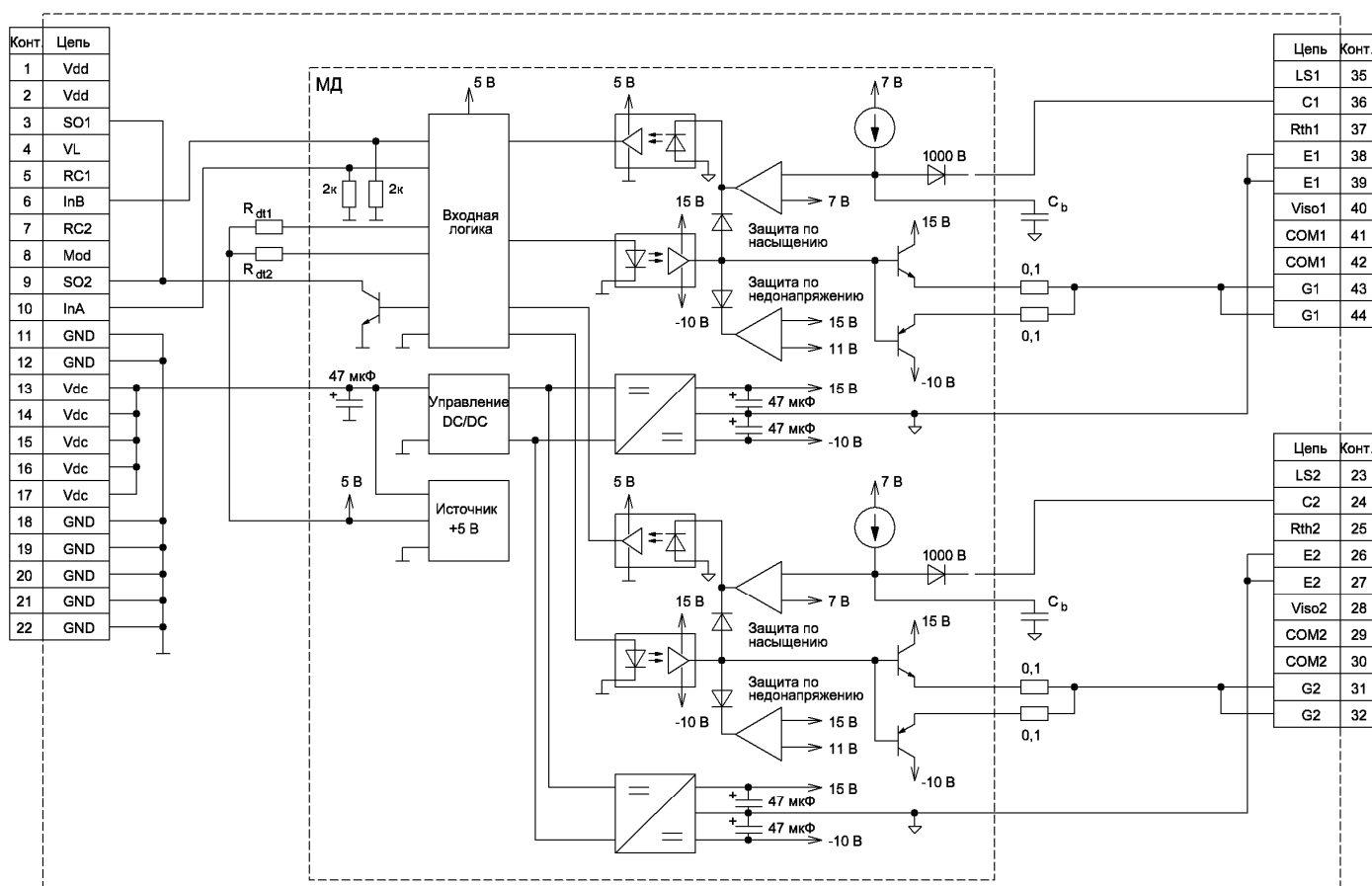


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов драйвера

| Номер вывода | Обозначение вывода | Назначение выводов                                                     |
|--------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1            | -                  | Незадействован                                                         |
| 2            | -                  | Незадействован                                                         |
| 3            | SO1                | Вывод сигнала ошибки (открытый коллектор)                              |
| 4            | -                  | Незадействован                                                         |
| 5            | -                  | Незадействован                                                         |
| 6            | INb                | Управляющий вход канала 2                                              |
| 7            | -                  | Незадействован                                                         |
| 8            | -                  | Незадействован                                                         |
| 9            | SO2                | Вывод сигнала ошибки (открытый коллектор)                              |
| 10           | INa                | Управляющий вход канала 1                                              |
| 11           | GND                | Общий цепей питания и управления                                       |
| 12           | GND                | Общий цепей питания и управления                                       |
| 13           | Vdc                | Питание +15 В                                                          |
| 14           | Vdc                | Питание +15 В                                                          |
| 15           | Vdc                | Питание +15 В                                                          |
| 16           | Vdc                | Питание +15 В                                                          |
| 17           | Vdc                | Питание +15 В                                                          |
| 18           | GND                | Общий цепей питания и управления                                       |
| 19           | GND                | Общий цепей питания и управления                                       |
| 20           | GND                | Общий цепей питания и управления                                       |
| 21           | GND                | Общий цепей питания и управления                                       |
| 22           | GND                | Общий цепей питания и управления                                       |
| 23           | -                  | Незадействован                                                         |
| 24           | C2                 | Вывод подключения коллектора (стока) управляемого транзистора канала 2 |
| 25           | -                  | Незадействован                                                         |
| 26           | E2                 | Вывод подключения эмиттера (истока) управляемого транзистора канала 2  |
| 27           | E2                 | Вывод подключения эмиттера (истока) управляемого транзистора канала 2  |
| 28           | -                  | Незадействован                                                         |
| 29           | -                  | Незадействован                                                         |
| 30           | -                  | Незадействован                                                         |
| 31           | G2                 | Вывод подключения затвора управляемого транзистора канала 2            |
| 32           | G2                 | Вывод подключения затвора управляемого транзистора канала 2            |
| 33           | -                  | Незадействован                                                         |
| 34           | -                  | Незадействован                                                         |
| 35           | -                  | Незадействован                                                         |
| 36           | C1                 | Вывод подключения коллектора (стока) управляемого транзистора канала 1 |
| 37           | -                  | Незадействован                                                         |
| 38           | E1                 | Вывод подключения эмиттера (истока) управляемого транзистора канала 1  |
| 39           | E1                 | Вывод подключения эмиттера (истока) управляемого транзистора канала 1  |
| 40           | -                  | Незадействован                                                         |
| 41           | -                  | Незадействован                                                         |
| 42           | -                  | Незадействован                                                         |
| 43           | G1                 | Вывод подключения затвора управляемого транзистора канала 1            |
| 44           | G1                 | Вывод подключения затвора управляемого транзистора канала 1            |

## 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

| Параметр                                                                       | Обозначение            | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------|----------|-----|----------|--------------------------------------------|
|                                                                                |                        |                   | не менее | тип | не более |                                            |
| Параметры блока DC/DC                                                          |                        |                   |          |     |          |                                            |
| Напряжение питания                                                             | U <sub>S</sub>         | В                 | 13,5     | 15  | 16,5     |                                            |
| Ток потребления холостого хода                                                 | I <sub>S</sub>         | мА                |          | 80  | 120      | f <sub>упр</sub> = 0 Гц                    |
| Максимальный ток потребления                                                   | I <sub>S max</sub>     | мА                |          |     | 550      | под нагрузкой см. рисунки 5 и 6            |
| Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера          | P <sub>DC-DC</sub>     | Вт                | 3        |     |          | для каждого канала                         |
| Параметры монитора напряжения                                                  |                        |                   |          |     |          |                                            |
| Порог включения защиты                                                         | U <sub>UVLO-</sub>     | В                 |          | 11  |          | выход DC-DC                                |
| Порог выключения защиты                                                        | U <sub>UVLO+</sub>     | В                 |          | 12  |          |                                            |
| Параметры входов управления                                                    |                        |                   |          |     |          |                                            |
| Входное напряжение высокого уровня                                             | U <sub>IH</sub>        | В                 | 3        | 5   | 5,6      |                                            |
| Входное напряжение низкого уровня                                              | U <sub>IL</sub>        | В                 | -0,6     | 0   | 0,8      |                                            |
| Входное сопротивление                                                          | R <sub>IN</sub>        | кОм               |          | 2   |          |                                            |
| Временные параметры                                                            |                        |                   |          |     |          |                                            |
| Время задержки включения и выключения вход-выход                               | td (in-out)            | мкс               |          |     | 0,5      | см. рисунок 11                             |
| «Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов | t <sub>TD</sub>        | мкс               | 2        |     |          | настраивается потребителем; см. рисунок 10 |
| Максимальная рабочая частота                                                   | f <sub>max</sub>       | кГц               |          |     | 100      | без нагрузки; см. рисунки 5 и 6            |
| Время задержки срабатывания защиты по ненасыщению                              | t <sub>BLOCK1</sub>    | мкс               | 2        |     |          | настраивается потребителем; см. рисунок 9  |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                       | t <sub>BLOCK2</sub>    | мс                |          | 70  |          |                                            |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора                  | toff                   | мкс               |          | 1,5 |          |                                            |
| Время задержки включения сигнала аварии                                        | td <sub>(on-err)</sub> | мкс               |          |     | 2        |                                            |
| Выходные параметры                                                             |                        |                   |          |     |          |                                            |
| Выходное напряжение высокого уровня                                            | U <sub>OH</sub>        | В                 | +12      | +15 | +18      | во всем диапазоне допустимых нагрузок      |
| Выходное напряжение низкого уровня                                             | U <sub>OL</sub>        | В                 | -8       | -10 | -12      |                                            |
| Максимальный выходной импульсный ток включения                                 | I <sub>Omax on</sub>   | А                 | +18      | 20  |          | настраивается потребителем; см. рисунок 8  |
| Максимальный выходной импульсный ток выключения                                | I <sub>Omax off</sub>  | А                 |          | -22 | -18      |                                            |
| Средний выходной ток                                                           | I <sub>O</sub>         | мА                |          |     | 130      | на каждый канал                            |
| Время нарастания и спада выходного сигнала                                     | t <sub>r (f)</sub>     | нс                |          |     | 150      | см. рисунок 11                             |
| Максимальный ток выхода сигнала аварии                                         | I <sub>ERR max</sub>   | мА                |          |     | 20       |                                            |

|                                                                          |                      |        |     |     |      |                                               |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------|-----|-----|------|-----------------------------------------------|
| Максимальное напряжение выхода сигнала аварии                            | $U_{ERR\ max}$       | В      |     |     | 20   |                                               |
| Остаточное напряжение выхода сигнала аварии                              | $U_{O\ ERR}$         | В      |     | 0,3 | 0,7  | при $I_{ERR} = 20\ mA$                        |
| Напряжение насыщения, соответствующее срабатыванию защиты по ненасыщению | $U_{mc}^{th}$        | В      |     |     | 6,0  |                                               |
| <b>Параметры изоляции</b>                                                |                      |        |     |     |      |                                               |
| Максимально допускаемое обратное напряжение на коллекторе                | $U_C$                | В      |     |     | 1000 | при установке дополнительных диодов-до 4000 В |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                               | $U_{ISO(IN-OUT)}$    | В      |     |     | 7500 | DC, 1 мин                                     |
| Напряжение изоляции между выводами первого и второго каналов             | $U_{ISO(OUT1-OUT2)}$ | В      |     |     | 4000 | DC, 1 мин                                     |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                      | $(dU/dt)_{cr}$       | кВ/мкс |     |     | 20   |                                               |
| <b>Параметры управляемого транзистора</b>                                |                      |        |     |     |      |                                               |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора               | $U_{CE} (U_{DS})$    | В      |     |     | 3300 | при установке дополнительных диодов           |
| <b>Параметры эксплуатации и хранения</b>                                 |                      |        |     |     |      |                                               |
| Рабочий диапазон температур                                              | $T_A$                | °C     | -45 |     | +85  |                                               |
| Температура хранения                                                     | $T_S$                | °C     | -60 |     | +100 |                                               |

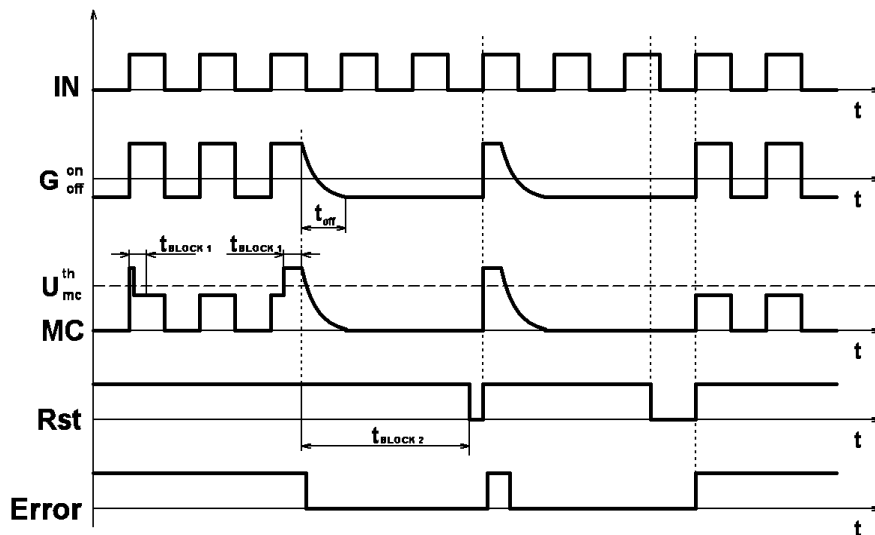
## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача «лог.1» на управляющий вход «INa» или «INb» приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более, чем на  $U_{mc}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$  приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (защита по ненасыщению). При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (выводы «SO1» и «SO2»). Через 70мс будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии» и по переднему фронту сигнала управления «IN» будет открыт управляемый транзистор. В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO-}$  приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO+}$  сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на выходах «SO» не появляется.

При подаче на входы «INa» и «INb» одновременно «лог. 1» произойдет блокировка управления и управляемые транзисторы будут закрыты, при этом сигнализации о наличии ошибки на выходах «SO» не появляется.

Диаграммы, поясняющие работу драйвера, приведены на рисунках 3 и 4.



Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

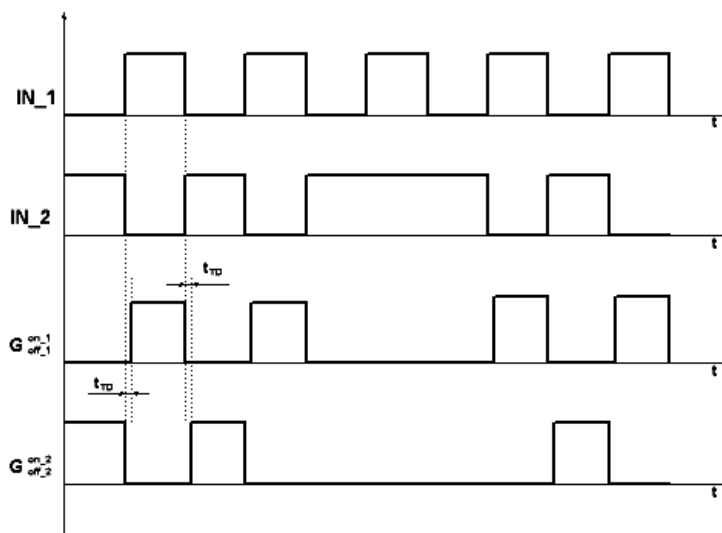


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**INa, INb** – управляющие входы. Управление драйвером описано в разделе «Работа драйвера». При подаче управляющего напряжения следует учитывать, что на входах управления установлены обратные защитные диоды, как следствие, в том случае если напряжение управления будет превышать напряжения питания более чем на 0,6, произойдёт увеличения тока потребления по входам и при значительном превышении напряжения питания драйвер может выйти из строя.

Если требуется управление драйвером уровнем «лог.1» амплитудой 15 В, то рекомендуется последовательно с входами управления включить резисторы 3,9...4,3 кОм.

**SO1, SO2** – выводы, сигнализирующие о возникновении аварии. Выводы представляет собой открытый коллектор транзистора схемы защиты. При этом транзистор будет открываться только при аварии, вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня «Uuvlo-» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «Uuvlo+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует. Также не последует сигнализации в случае одновременной подачи на управляющие входы сигналов соответствующих «лог.1», хотя выходные транзисторы будут закрыты.

Не рекомендуется подавать на данные выходы напряжение и ток значениями выше предельно допустимых, в том числе и кратковременно.

**Vdc** – вход питания драйвера. Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «U<sub>uvlo</sub>» и управление транзистором будет некорректным.

Ток потребления по входу питания составляет не более 120 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 550 мА (равная нагрузка для обоих каналов). При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 550 мА, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. В случае, если нагрузка по каналам распределена неравномерно, то ток потребления одним каналом не должен превышать 250 мА. Ток потребления зависит от частоты сигнала управления, от значений сопротивлений затворных резисторов и от входной ёмкости затвора (см. рисунок 6). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 5.

**GND** – общий цепей питания и управления; тем самым схема управления гальванически не связана с входом DC/DC-преобразователя.

**Резисторы Rdt1, Rdt2** – времязадающие резисторы настройки задержки на переключение первого и второго каналов. Фактически резисторами регулируется время задержки включения, тем самым при установке резисторов разных номиналов задержка на переключение по передним фронтам управляющих импульсов первого и второго каналов будет различной. В том случае, если увеличение времени задержки на переключение не требуется, вместо резисторов следует установить перемычки. Зависимость времени задержки от номинала резисторов приведена на рисунке 10. Изначально установлены резисторы номиналом 1 Ом, что соответствует минимальному «мёртвому» времени (2 мкс).

**Конденсаторы C<sub>b1</sub>, C<sub>b2</sub>** – времязадающие конденсаторы задержки выключения соответствующего управляемого транзистора при перегрузке по току. Задержка на срабатывание защиты необходима для избегания ложных срабатываний по кратковременным индуктивным выбросам и по переходным процессам при включении. При этом длительность данной задержки будет равна длительности «импульса перезапуска» в случае возникновения аварии. Для увеличения задержки срабатывания защиты, рекомендуется устанавливать конденсаторы с номиналами указанными на рисунке 9. Изначально установлены конденсаторы ёмкостью 100 пФ, что соответствует длительности задержки 5 мкс (тип.).

**G1, G2** – выходы, предназначенные для подключения затворов управляемых транзисторов.

Рекомендуется установка затворных резисторов, необходимых для уменьшения максимального импульсного тока. Допускается установка резисторов любого номинала, в том числе 0 Ом. Допускается установка резисторов разных номиналов (последовательно с диодами), к примеру, для увеличения длительности выключения управляемого транзистора с целью уменьшения амплитуды напряжения индуктивных выбросов. Зависимость выходного импульсного тока от номиналов затворных резисторов приведена на рисунке 8.

**C1, C2** – выводы подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Выводы предназначены для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. Для увеличения рабочего напряжения до 4000 В необходимо последовательно установить три диода типа HER108 или аналогичных по параметрам анодом к выводу C1(C2). При этом максимальное значение порога срабатывания  $U_{mc}^{th}$  защиты равно 5,0 В.

В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то вывод «C» следует закоротить на вывод эмиттера соответствующего канала.

**E1, E2** – выходы подключения эмиттеров управляемых транзисторов.

## 7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАСТРОЙКЕ ДРАЙВЕРА

Для получения драйвера полностью аналогичного plug-n-play драйверу 2SD315AI для конкретного модуля рекомендуется настроить драйвер ДР2180П-Б1 соответственно 2SD315AI. При настройке драйвера следует придерживаться следующей методики:

1. Отключить драйвер 2SD315AI от модуля, между выводами коллектора и эмиттера драйвера подключить источники постоянного напряжения, контролировать сигнал на затворах.
2. Подать управляющие сигналы и измерить «мёртвое» время на переключение (по уровню 0 В);
3. Плавно поднимая напряжение на источниках имитирующих напряжение насыщения транзистора измерить напряжение срабатывания защиты.
4. Относительно порога срабатывания защиты увеличить напряжение в два раза и измерить задержку срабатывания защиты по ненасыщению.
5. Снять режим аварии, выставить частоту управляющего сигнала 0,1...1 кГц, между затвором и эмиттером подключить RC-цепочку (резистором к затвору) номиналами 0,1 Ом / 1мкФ (конденсатор неполярный). Включить драйвер и измерить падение напряжения на резисторе (измерение импульсного тока драйвера).
6. Настроить драйвер ДР2180П-Б1 в соответствии с параметрами драйвера 2SD315AI, а именно:
  - резисторами  $R_{dt}$  в соответствии с рисунком 10 выставить «мёртвое» время;
  - конденсаторами  $C_b$  в соответствии с рисунком 9 выставить длительность задержки срабатывания защиты;
  - резисторами  $R_{g\ on(off)}$  в соответствии с рисунком 8 выставить выходной импульсный ток.
7. Аналогично проверке драйвера 2SD315AI измерить полученные параметры драйвера ДР2180П-Б1, убедившись в их соответствии.
8. Подключить драйвер к силовому модулю и убедиться в том, что преобразователь работает аналогично варианту с драйверами 2SD315AI.

## 8 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

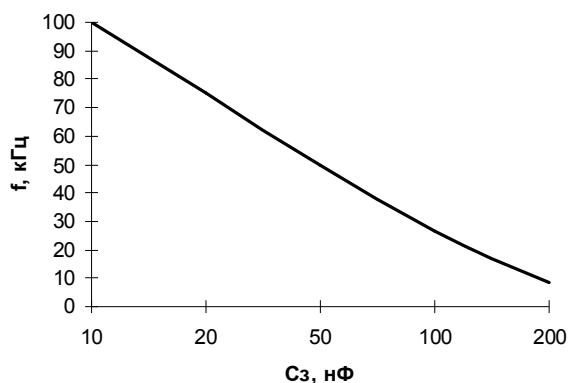


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

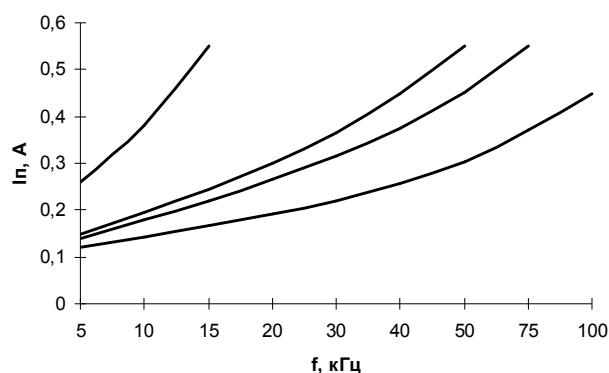


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

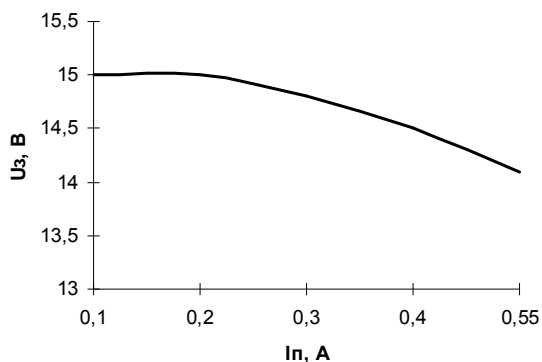


Рисунок 7 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

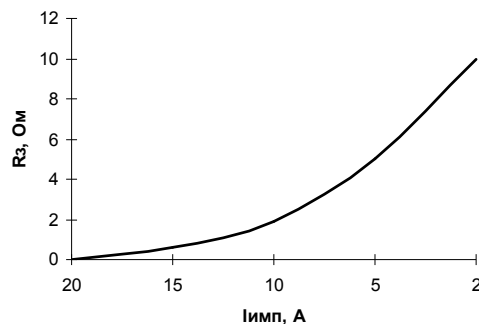


Рисунок 8 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

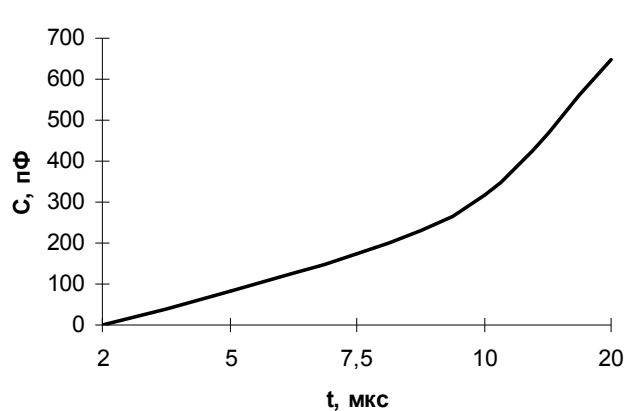


Рисунок 9 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости  $C_b$

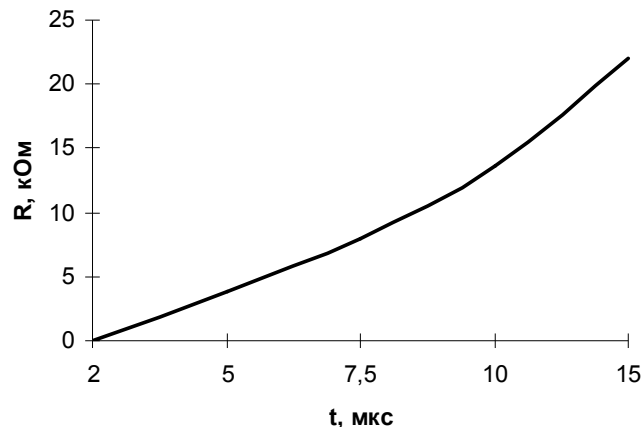


Рисунок 10 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов  $R_{dt}$

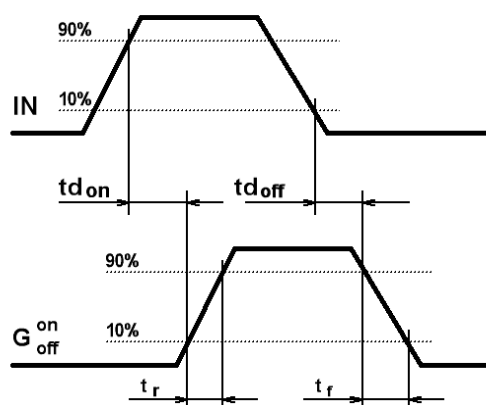


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера  
где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

## 9 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 10 РЕКОМЕНДАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 10.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                  | Значение внешнего воздействующего фактора |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:                       |                                           |
| - диапазон частот, Гц;                         | 0,5 - 100                                 |
| - амплитуда ускорения, $m/s^2$ (g)             | 150 (15)                                  |
| Механический удар одиночного действия:         |                                           |
| - пиковое ударное ускорение, $m/s^2$ (g);      | 40 (4)                                    |
| - длительность импульса ударного ускорения, мс | 50                                        |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - М27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

#### 10.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 4 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С              | минус 45<br>минус 60            |
| Повышенная температура окружающей среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С   | +85<br>+100                     |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

### 11 ТРЕБОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

### 12 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

### 13 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# **ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET**

## **ТРАНЗИСТОРОВ ДР2160П–Б1**

### **1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Драйвер полумостов мощных транзисторов с полевым управлением (MOSFET или IGBT) (далее – драйвер) предназначен для зависимого гальванически развязанного управления двумя мощными транзисторами с предельно допустимым напряжением до 1700 В. Драйвер предназначен для управления полумостами типа Semix и является конструктивным аналогом Board 35 Skyper 32 pro. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 50 кГц.

### **2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА**

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемых транзисторов и сигналов управления.

Тип разъема X1- IDC-20MS.

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения.
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов.
- 3 Входная логика.
- 4 Схема управления затворами управляемых транзисторов.
- 5 Схема защиты от пониженного напряжения питания драйвера.
- 6 Схема защиты от перегрузки управляемых транзисторов по току (по падению напряжения на управляемом транзисторе в открытом состоянии).
- 7 Схема контроля температуры.

### **3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА**

- 3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:
- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
  - 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
  - 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
  - 4 Блокировку управления при «аварии»;
  - 5 Сигнализацию о наличии аварии;
  - 6 Регулировку времени включения - выключения управляемого транзистора путем изменения разователя.
  - 10 Температурную защиту управляемых модулей.

3.2 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема и схема включения драйвера изображены на рисунке 2.

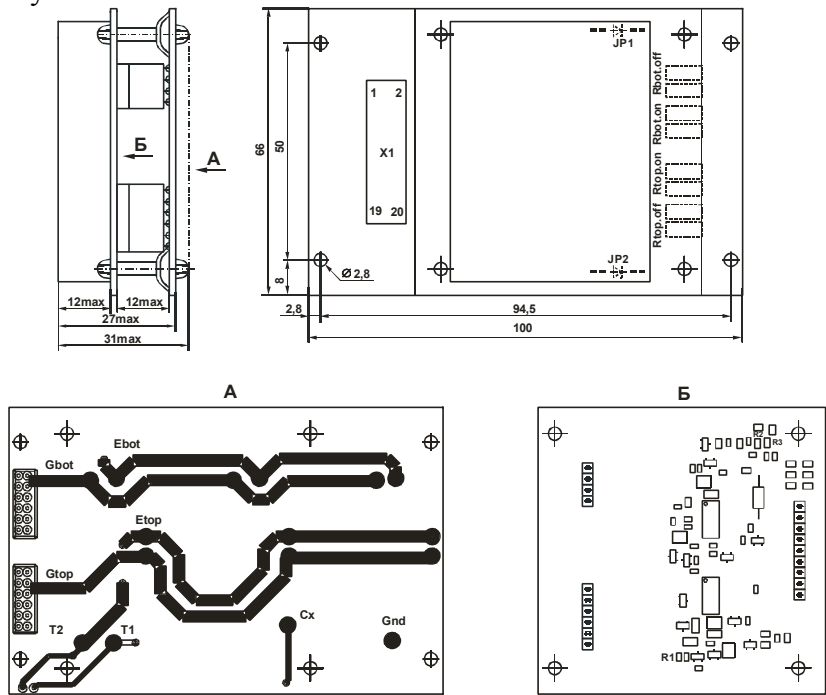


Рисунок 1 – Габаритный чертёж

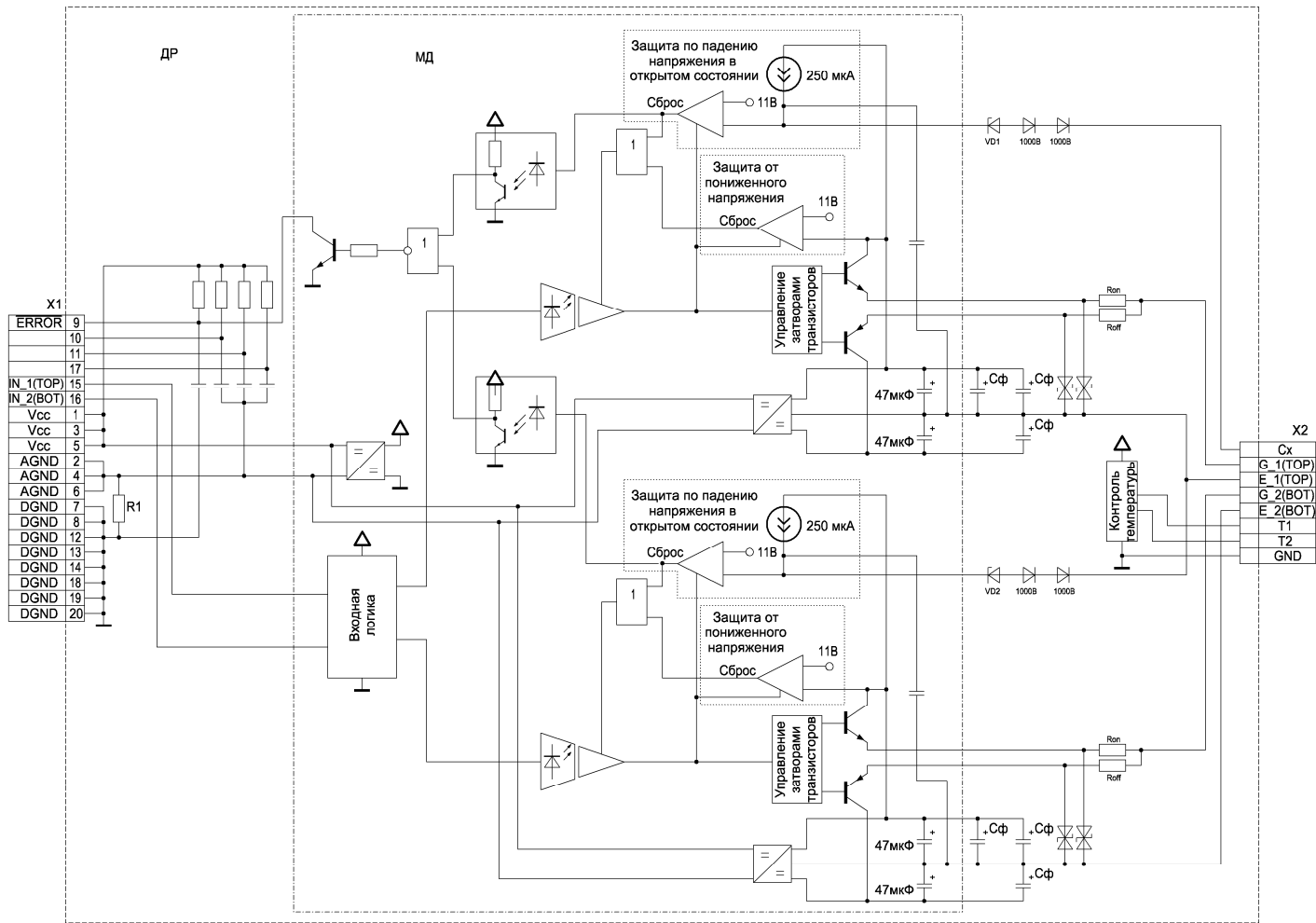


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов драйвера

| Выводы   | Обозначение выводов | Назначение выводов                                                                                                                                               |
|----------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| X1.1     | V <sub>S</sub>      | Питание драйвера                                                                                                                                                 |
| X1.2     | AGND                | Общей питания драйвера                                                                                                                                           |
| X1.3     | V <sub>S</sub>      | Питание драйвера                                                                                                                                                 |
| X1.4     | AGND                | Общий питания драйвера                                                                                                                                           |
| X1.5     | V <sub>S</sub>      | Питание драйвера                                                                                                                                                 |
| X1.6     | AGND                | Общий питания драйвера                                                                                                                                           |
| X1.7     | DGND                | Общий управления драйвером                                                                                                                                       |
| X1.8     | DGND                | Общий управления драйвером                                                                                                                                       |
| X1.9     | ERROR               | Вывод сигнала ошибки                                                                                                                                             |
| X1.10    |                     | Не используется                                                                                                                                                  |
| X1.11    |                     | Не используется                                                                                                                                                  |
| X1.12    | DGND                | Общий управления драйвером                                                                                                                                       |
| X1.13    | DGND                | Общий управления драйвером                                                                                                                                       |
| X1.14    | DGND                | Общий управления драйвером                                                                                                                                       |
| X1.15    | IN_1(TOP)           | Вход управления силовым транзистором верхнего плеча.                                                                                                             |
| X1.16    | IN_2(BOT)           | Вход управления силовым транзистором нижнего плеча.                                                                                                              |
| X1.17    |                     | Не используется.                                                                                                                                                 |
| X1.18    | DGND                | Общий управления драйвером.                                                                                                                                      |
| X1.19    | DGND                | Общий управления драйвером.                                                                                                                                      |
| X1.20    | DGND                | Общий управления драйвером.                                                                                                                                      |
| E_1(TOP) | E_1(TOP)            | Вывод для подключения эмиттера (истока) управляемого транзистора верхнего плеча.<br>Вывод подключения коллектора (стока) управляемого транзистора нижнего плеча. |
| G_1(TOP) | G_1(TOP)            | Выход драйвера для подключения затвора управляемого транзистора верхнего плеча                                                                                   |
| C_1(TOP) | C_1(TOP)            | Вывод подключения коллектора (стока) управляемого транзистора верхнего плеча.                                                                                    |
| E_2(BOT) | E_2(BOT)            | Вывод для подключения эмиттера (истока) управляемого транзистора нижнего плеча                                                                                   |
| G_2(BOT) | G_2(BOT)            | Выход драйвера для подключения затвора управляемого транзистора нижнего плеча                                                                                    |
| T1       | T1                  | Вывод подключения датчика температуры                                                                                                                            |
| T2       | T2                  | Вывод подключения датчика температуры                                                                                                                            |
| GND      | GND                 | Общий температурной защиты                                                                                                                                       |

#### 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при T = 25 °C)

| Параметр                                                              | Обозначение        | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                      |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|----------|-----|----------|---------------------------------|
|                                                                       |                    |                   | не менее | тип | не более |                                 |
| Параметры блока DC/DC                                                 |                    |                   |          |     |          |                                 |
| Номинальное напряжение питания                                        | U <sub>S</sub>     | В                 | 13,5     | 15  | 16,5     |                                 |
| Максимальный ток потребления                                          | I <sub>S</sub>     | мА                |          | 230 | 250      | без нагрузки, см. рисунки 5 и 6 |
| Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера | P <sub>DC-DC</sub> | Вт                | 4        |     |          | для каждого канала              |
| Параметры монитора напряжения                                         |                    |                   |          |     |          |                                 |
| Порог выключения                                                      | U <sub>UVLO+</sub> | В                 |          | 11  |          | выход DC-DC                     |
| Порог включения                                                       | U <sub>UVLO-</sub> | В                 |          | 12  |          | выход DC-DC                     |

| Параметры входов управления                                                                  |                        |     |      |     |      |                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----|------|-----|------|-------------------------------------------|
| Входное напряжение высокого уровня                                                           | $U_{IH}$               | В   | 9    | 15  | 16,8 |                                           |
| Входное напряжение низкого уровня                                                            | $U_{IL}$               | В   | -0,6 | 0   | 2,4  |                                           |
| Входное сопротивление                                                                        | $R_{IN}$               | кОм |      |     | 5,9  |                                           |
| Сопротивление терморезистора, при котором срабатывает защита                                 | $R_t$                  | Ом  |      | 520 |      |                                           |
| Температура модуля Semix приводящая к срабатыванию защиты                                    | $t_m$                  | °C  |      | 105 |      |                                           |
| Временные параметры                                                                          |                        |     |      |     |      |                                           |
| Время задержки включения сигнала между входом и выходом                                      | $t_{d\ on(in-out)}$    | мкс |      |     | 3    | см. рисунок 11                            |
| Время задержки выключения сигнала между входом и выходом                                     | $t_{d\ off\ (in-out)}$ | мкс |      |     | 0,5  | см. рисунок 11                            |
| «Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов               | $t_{TD}$               | мкс | 1,5  | 2,0 | 2,5  |                                           |
| Максимальная рабочая частота                                                                 | $f_{max}$              | кГц |      |     | 50   | без нагрузки; см. раздел 6 и рисунки 5, 8 |
| Время блокировки контроля падения напряжения на управляемом транзисторе в открытом состоянии | $t_{BLOCK1}$           | мкс |      | 8   |      |                                           |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                                     | $t_{BLOCK2}$           | мс  |      | 70  |      | см. рисунок 3                             |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора                                | $t_{off}$              | мкс |      | 2,5 |      | см. рисунок 3                             |
| Время задержки включения сигнала аварии                                                      | $t_{d(on-err)}$        | мкс |      |     | 2    |                                           |
| Выходные параметры                                                                           |                        |     |      |     |      |                                           |
| Выходное напряжение высокого уровня                                                          | $U_{OH}$               | В   | +14  | +16 | +19  | во всем диапазоне допустимых нагрузок     |
| Выходное напряжение низкого уровня                                                           | $U_{OL}$               | В   | -7,5 | -6  | -4   | во всём диапазоне допустимых нагрузок     |
| Максимальный выходной импульсный ток                                                         | $I_{Omax}$             | А   | -16  |     | +16  | настраивается потребителем; см. раздел 6  |
| Средний выходной ток                                                                         | $I_O$                  | мА  |      |     | 160  | на каждый канал                           |
| Время нарастания выходного сигнала                                                           | $t_r$                  | нс  |      |     | 150  | без нагрузки, см. раздел 6 и рисунок 7    |
| Время спада выходного сигнала                                                                | $t_f$                  | нс  |      |     | 150  |                                           |
| Максимальный ток статусного вывода «Error»                                                   | $I_{ERR\ max}$         | мА  |      |     | 20   |                                           |
| Максимальное напряжение на статусном выводе «Error»                                          | $U_{ERR\ max}$         | В   |      |     | 30   |                                           |
| Остаточное напряжение по выходу сигнала «Error»                                              | $U_{O\ ERR}$           | В   | 0    | 0,3 | 0,7  | при $I_{ERR} = 20\ мА$                    |
| Пороговое напряжение на измерительном входе МС, вызывающее аварийное отключение              | $U_{MC}^{Th}$          | В   |      | 11  |      | без дополнительных элементов              |

| Параметры изоляции                                           |                      |        |     |  |      |           |
|--------------------------------------------------------------|----------------------|--------|-----|--|------|-----------|
| Максимально допускаемое обратное напряжение на выводе «МС»   | $U_{R(MC)}$          | В      |     |  | 2000 |           |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                   | $U_{ISO(IN-OUT)}$    | В      |     |  | 4000 | DC, 1 мин |
| Напряжение изоляции между выводами первого и второго каналов | $U_{ISO(OUT1-OUT2)}$ | В      |     |  | 2000 | DC, 1 мин |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе          | $(dU/dt)_{cr}$       | кВ/мкс |     |  | 20   |           |
| Параметры эксплуатации и хранения                            |                      |        |     |  |      |           |
| Рабочий диапазон температур                                  | $T_A$                | °C     | -45 |  | +85  |           |
| Температура хранения                                         | $T_s$                | °C     | -60 |  | +100 |           |
| Параметры управляемого транзистора                           |                      |        |     |  |      |           |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора   | $U_{CE} (U_{DS})$    | В      |     |  | 1700 |           |

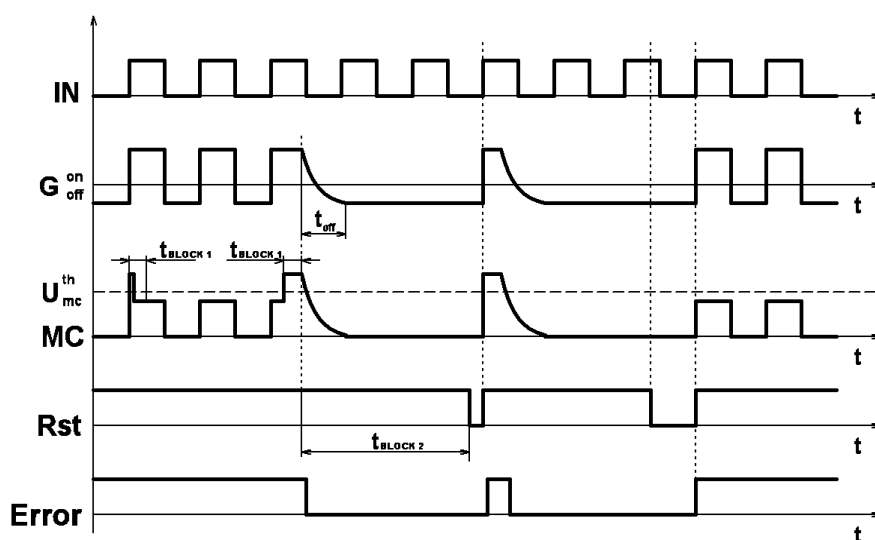
## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача «лог.1» на управляющий вход «IN\_1(TOP)» или «IN\_2(BOT)» приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более, чем на  $U_{MC}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$  приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (по перегрузке по току). При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (вывод «Error»), подвязанный через резистор 5,1 кОм к внутреннему источнику +5 В. Через 70мс будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии» и по переднему фронту сигнала управления «IN» будет открыт управляемый транзистор. В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO-}$  приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO+}$  сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на выходе «Error» не появляется.

При подаче на входы «IN\_1(TOP)» и «IN\_2(BOT)» одновременно «лог. 1» произойдет блокировка управления и управляемые транзисторы будут закрыты, при этом сигнализации о наличии ошибки на выходе «Error» не появляется.

Диаграммы, поясняющие работу драйвера, приведены на рисунках 3 и 4.



Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

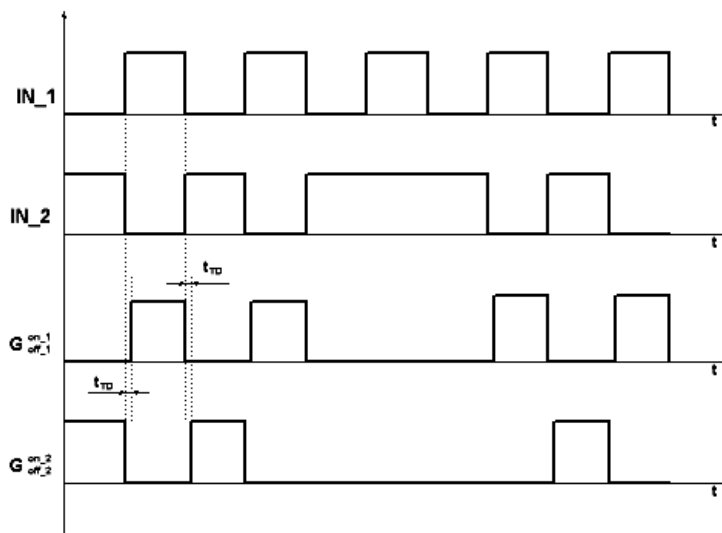


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**IN1\_1(TOP), IN\_2(BOT)** – управляющие входы. Управление драйвером описано в разделе «Работа драйвера». При подаче управляющего напряжения следует учитывать, что на входах управления установлены обратные защитные диоды. Как следствие, в том случае если напряжение управления будет превышать напряжения питания более чем на 0,6, произойдёт увеличения тока потребления по входам и при значительном превышении напряжения питания драйвер может выйти из строя.

**Error** – инверсный выход (открытый коллектор, подвязанный через резистор 5,1 кОм к внутреннему источнику +5 В), сигнализирующий о возникновении аварии. При этом «лог.0» будет появляться только при аварии, вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня «Uuvlo-» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня напряжения питания соответствующего «Uuvlo+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует. Также не последует сигнализации в случае одновременной подачи на входы управления сигналов соответствующих «лог.1», хотя выходные транзисторы будут закрыты.

**V<sub>S</sub>** – вход питания драйвера. Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «Uuvlo-» и управление транзистором будет некорректным.

Ток потребления по входу питания составляет не более 200 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 750 мА (равная нагрузка для обоих каналов). При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 750 мА, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. В случае, если нагрузка по каналам распределена неравномерно, то ток потребления одним каналом не должен превышать 300 мА (без учёта потребления схемой управления). Ток потребления зависит от частоты сигнала управления, от значений сопротивлений затворных резисторов и от входной ёмкости затвора (см. рисунки 5 и 6). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 8.

**C\_1(TOP), E\_1(TOP)** – выводы подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Выводы предназначены для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. При этом типичное значение порога срабатывания защиты равно 3,3 В (если не установлены внешние элементы). Порог срабатывания защиты регулируется установкой внешних элементов (стабилитронов и диодов); из максимального напряжения (3,3 В) вычитается падение напряжения на стабилитронах и диодах при токе 250 мкА. К примеру, если установить последовательно два диода с падением напряжения 0,7 В на токе 250 мкА, то порог срабатывания защиты будет равен  $3,3 - 2 \times 0,7 = 1,9$  В.

В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то данные выводы следует закоротить на исток (эмиттер) соответствующего канала.

**G\_1(TOP), G\_2(BOT)** – выходы, предназначенные для подключения затворов управляемых транзисторов.

Затворные резисторы ( $R_{on1}$ ,  $R_{on2}$ ,  $R_{off1}$ ,  $R_{off2}$ ) необходимы для уменьшения максимального импульсного тока. Не рекомендуется устанавливать резисторы с номиналами менее 1 Ом. Допускается установка резисторов разных номиналов, к примеру, для увеличения длительности выключения управляемого транзистора с целью уменьшения амплитуды напряжения индуктивных выбросов.

**T1, T2** – выводы подключения терморезистора. Порог срабатывания защиты составляет 520 Ом, гистерезис не менее 10%. При срабатывании защиты произойдёт блокировка работы драйвера и управляемые транзисторы будут закрыты вплоть до снижения температуры до допустимого уровня. При срабатывании температурной защиты на выходе «Еггог» появиться сигнал низкого уровня, который будет удерживаться вплоть до отключения защиты. Вывод T2 соединен с выводом  $E1_{top}$ , не допускается его подключение к общим цепям и к «+» силового питания. Если термозащита не используется, то выводы T1 и T2 следует закоротить между собой.

## 7 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

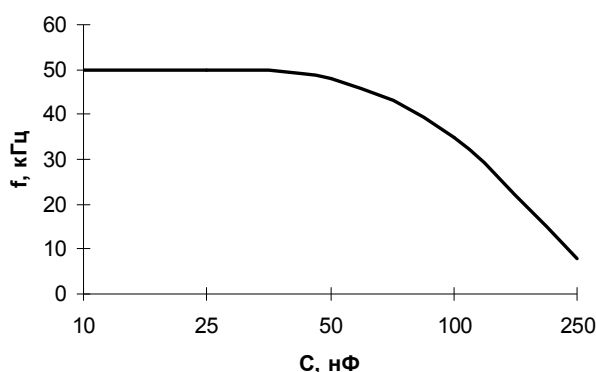


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления драйвера от частоты сигнала управления без нагрузки

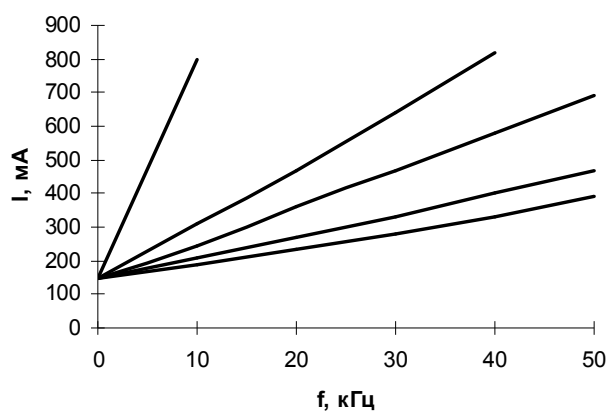


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом)

для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ и 250 нФ

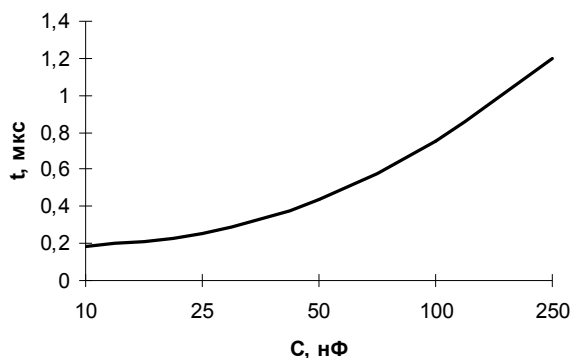


Рисунок 7 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

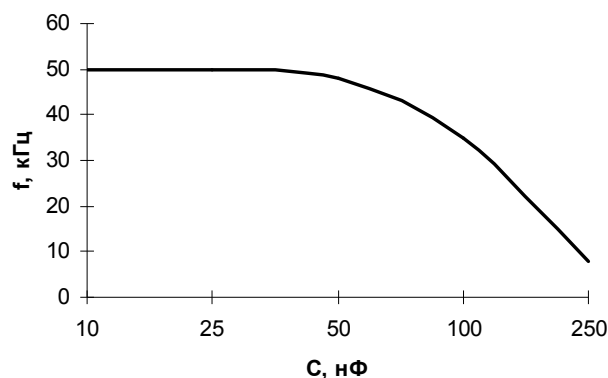


Рисунок 8 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

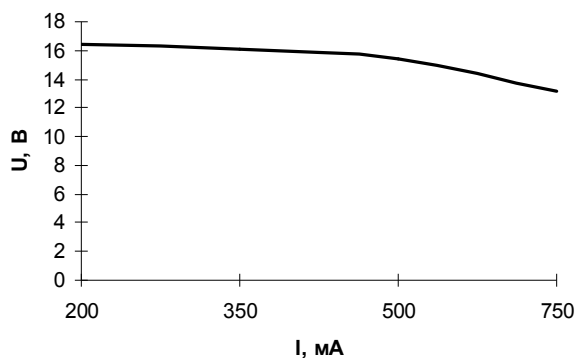


Рисунок 9 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

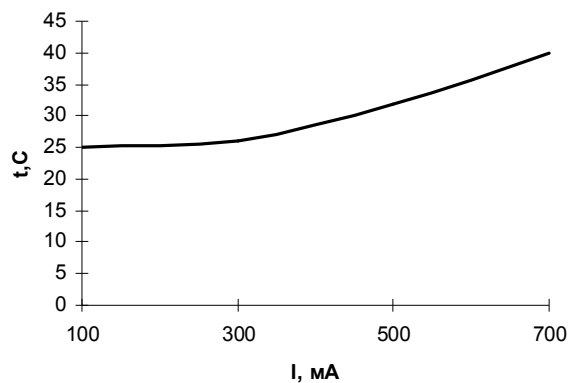


Рисунок 10 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

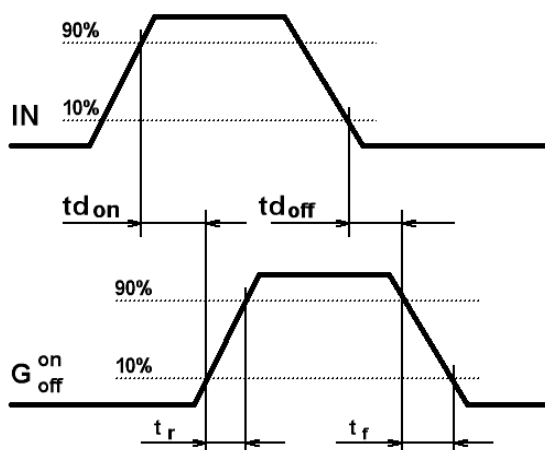


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера

где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

## 8 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 9 РЕКОМЕНДАЦИИ К ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 9.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                    | Значение внешнего воздействующего фактора |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:                         |                                           |
| - диапазон частот, Гц;                           | 0,5 - 100                                 |
| - амплитуда ускорения, $\text{м/с}^2$ (g)        | 150 (15)                                  |
| Механический удар одиночного действия:           |                                           |
| - пиковое ударное ускорение, $\text{м/с}^2$ (g); | 40 (4)                                    |
| - длительность импульса ударного ускорения, мс   | 50                                        |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - М27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

## 9.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 4 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С              | минус 45<br>минус 60            |
| Повышенная температура окружающей среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С   | +85<br>+100                     |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 10 ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 11 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.033 ТУ

Место для штампа ОТК

## 12 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# **ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ**

## **ДР1480П–Б1**

### **1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Одноканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (далее – драйвер) предназначен для гальванически развязанного управления мощным транзистором с полевым управлением (MOSFET или IGBT) с предельно допустимым напряжением до 1700 В. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 50 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора. Драйвер конструктивно и функционально аналогичен драйверу **2SD1548**.

### **2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА**

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемого транзистора и сигналов управления

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворе управляемого транзистора;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затвором управляемого транзистора;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемого транзистора;
- 6 Схема защиты управляемого транзистора от перегрузки по току.

### **3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА**

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Сигнализацию о наличии аварии;
- 5 Контроль напряжения питания драйвера (встроенный компаратор).

3.2 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема и схема включения драйвера изображены на рисунке 2.

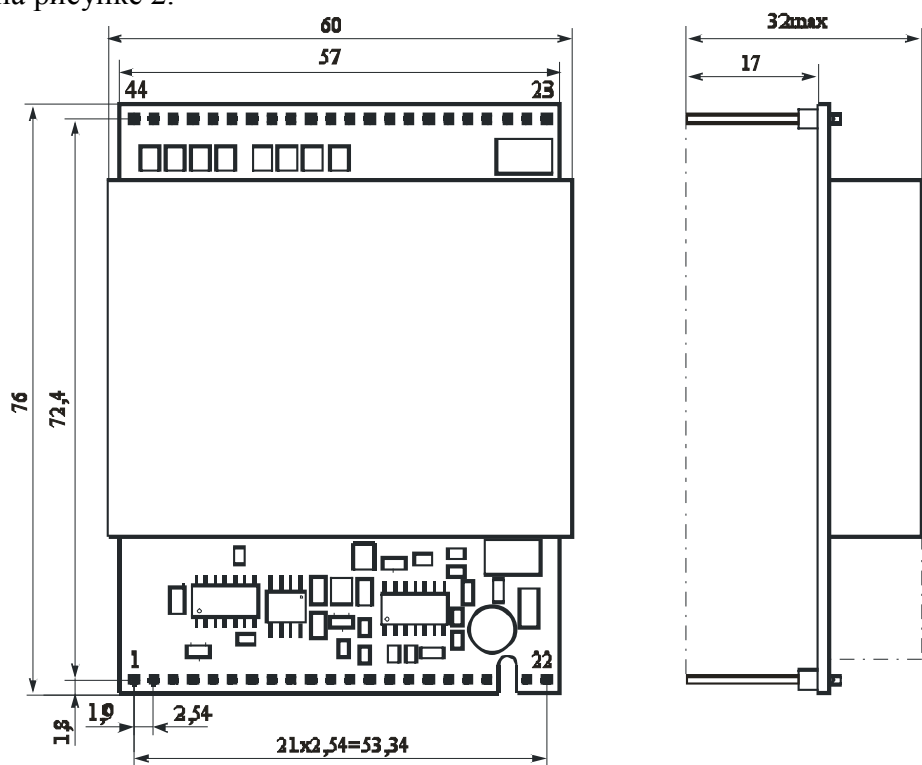


Рисунок 1 – Габаритный чертеж

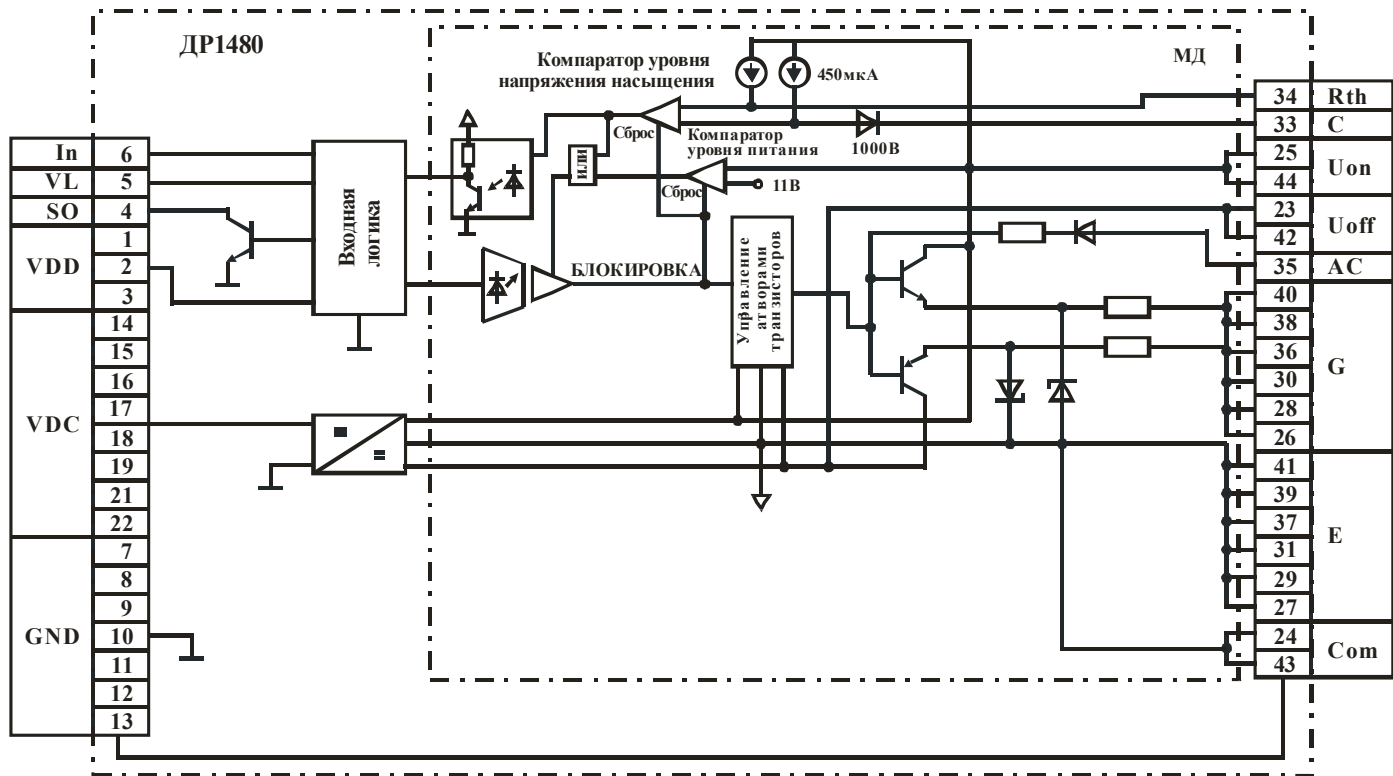


Рисунок 2– Функциональная схема и схема включения драйвера

3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов драйвера

| № вывода               | Назначение выводов                                         | Обозначение выводов |
|------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1, 2, 3                | Питание +15В                                               | VDD                 |
| 4                      | Статусный выход                                            | SO                  |
| 5                      | Вход сброса аварийного режима                              | VL                  |
| 6                      | Управляющий вход                                           | In                  |
| 7 – 13                 | Общий                                                      | GND                 |
| 14 – 19, 21, 22        | Питание +15В                                               | VDC                 |
| 20                     | Не задействован                                            | -                   |
| 23, 42                 | Напряжение выключения (-7 В)                               | VNEG                |
| 24, 43                 | Общий                                                      | COM                 |
| 25, 44                 | Напряжение включения (+18 В)                               | VPOS                |
| 26, 28, 30, 36, 38, 40 | Затвор                                                     | G                   |
| 27, 29, 31, 37, 39, 41 | Эмиттер                                                    | E                   |
| 32                     | Не задействован                                            | -                   |
| 33                     | Коллектор (измерительный вход)                             | C                   |
| 34                     | Резистор настройки порога срабатывания защиты по насыщению | Rth                 |
| 35                     | Вход защиты от перенапряжения в цепи коллектор-эмиттер     | AC                  |

#### 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при T = 25 °C)

| Параметр                                                              | Обозначение        | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                                  |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|----------|-----|----------|---------------------------------------------|
|                                                                       |                    |                   | не менее | тип | не более |                                             |
| Параметры блока DC/DC                                                 |                    |                   |          |     |          |                                             |
| Номинальное напряжение питания                                        | U <sub>S</sub>     | В                 | 13,5     | 15  | 16,5     |                                             |
| Максимальный ток потребления по входу VDC                             | I <sub>S</sub>     | мА                |          |     | 100      | f = 0 Гц, см. рисунки 11 и 12               |
| Максимальный ток потребления по входу VDD                             | I <sub>S</sub>     | мА                |          |     | 50       |                                             |
| Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера | P <sub>DC-DC</sub> | Вт                | 10       |     |          |                                             |
| Параметры монитора напряжения                                         |                    |                   |          |     |          |                                             |
| Порог выключения                                                      | U <sub>UVLO+</sub> | В                 |          | 11  |          | выход DC-DC                                 |
| Порог включения                                                       | U <sub>UVLO-</sub> | В                 |          | 12  |          | выход DC-DC                                 |
| Параметры входов управления                                           |                    |                   |          |     |          |                                             |
| Входное напряжение высокого уровня                                    | U <sub>IH</sub>    | В                 | 9        | 15  | 16,8     |                                             |
| Входное напряжение низкого уровня                                     | U <sub>IL</sub>    | В                 | -0,6     | 0   | 2,4      |                                             |
| Входное сопротивление                                                 | R <sub>IN</sub>    | кОм               |          | 5,9 |          |                                             |
| Временные параметры                                                   |                    |                   |          |     |          |                                             |
| Время задержки включения сигнала между входом и выходом               | td on(in-out)      | мкс               |          |     | 0,5      | см. рисунок 20                              |
| Время задержки выключения сигнала между входом и выходом              | td off (in-out)    | мкс               |          |     | 0,5      | см. рисунок 20                              |
| Максимальная рабочая частота                                          | f <sub>max</sub>   | кГц               |          |     | 50       | без нагрузки; см. раздел 6 и рисунки 11, 12 |

|                                                                                              |                   |        |      |     |      |                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------|------|-----|------|-------------------------------------------------------|
| Время блокировки контроля падения напряжения на управляемом транзисторе в открытом состоянии | $t_{BLOCK1}$      | мкс    |      | 4   |      | настраивается потребителем; см. раздел 6 и рисунок 17 |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора                                | $t_{off}$         | мкс    |      | 4   |      |                                                       |
| Время задержки включения сигнала аварии                                                      | $t_{d(on-err)}$   | мкс    |      |     | 2    |                                                       |
| <b>Выходные параметры</b>                                                                    |                   |        |      |     |      |                                                       |
| Выходное напряжение высокого уровня                                                          | $U_{OH}$          | В      | +14  | +16 | +19  | во всем диапазоне допустимых нагрузок                 |
| Выходное напряжение низкого уровня                                                           | $U_{OL}$          | В      | -7,5 | -6  | -4   | во всем диапазоне допустимых нагрузок                 |
| Максимальный выходной импульсный ток                                                         | $I_{Omax}$        | А      | -48  |     | +48  |                                                       |
| Средний выходной ток                                                                         | $I_O$             | мА     |      |     | 750  |                                                       |
| Время нарастания выходного сигнала                                                           | $t_r$             | нс     |      |     | 150  | без нагрузки, см. раздел 6 и рисунки 13, 10           |
| Время спада выходного сигнала                                                                | $t_f$             | нс     |      |     | 150  | без нагрузки, см. раздел 6 и рисунки 10, 13           |
| Максимальный ток статусного вывода «SO»                                                      | $I_{ERR\ max}$    | мА     |      |     | 20   |                                                       |
| Максимальное напряжение на статусном выводе «SO»                                             | $U_{ERR\ max}$    | В      |      |     | 30   |                                                       |
| Остаточное напряжение по выходу сигнала «SO»                                                 | $U_{O\ ERR}$      | В      | 0    | 0,3 | 0,7  | при $I_{ERR} = 20\ \text{мА}$                         |
| Пороговое напряжение на измерительном входе С, вызывающее аварийное отключение               | $U_{MC}^{Th}$     | В      |      |     | 15   | настраивается потребителем, см. рисунок 18            |
| <b>Параметры изоляции</b>                                                                    |                   |        |      |     |      |                                                       |
| Максимально допускаемое обратное напряжение на выводе «МС»                                   | $U_{R(MC)}$       | В      |      |     | 1000 | без дополнительных диодов                             |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                                                   | $U_{ISO(IN-OUT)}$ | В      |      |     | 4000 | DC, 1 мин                                             |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                                          | $(dU/dt)_{cr}$    | кВ/мкс |      |     | 20   |                                                       |
| <b>Параметры эксплуатации и хранения</b>                                                     |                   |        |      |     |      |                                                       |
| Рабочий диапазон температур                                                                  | $T_A$             | °C     | -45  |     | +85  |                                                       |
| Температура хранения                                                                         | $T_S$             | °C     | -60  |     | +100 |                                                       |
| <b>Параметры управляемого транзистора</b>                                                    |                   |        |      |     |      |                                                       |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора                                   | $U_{CE} (U_{DS})$ | В      |      |     | 1700 |                                                       |

## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача «лог.1» на управляющий вход «IN» приведет к открытию управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более чем на  $U_{mc}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$ , приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (при перегрузке по току). При возникновении «аварии» закроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (вывод «SO»). Сброс режима аварии происходит при подаче «лог.1» на вход сброса «VL».

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера «Uuvlo-» приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера «Uuvlo+» сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на выходе «SO» не появляется.

Простейшая схема подключения входов драйвера и диаграмма его работы приведены на рисунках 3 и 4.

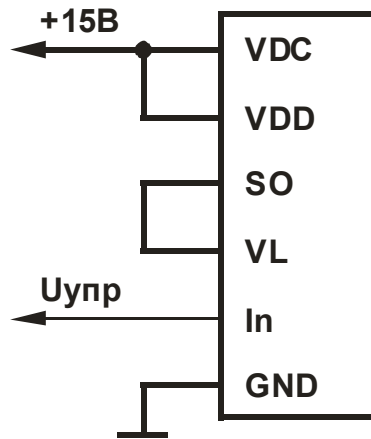


Рисунок 3 – Схема подключения драйвера к цепям управления

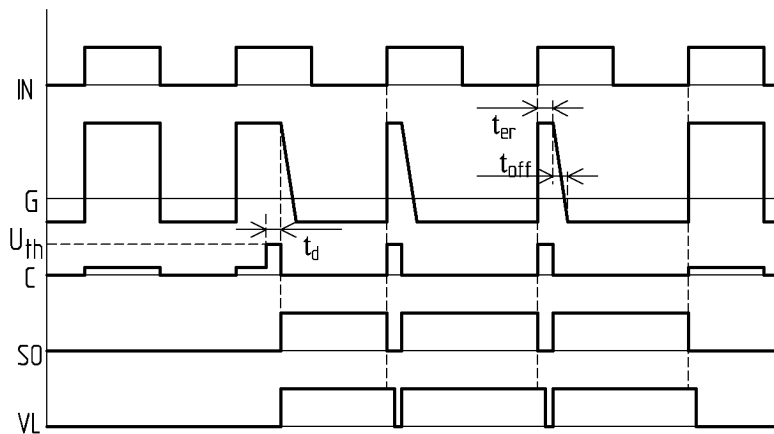


Рисунок 4 – Диаграмма работы драйвера подключенного по схеме рисунка 3

В случае, если необходимо внешнее управление сбросом в режиме аварии, то рекомендуется схема представленная на рисунке 5, тогда диаграмма работы драйвера будет соответствовать диаграмме представленной на рисунке 6.

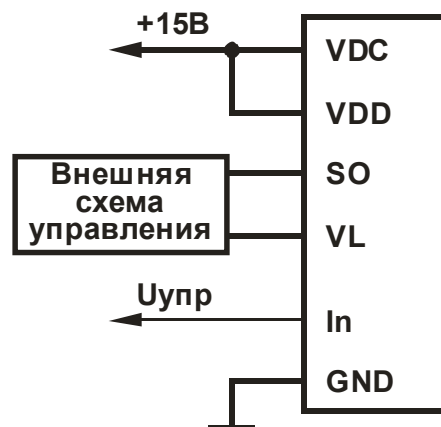


Рисунок 5 – Схема подключения драйвера к цепям управления с внешним перезапуском

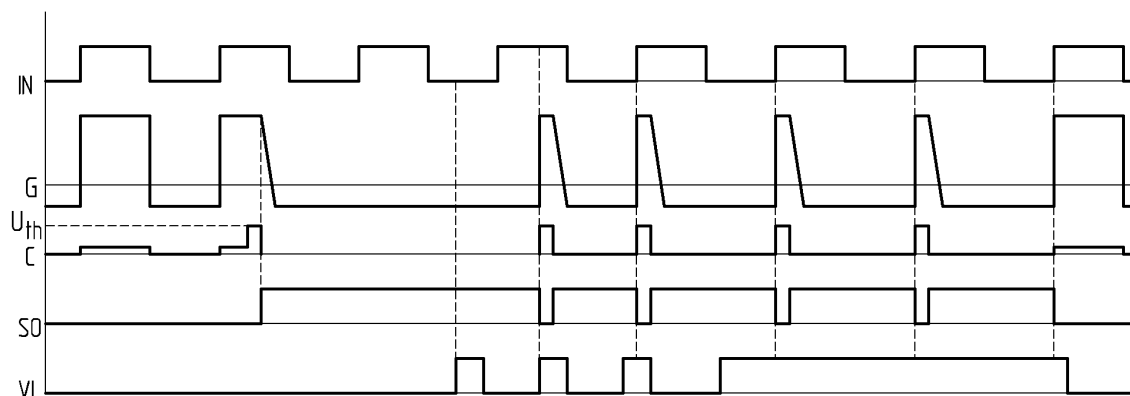


Рисунок 6 – Диаграмма работы драйвера подключенного по схеме рисунка 5

Если необходим перезапуск импульсами с частотой, отличной от частоты следования импульсов управления, то рекомендуется схема подключения, приведённая на рисунке 7..

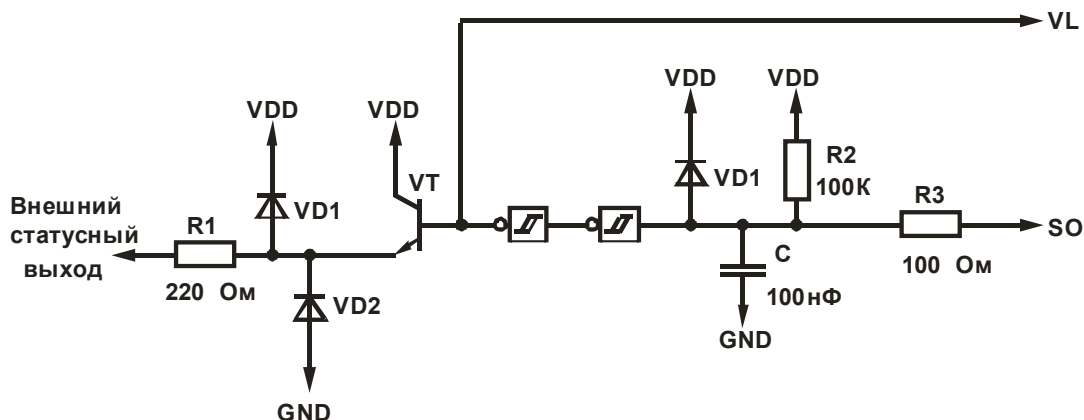


Рисунок 7 – Схема подключения внешнего периодического перезапуска

В данном случае длительность паузы между импульсами пересброса драйвера настраивается конденсатором C (на схеме – 100 нФ); зависимость длительности паузы от номинала конденсатора с зарядным резистором R2 номиналом 100 кОм приведена на рисунке 19.

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**IN** – управляющий вход. Управление драйвером описано в разделе «Работа драйвера». При подаче управляющего напряжения следует учитывать, что на входах управления установлены обратные защитные диоды. Как следствие, в том случае если напряжение управления будет превышать напряжения питания более чем на 0,6 В, произойдёт увеличения тока потребления по входам и при значительном превышении напряжения питания драйвер может выйти из строя.

**SO** – вывод сигнализирующий о возникновении аварии. Вывод представляют собой открытый коллектор транзистора схемы защиты. При этом транзистор будет открываться только при аварии вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня «Uuvlo-» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «Uuvlo+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует.

**VL** – вход сброса режима аварии. Сброс осуществляется подачей «лог.1».

**VDD** – вход питания схемы управления драйвера. Ток потребления по данному входу не должен превышать 50 мА во всех режимах работы драйвера.

**VDC** – вход питания DC/DC – преобразователя драйвера. Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема будет работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «Uuvlo-» и управление транзистором будет некорректным.

Максимальный ток потребления по входу питания составляет не более 100 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 800 мА (750 мА выходного тока). При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 800 мА, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. Ток потребления зависит от скважности управляющих импульсов, входной ёмкости затвора и от значений затворных резисторов (см. рисунки 11, 12). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 14.

**C** – вывод подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Вывод предназначен для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. Рекомендуемая схема подключения представлена на рисунке 8.

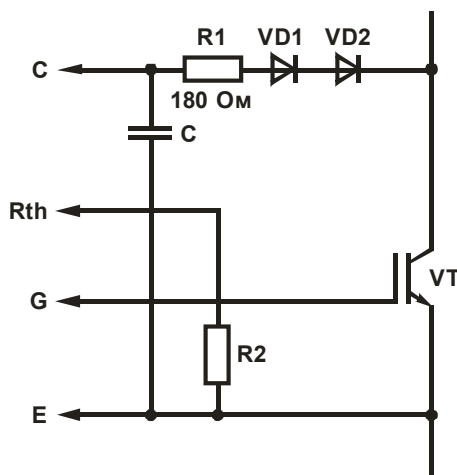


Рисунок 8 – Схема подключения драйвера и его цепей защиты к управляемому силовому транзистору

Диоды VD1 и VD2 необходимы для защиты измерительных цепей драйвера от перенапряжения. Рекомендуется устанавливать диоды с максимальным обратным напряжением не менее чем на 30% превышающим максимальное напряжение коллектор-эмиттер управляемого транзистора. Конденсатор «С» необходим для увеличения задержки срабатывания защиты по насыщению; номинал данного конденсатора следует выбирать исходя из рисунка 17.

В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то вывод «С» следует закоротить на вывод «Е» (эмиттер).

$R_{th}$  – вывод подключения резистора настройки порога срабатывания защиты по насыщению (см. рисунок 8). При незадействованном выводе « $R_{th}$ » порог срабатывания защиты будет равен 15 В. Зависимость напряжения срабатывания защиты по насыщению от номинала резистора R2 (рисунок 8) приведена на рисунке 18.

G – выводы, предназначенные для подключения затвора управляемого транзистора.

АС – вход подключения защиты управляемого транзистора от перенапряжения в цепи коллектор-эмиттер («активная защита»). Рекомендуемая схема подключения представлена на рисунке 9; график работы драйвера с подключенной активной защитой представлен на рисунке 10.

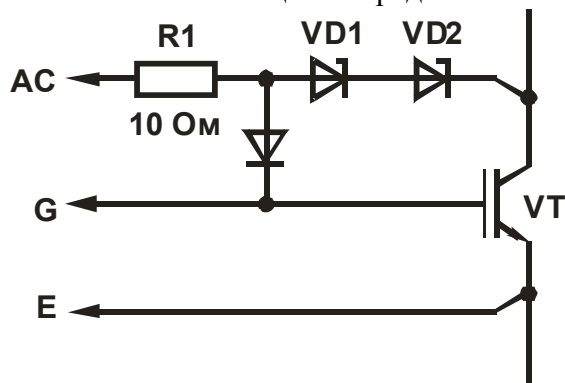


Рисунок 9 – Схема подключения активной защиты

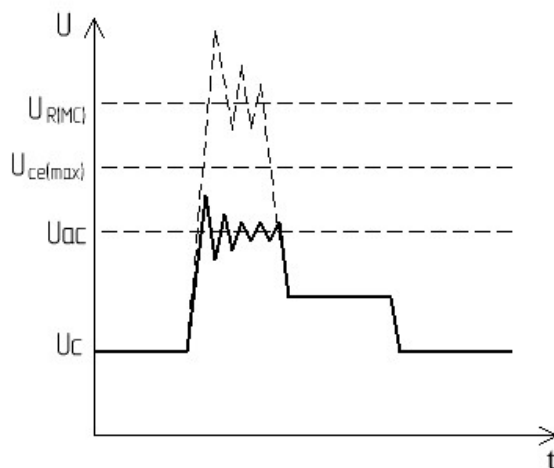


Рисунок 10 – График работы драйвера при срабатывании активной защиты

Где  $U_{ас}$  – максимально-допустимое напряжение управляемого транзистора (напряжение срабатывания активной защиты);  $U_{с}$  – напряжение на коллекторе управляемого транзистора,  $U_{г(мс)}$  – максимально допустимое обратное напряжение на выводе «С»,  $U_{сe(max)}$  – максимально допустимое напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора.

Стабилитроны VD1 и VD2 следует выбирать исходя из необходимого напряжения ограничения выбросов в силовой цепи. Мощность стабилитронов должна составлять не менее 1,5 Вт.

## 7 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

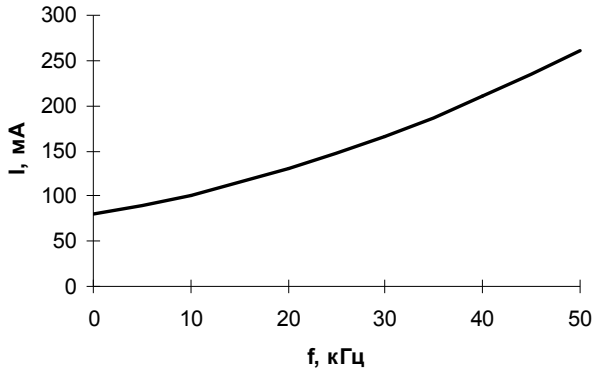


Рисунок 11 – График зависимости тока потребления драйвера по входу VDC от частоты сигнала управления без нагрузки

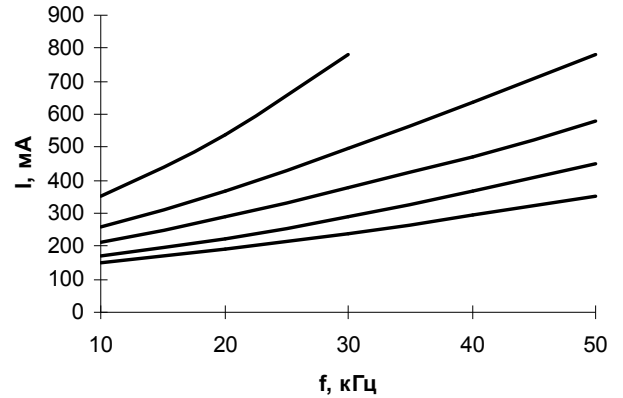


Рисунок 12 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом)

для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ и 250 нФ

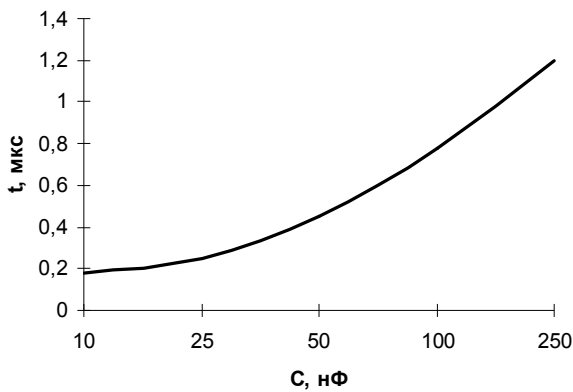


Рисунок 13 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

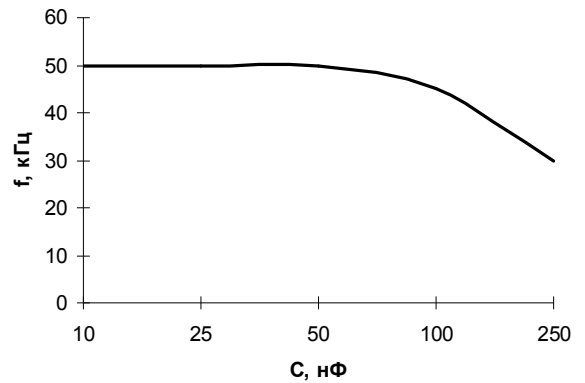


Рисунок 14 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

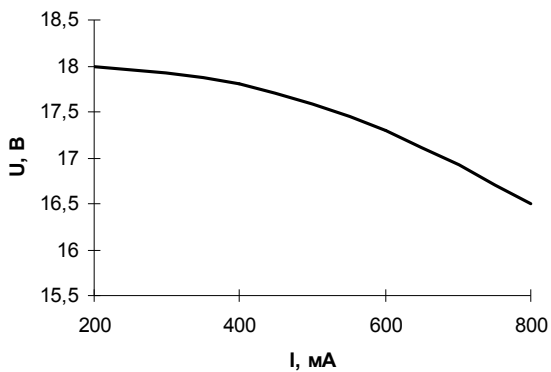


Рисунок 15 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

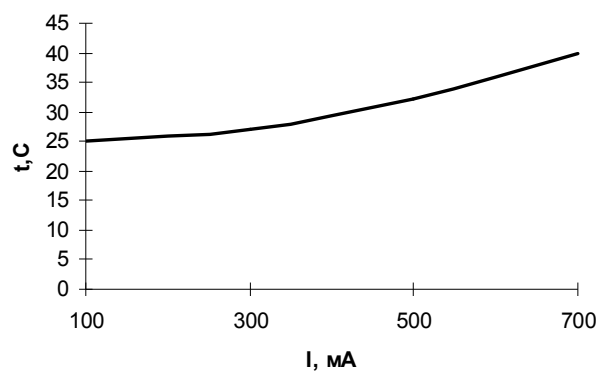


Рисунок 16 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

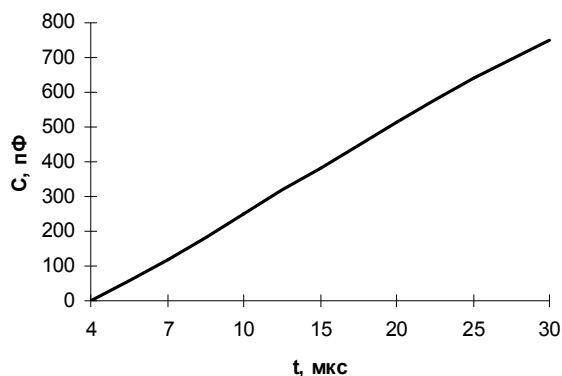


Рисунок 17 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от подстроечной ёмкости

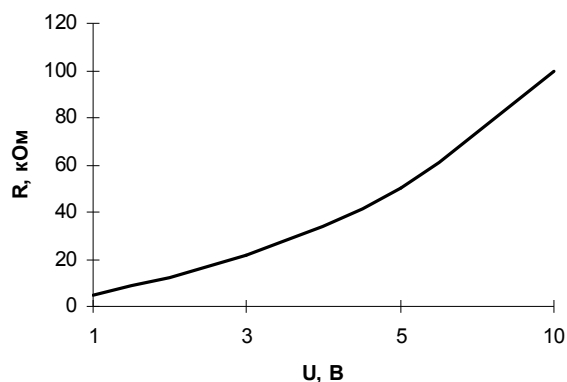


Рисунок 18 – График зависимости напряжения срабатывания защиты по насыщению от номинала подстроечного резистора (с одним последовательно установленным диодом)

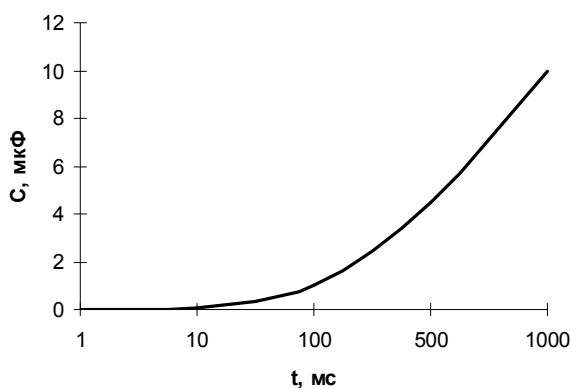


Рисунок 19 – Зависимость длительности паузы между сбросом от номинала подстроечного конденсатора

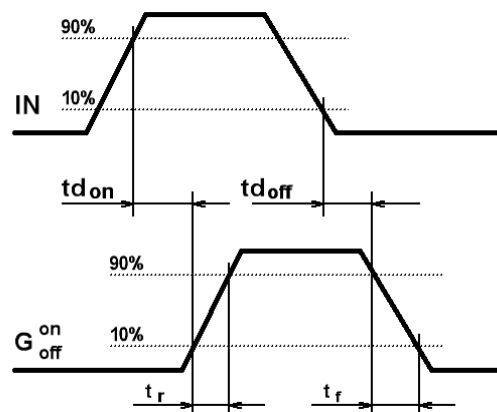


Рисунок 20 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

## 8 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 9 РЕКОМЕНДАЦИИ К ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 9.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                    | Значение внешнего воздействующего фактора |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:                         |                                           |
| - диапазон частот, Гц;                           | 0,5 - 100                                 |
| - амплитуда ускорения, $\text{м/с}^2$ (g)        | 150 (15)                                  |
| Механический удар одиночного действия:           |                                           |
| - пиковое ударное ускорение, $\text{м/с}^2$ (g); | 40 (4)                                    |
| - длительность импульса ударного ускорения, мс   | 50                                        |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - M27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

## 9.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 4 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С              | минус 45<br>минус 60            |
| Повышенная температура окружающей среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С   | +85<br>+100                     |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 10 ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 11 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

## 12 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# **ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ ДР1300П– БВ-12-Л(П); ДР1300П–БВ-17-Л(П)**

## **1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Одноканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (далее – драйвер) предназначен для гальванически развязанного управления по волоконно-оптической линии мощным IGBT транзистором типа CM1000DU – 34NF с предельно допустимым напряжением до 1700 В или аналогичным по конструкции модулем на ток до 2500А. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 50 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора.

## **2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА**

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемых транзисторов и сигналов управления

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затворами управляемых транзисторов;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемых транзисторов;
- 6 Схема защиты управляемых транзисторов от перегрузки по току.

## **3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА**

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Блокировку управления при «аварии»;
- 5 Сигнализацию о наличии аварии;
- 6 Регулировку времени включения - выключения управляемого транзистора путем изменения сопротивления резисторов в выходной цепи (резисторы Ron, Roff);
- 7 Контроль напряжения питания драйвера (встроенный компаратор) на выходе DC-DC преобразователя.
- 8 Активную защиту управляемого транзистора от перенапряжения при коммутации нагрузки индуктивного характера и при аварии.

\* При поставке потребителю индекс «Л» и «П» в обозначении не указывается.

3.2 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема и схема включения драйвера изображены на рисунке 2.

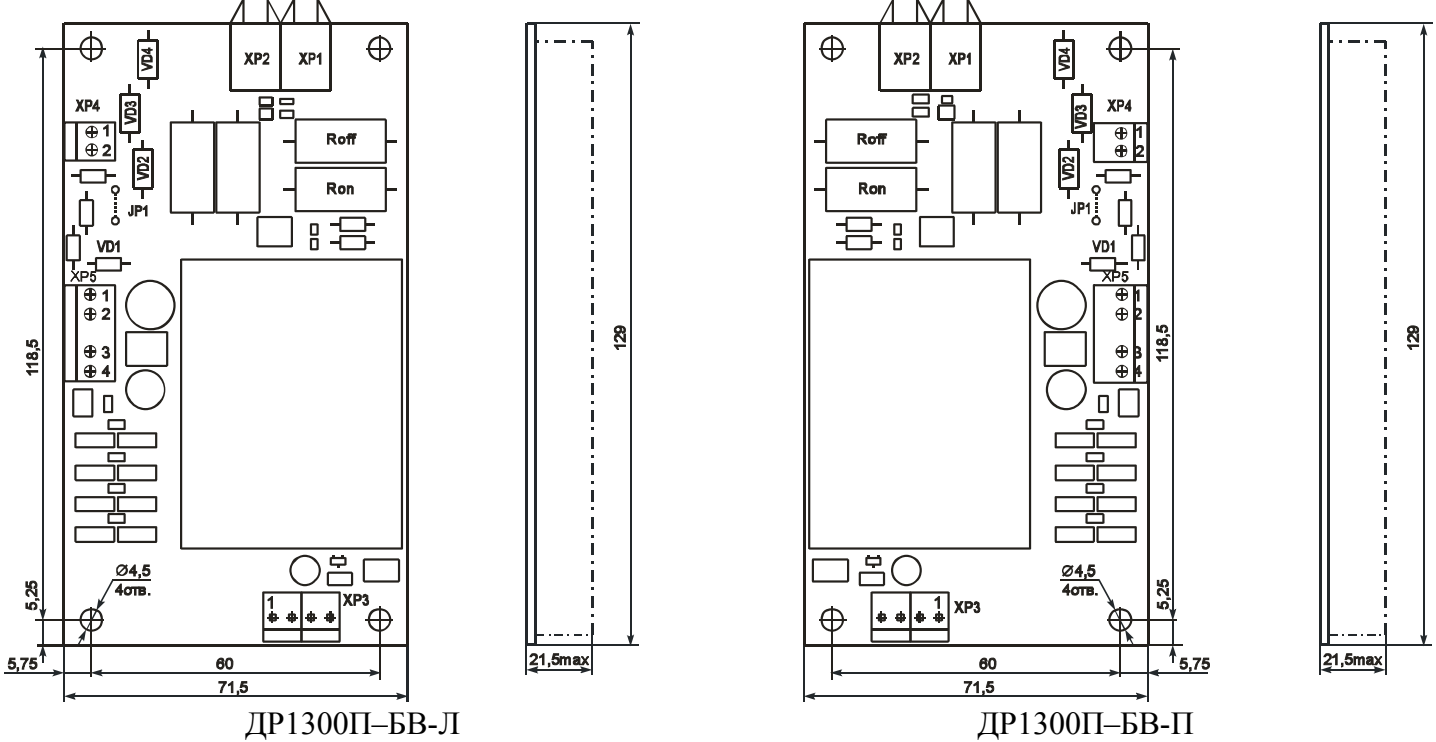


Рисунок 1 – Габаритные и присоединительные размеры драйверов

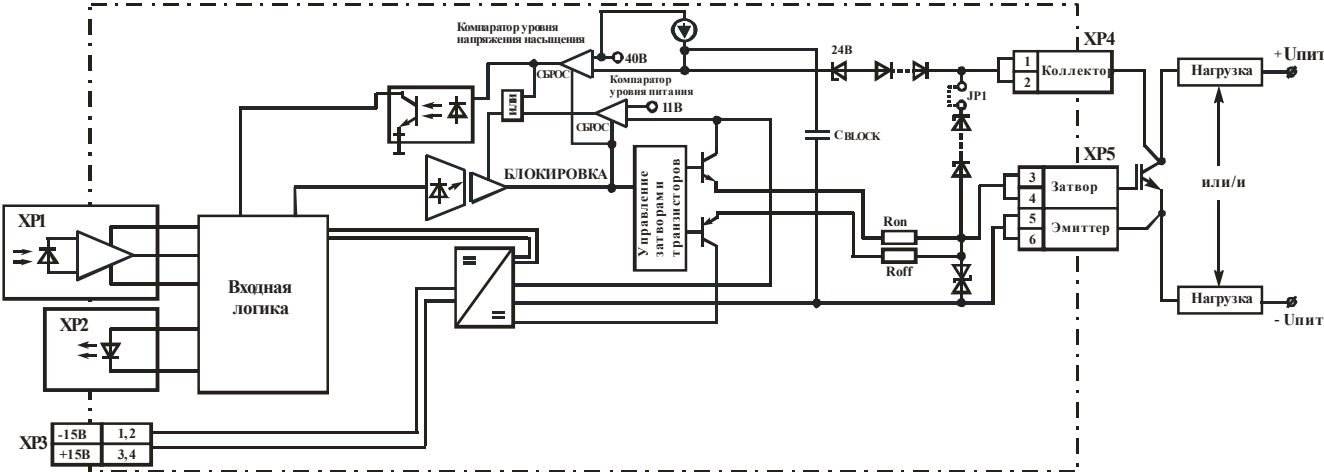


Рисунок 2 – Схема электрическая функциональная

3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов и контактных точек драйвера

| Обозначение разъема | Назначение выводов            | № вывода или контактной точки | Тип разъема |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|
| XP1                 | Приемник управляющего сигнала | -                             | HFBR-2522   |
| XP2                 | Передатчик статуса            | -                             | HFBR-1522   |
| XP3                 | -15В                          | 1, 2                          | PWL-4       |
|                     | +15В                          | 3, 4                          |             |
| XP4                 | Коллектор                     | 1, 2                          | PWL-2*      |
| XP5                 | Затвор                        | 3, 4                          | PWL-5*      |
|                     | Эмиттер                       | 5, 6                          |             |

Возможна поставка драйверов без разъемов (по заказу потребителя)

#### 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

| Параметр                                                                                     | Обозначение                   | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|----------|-----|----------|-----------------------------------------------------------|
|                                                                                              |                               |                   | не менее | тип | не более |                                                           |
| Параметры блока DC/DC                                                                        |                               |                   |          |     |          |                                                           |
| Номинальное напряжение питания                                                               | U <sub>S</sub>                | В                 | 13,5     | 15  | 16,5     |                                                           |
| Максимальный ток потребления                                                                 | I <sub>S</sub>                | мА                |          |     | 250      | без нагрузки, см. рисунки 4 и 5                           |
| Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера                        | P <sub>DC-DC</sub>            | Вт                | 10       |     |          |                                                           |
| Параметры монитора напряжения                                                                |                               |                   |          |     |          |                                                           |
| Порог выключения                                                                             | U <sub>UVLO+</sub>            | В                 |          | 11  |          | выход DC-DC                                               |
| Порог включения                                                                              | U <sub>UVLO-</sub>            | В                 |          | 12  |          |                                                           |
| Параметры входов управления                                                                  |                               |                   |          |     |          |                                                           |
| Длина волны, используемая при передаче и приеме сигнала                                      | λ                             | нм                |          | 660 |          |                                                           |
| Временные параметры                                                                          |                               |                   |          |     |          |                                                           |
| Время задержки включения сигнала между входом и выходом                                      | td on(in-out)                 | мкс               |          |     | 1        | см. рисунок 10                                            |
| Время задержки выключения сигнала между входом и выходом                                     | td off (in-out)               | мкс               |          |     | 1        | см. рисунок 10                                            |
| Максимальная рабочая частота                                                                 | f <sub>max</sub>              | кГц               |          |     | 50       | без нагрузки; см. раздел 6 и рисунок 7                    |
| Время блокировки контроля падения напряжения на управляемом транзисторе в открытом состоянии | t <sub>BLOCK1</sub>           | мкс               | 3        |     | 30       | настраивается потребителем; см. раздел 6 и рисунки 3 и 12 |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                                     | t <sub>BLOCK2</sub>           | мс                |          | 280 |          | см. рисунок 3                                             |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора                                | t <sub>off</sub>              | мкс               |          | 6   |          | см. рисунок 3                                             |
| Время задержки включения сигнала аварии                                                      | td(on-err)                    | мкс               |          |     | 2        |                                                           |
| Выходные параметры                                                                           |                               |                   |          |     |          |                                                           |
| Выходное напряжение высокого уровня                                                          | U <sub>OH</sub>               | В                 | +14      | +16 | +19      | во всем диапазоне допустимых нагрузок                     |
| Выходное напряжение низкого уровня                                                           | U <sub>OL</sub>               | В                 | -7,5     | -6  | -4       | во всём диапазоне допустимых нагрузок                     |
| Максимальный выходной импульсный ток                                                         | I <sub>Omax</sub>             | А                 | -30      |     | +30      | настраивается потребителем; см. раздел 6                  |
| Выходной средний ток                                                                         | I <sub>O</sub>                | А                 |          |     | 0,75     |                                                           |
| Время нарастания выходного сигнала                                                           | t <sub>r</sub>                | нс                |          |     | 150      | без нагрузки, см. раздел 6                                |
| Время спада выходного сигнала                                                                | t <sub>f</sub>                | нс                |          |     | 150      | без нагрузки, см. раздел 6                                |
| Пороговое напряжение на измерительном входе «Коллектор», вызывающее аварийное отключение     | U <sub>MC</sub> <sup>Th</sup> | В                 |          | 13  |          | без дополнительных элементов                              |

Продолжение таблицы 2

Продолжение таблицы 2

| Параметр                                                          | Обозначение                        | Единица измерения | Значение |      |          | Примечания    |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------|----------|------|----------|---------------|
|                                                                   |                                    |                   | не менее | тип  | не более |               |
| Напряжение срабатывания «активной защиты»                         | U <sub>ас</sub>                    | В                 |          | 800  |          | ДР1300П-БВ-12 |
|                                                                   |                                    |                   |          | 1200 |          | ДР1300П-БВ-17 |
| Параметры изоляции                                                |                                    |                   |          |      |          |               |
| Максимально допускаемое обратное напряжение на выводе «Коллектор» | U <sub>R(MC)</sub>                 | В                 |          |      | 3000     |               |
| Напряжение изоляции между входом и выходом по постоянному току    | U <sub>ISO(IN-OUT)</sub>           | В                 |          |      | 7000     | 1 мин, DC     |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе               | (dU/dt) <sub>cr</sub>              | кВ/мкс            |          |      | 20       |               |
| Параметры эксплуатации и хранения                                 |                                    |                   |          |      |          |               |
| Рабочий диапазон температур                                       | T <sub>A</sub>                     | °C                | -45      |      | +85      |               |
| Температура хранения                                              | T <sub>S</sub>                     | °C                | -60      |      | +100     |               |
| Параметры управляемого транзистора                                |                                    |                   |          |      |          |               |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора        | U <sub>CE</sub> (U <sub>DS</sub> ) | В                 |          |      | 1700     |               |

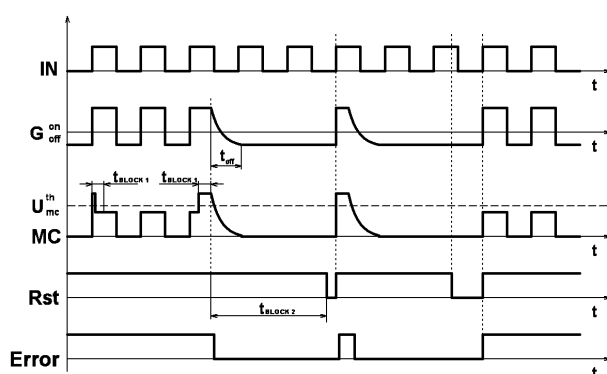
## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача светового импульса на приемник управляющего сигнала ХР1 приведет к открытию управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более чем на  $U_{mc}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$ , приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (при перегрузке по току). При возникновении «аварии» перестает светиться светодиод передатчика ХР2. Через 280мс будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии» и по переднему фронту сигнала управления будет открыт управляемый транзистор. В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

При установленной перемычке JP1 в случае превышения напряжения на выводе «Коллектор» выше U<sub>ас</sub> сработает защита от перенапряжения, см. рисунок 11.

Снижение напряжения питания драйвера, приводящее к уменьшению выходного напряжения до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера «U<sub>uvlo</sub>», повлечет за собой закрытие управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. При повышении напряжения питания до величины, обеспечивающей выходное напряжение на уровне порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера «U<sub>uvlo</sub>», сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на передатчике ХР2 не появляется.

Диаграмма, поясняющая работу драйвера, приведена на рисунке 3.



IN – входной сигнал, Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**Приёмник управляющего сигнала ХР1.** Представляет собой микросхему преобразователя световых импульсов в логические сигналы управления. Длина волны, используемая при передаче и приеме сигнала равна 660 нс.

**Передачик статуса ХР2.** Представляет собой микросхему формирования светового сигнала о режиме работы драйвера. При нормальной работе драйвера на выходе передатчика присутствует световой сигнал. Передатчик отключается только при аварии вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня «Uuvlo-» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «Uuvlo+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует.

**ХР3 – разъём подключения питания драйвера.** Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «Uuvlo-» и управление транзистором будет некорректным.

Ток потребления по входу питания составляет не более 250 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 0,8 А. При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 0,8 А, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. Ток потребления зависит от частоты сигнала управления, величины затворных резисторов и входной ёмкости затвора (см. рисунок 5). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 7.

**Коллектор – вывод подключения коллектора управляемого транзистора.** Вывод предназначен для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. Типичное значение порога срабатывания защиты равно 13 В (если не установлены внешние элементы). Порог срабатывания защиты регулируется установкой внешних элементов (стабилитронов и диодов); из максимального напряжения (13 В) вычитается падение напряжения на стабилитронах и диодах при токе 250 мкА. К примеру, если установить последовательно выводам «Коллектор» стабилитрон VD1 с номинальным напряжением стабилизации 10 В и два диода VD2 и VD3 с падением напряжения 0,7 В на токе 250 мкА, то порог срабатывания защиты будет равен  $13 - 10 - 2 \times 0,7 = 1,6$  В.

В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то выводы коллектора следует закоротить на эмиттер.

**Затвор – выход, предназначенный для подключения затвора управляемого транзистора.** Рекомендуемая схема подключения представлена на рисунке 2.

Затворные резисторы ( $R_{on}$ ,  $R_{off}$ ) необходимы для уменьшения максимального импульсного тока. Установлены затворные резисторы сопротивлением 1 Ом. Допускается установка резисторов других номиналов, например: для увеличения длительности выключения управляемого транзистора с целью уменьшения амплитуды напряжения индуктивных выбросов.

**Перемычка JP1.** При наличии перемычки включается активная защита драйвера от выбросов напряжения на коллекторе при коммутации индуктивной нагрузки. Уровень срабатывания активной защиты указан в таблице 2, смотри рисунок 2 и рисунок 11.

При необходимости замены перемычки JP1 применять метод ручной пайки электропаяльником с температурой паяльного стержня  $(245 \pm 15)$  °С с использованием припоя ПОС-61 и канифольного флюса. В случае применения трубчатого припоя и паяльной пасты дополнительное флюсование может не производиться.

**СБЛОК – ёмкость подстройки времени блокировки контроля падения напряжения на управляющем транзисторе в открытом состоянии, смотри рисунок 12.** Изначально на драйвера установлена ёмкость 100 пФ.

## 7 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

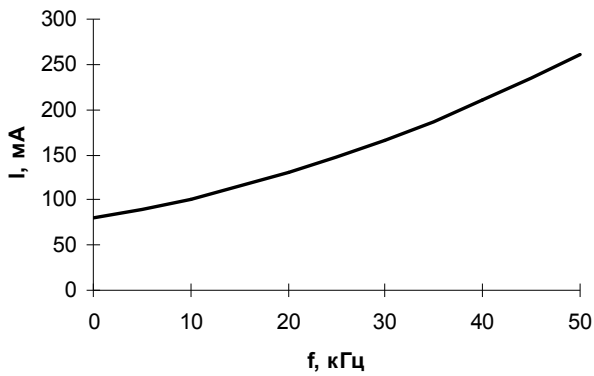


Рисунок 4 – График зависимости тока потребления драйвера от частоты сигнала управления без нагрузки

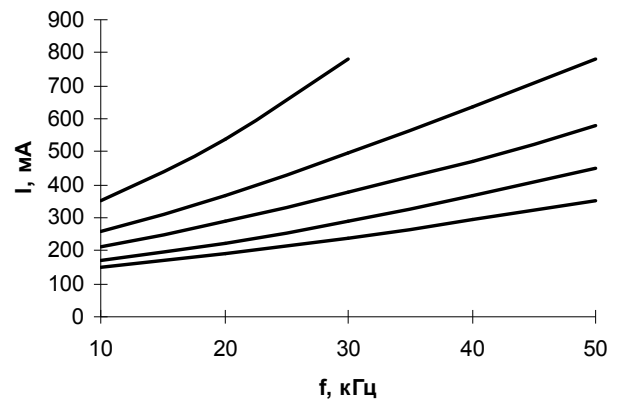


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ и 250 нФ

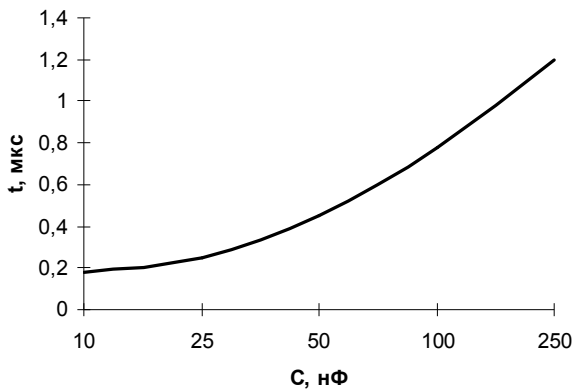


Рисунок 6 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

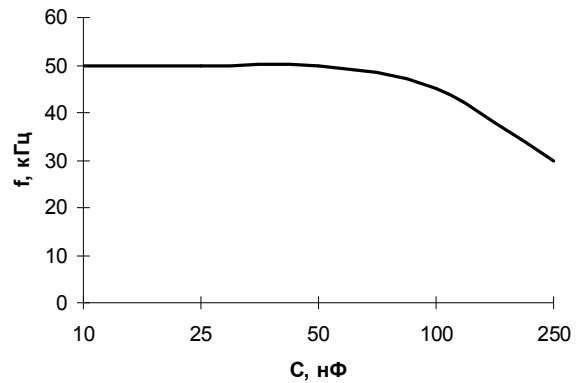


Рисунок 7 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

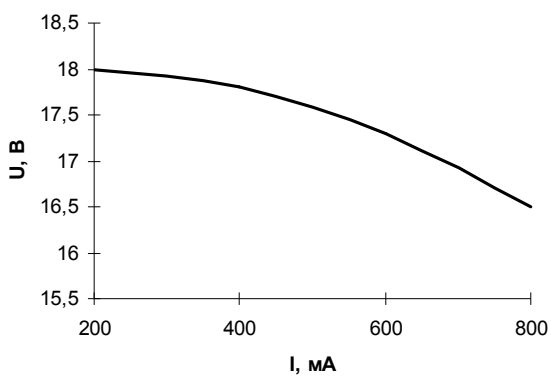


Рисунок 8 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

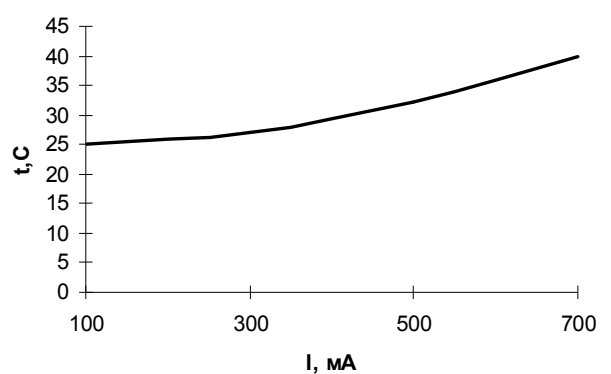


Рисунок 9 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

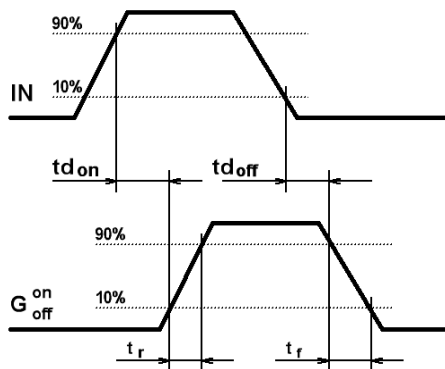


Рисунок 10 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера  
где IN – входной сигнал управления;  
G – сигнал на затворе управляемого транзистора

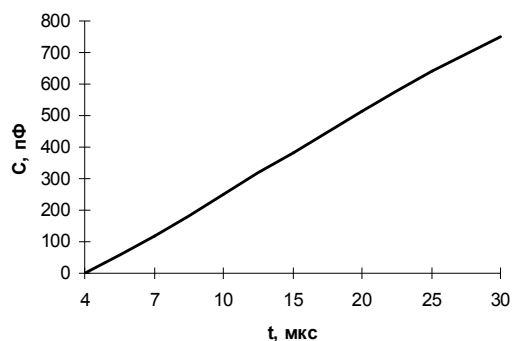


Рисунок 12 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от подстроечной ёмкости

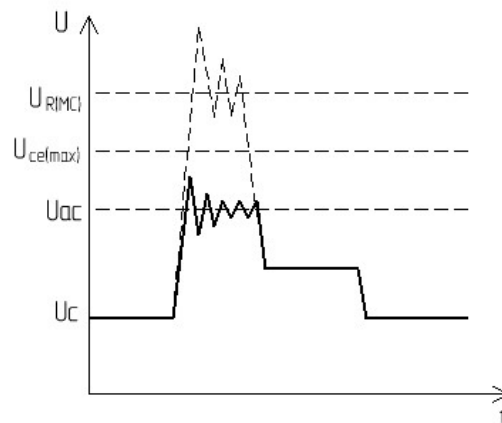


Рисунок 11 – График работы драйвера при срабатывании активной защиты

где  $U_{ac}$  – максимально-допустимое напряжение управляемого транзистора (напряжение срабатывания активной защиты);  $U_c$  – напряжение на коллекторе управляемого транзистора,  $U_{r(mc)}$  – максимально допустимое обратное напряжение на выводе «Коллектор»,  $U_{ce(max)}$  – максимально допустимое напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора.

## 8 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 9 РЕКОМЕНДАЦИИ К ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 9.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                  | Значение внешнего воздействующего фактора |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:                       |                                           |
| - диапазон частот, Гц;                         | 0,5 - 100                                 |
| - амплитуда ускорения, $m/s^2$ (g)             | 150 (15)                                  |
| Механический удар одиночного действия:         |                                           |
| - пиковое ударное ускорение, $m/s^2$ (g);      | 40 (4)                                    |
| - длительность импульса ударного ускорения, мс | 50                                        |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - M27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

## 9.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 4 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С              | минус 45<br>минус 60            |
| Повышенная температура окружающей среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С   | +85<br>+100                     |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 10 ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 11 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

## 12 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# **ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ ДР1280П–БВ-12, ДР1280П–БВ-17, ДР1280П–БВ-25, ДР1280П–БВ-33, ДР1280П–БВ-45, ДР1280П–БВ-65 АНАЛОГ 1SP0635, 1SD536F2, 1SD418F2,**

## **1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Двухканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (MOSFET или IGBT) (далее – драйвер) предназначен для зависимого гальванически развязанного управления двумя мощными транзисторами с предельно допустимым напряжением до 6500 В. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 50 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора. Драйвер конструктивно и функционально аналогичен драйверам 1SP0635, 1SD535F2, 1SD536F2, 1SD418F2, 1SD312F2.

## **2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА**

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемых транзисторов и сигналов управления

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затворами управляемых транзисторов;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемых транзисторов;
- 6 Схема защиты управляемых транзисторов от перегрузки по току.

## **3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА**

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Блокировку управления при «аварии»;
- 5 Сигнализацию о наличии аварии;
- 6 Регулировку времени включения - выключения управляемого транзистора путем изменения сопротивления резисторов в выходной цепи (резисторы Ron, Roff);
- 7 Контроль напряжения питания драйвера (встроенный компаратор) на выходе DC-DC преобразователя.
- 8 Активную защиту управляемого транзистора от перенапряжения при коммутации нагрузки индуктивного характера и при аварии.

3.2 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема драйвера изображена на рисунке 2.

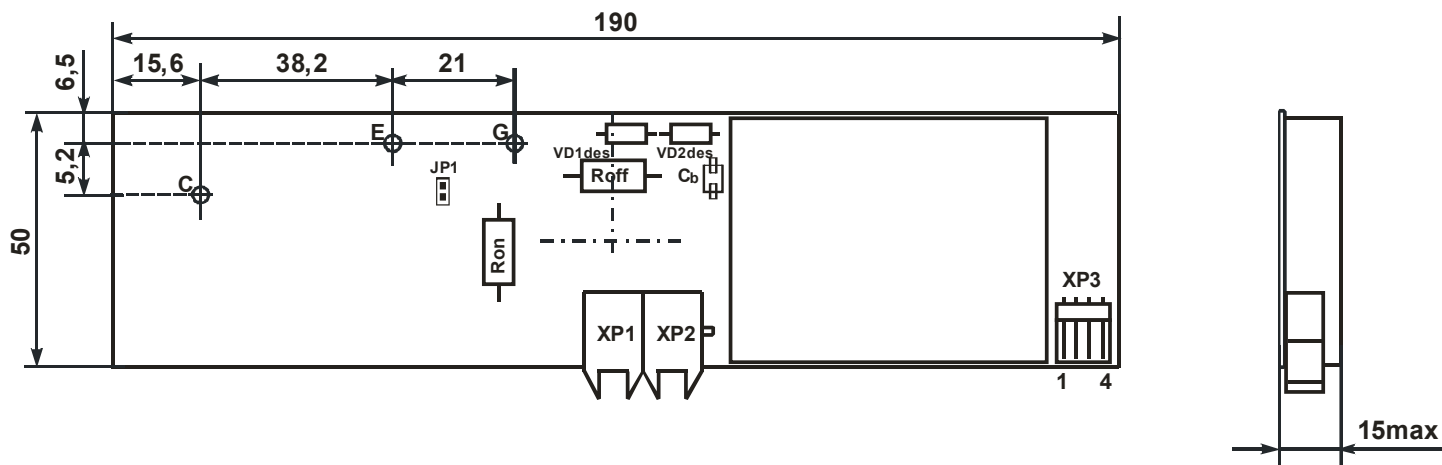


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

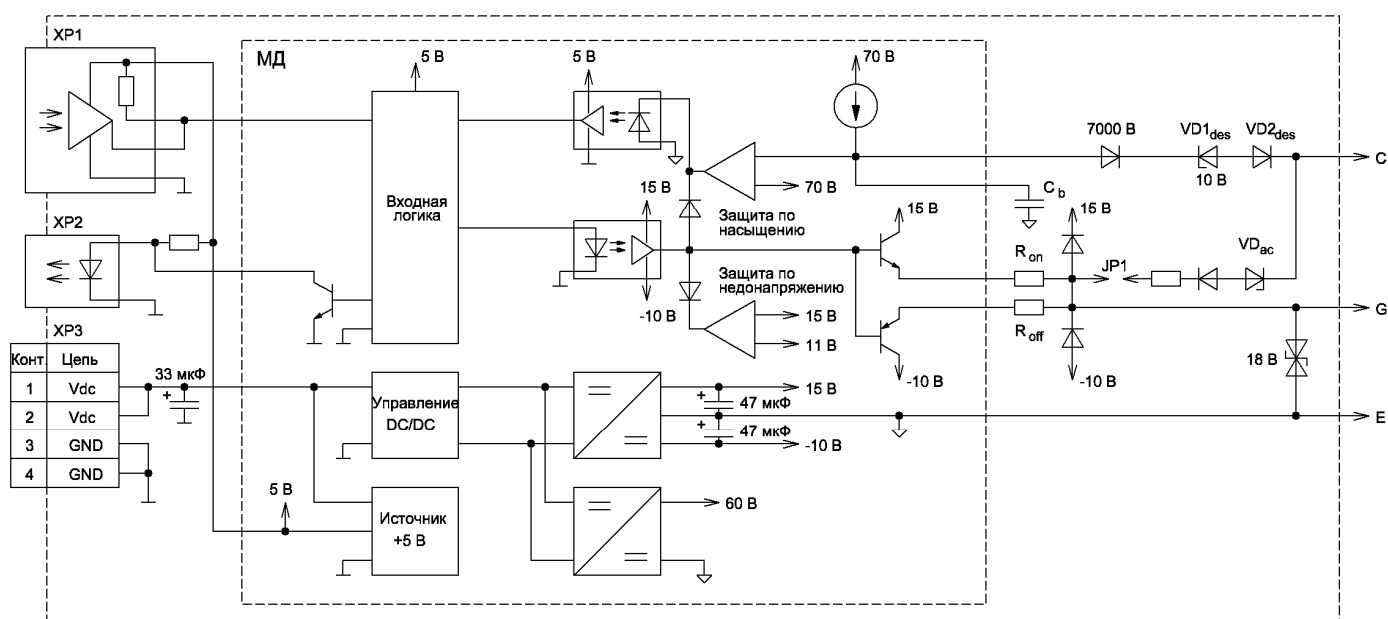


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

XP1 – приёмник сигнала HFBR-2522

XP2 – передатчик сигнала HFBR-1522

XP3 – вилка CWF-4R; ответная часть - розетка CHU-4R

3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов разъёма XP3

| Номер вывода | Обозначение вывода | Назначение выводов  |
|--------------|--------------------|---------------------|
| 1            | Vdc                | Питание +15 В       |
| 2            | Vdc                | Питание +15 В       |
| 3            | GND                | Общий цепей питания |
| 4            | GND                | Общий цепей питания |

## 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

| Параметр                                                                 | Обозначение                   | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                                |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|----------|-----|----------|-------------------------------------------|
|                                                                          |                               |                   | не менее | тип | не более |                                           |
| Параметры блока DC/DC                                                    |                               |                   |          |     |          |                                           |
| Напряжение питания                                                       | U <sub>S</sub>                | В                 | 13,5     | 15  | 16,5     |                                           |
| Ток потребления холостого хода                                           | I <sub>S</sub>                | мА                |          | 100 | 120      | f <sub>упр</sub> = 0 Гц                   |
| Максимальный ток потребления                                             | I <sub>S max</sub>            | мА                |          |     | 500      | под нагрузкой см. рисунки 5 и 6           |
| Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера    | P <sub>DC-DC</sub>            | Вт                | 6        |     |          |                                           |
| Параметры монитора напряжения                                            |                               |                   |          |     |          |                                           |
| Порог включения защиты                                                   | U <sub>UVLO-</sub>            | В                 |          | 11  |          | выход DC-DC                               |
| Порог выключения защиты                                                  | U <sub>UVLO+</sub>            | В                 |          | 12  |          |                                           |
| Параметры входов управления                                              |                               |                   |          |     |          |                                           |
| Длина волны, используемая при передаче и приеме сигнала                  | λ                             | нм                |          | 660 |          |                                           |
| Временные параметры                                                      |                               |                   |          |     |          |                                           |
| Время задержки включения и выключения вход-выход                         | td (in-out)                   | мкс               |          |     | 0,5      | см. рисунок 9                             |
| Максимальная рабочая частота                                             | f <sub>max</sub>              | кГц               |          |     | 50       | без нагрузки; см. рисунки 5 и 6           |
| Время задержки срабатывания защиты по ненасыщению                        | t <sub>BLOCK1</sub>           | мкс               | 5        |     |          | настраивается потребителем; см. рисунок 8 |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                 | t <sub>BLOCK2</sub>           | с                 |          | 1   |          |                                           |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора            | t <sub>off</sub>              | мкс               |          | 3   |          |                                           |
| Время задержки включения сигнала аварии                                  | td <sub>(on-err)</sub>        | мкс               |          |     | 3        |                                           |
| Выходные параметры                                                       |                               |                   |          |     |          |                                           |
| Выходное напряжение высокого уровня                                      | U <sub>OH</sub>               | В                 | +12      | +15 | +18      | во всем диапазоне допустимых нагрузок     |
| Выходное напряжение низкого уровня                                       | U <sub>OL</sub>               | В                 | -8       | -10 | -12      |                                           |
| Максимальный выходной импульсный ток включения                           | I <sub>Omax on</sub>          | А                 | +28      | +31 |          | настраивается потребителем; см. рисунок 8 |
| Максимальный выходной импульсный ток выключения                          | I <sub>Omax off</sub>         | А                 |          | -31 | -28      |                                           |
| Средний выходной ток                                                     | I <sub>O</sub>                | мА                |          |     | 200      |                                           |
| Время нарастания и спада выходного сигнала                               | t <sub>r (f)</sub>            | нс                |          |     | 150      | см. рисунок 9                             |
| Напряжение насыщения, соответствующее срабатыванию защиты по ненасыщению | U <sub>MC</sub> <sup>Th</sup> | В                 |          | 65  | 70       | настраивается потребителем                |
| Расстояние передачи статусного сигнала                                   | L <sub>err</sub>              | м                 | 25       |     |          |                                           |

| Параметры изоляции                                                                                           |                                    |        |     |      |       |                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------|-----|------|-------|--------------------------------|
| Максимально допускаемое обратное напряжение на коллекторе                                                    | U <sub>C</sub>                     | B      |     |      | 7000  |                                |
| Напряжение изоляции между входом и выходом (DC, 1 мин)                                                       | U <sub>ISO(IN-OUT)</sub>           | B      |     |      | 4000  | ДР1280П-БВ-12<br>ДР1280П-БВ-17 |
|                                                                                                              |                                    |        |     |      | 7500  | ДР1280П-БВ-25<br>ДР1280П-БВ-33 |
|                                                                                                              |                                    |        |     |      | 10000 | ДР1280П-БВ-45                  |
|                                                                                                              |                                    |        |     |      | 12000 | ДР1280П-БВ-65                  |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                                                          | (dU/dt) <sub>cr</sub>              | кВ/мкс |     |      | 20    |                                |
| Параметры защиты от перенапряжения                                                                           |                                    |        |     |      |       |                                |
| Напряжение срабатывания защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора (см. рисунок 12) | U <sub>AC</sub>                    | B      |     | 800  |       | ДР1280П-БВ-12                  |
|                                                                                                              |                                    |        |     | 1200 |       | ДР1280П-БВ-17                  |
|                                                                                                              |                                    |        |     | 1600 |       | ДР1280П-БВ-25                  |
|                                                                                                              |                                    |        |     | 2400 |       | ДР1280П-БВ-33                  |
|                                                                                                              |                                    |        |     | 3200 |       | ДР1280П-БВ-45                  |
|                                                                                                              |                                    |        |     | 4400 |       | ДР1280П-БВ-65                  |
| Параметры управляемого транзистора                                                                           |                                    |        |     |      |       |                                |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора                                                   | U <sub>CE</sub> (U <sub>DS</sub> ) | B      |     |      | 1200  | ДР1280П-БВ-12                  |
|                                                                                                              |                                    |        |     |      | 1700  | ДР1280П-БВ-17                  |
|                                                                                                              |                                    |        |     |      | 2500  | ДР1280П-БВ-25                  |
|                                                                                                              |                                    |        |     |      | 3300  | ДР1280П-БВ-33                  |
|                                                                                                              |                                    |        |     |      | 4500  | ДР1280П-БВ-45                  |
|                                                                                                              |                                    |        |     |      | 6500  | ДР1280П-БВ-65                  |
| Параметры эксплуатации и хранения                                                                            |                                    |        |     |      |       |                                |
| Рабочий диапазон температур                                                                                  | T <sub>A</sub>                     | °C     | -45 |      | +85   |                                |
| Температура хранения                                                                                         | T <sub>S</sub>                     | °C     | -60 |      | +100  |                                |

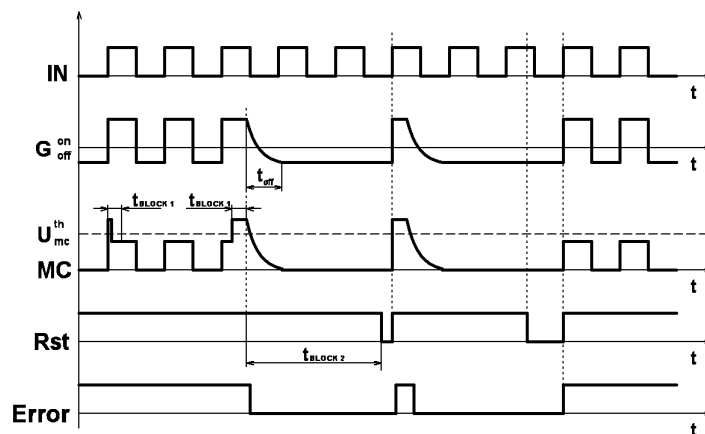
## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача светового импульса на приемник управляющего сигнала XR1 приведет к открытию управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более чем на  $U_{mc}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$ , приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (при перегрузке по току). При возникновении «аварии» перестает светиться светодиод передатчика XR2. Через 1 с будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии» и по переднему фронту сигнала управления будет открыт управляемый транзистор. В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

При установленной перемычке JP1 в случае превышения напряжения на выводе «С» выше  $U_{ac}$  сработает защита от перенапряжения, см. рисунок 10.

Снижение напряжения питания драйвера, приводящее к уменьшению выходного напряжения до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера «Uuvlo-», повлечет за собой закрытие управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. При повышении напряжения питания до величины, обеспечивающей выходное напряжение на уровне порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера «Uuvlo+», сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на передатчике XR2 не появляется.

Диаграмма, поясняющая работу драйвера, приведена на рисунке 3.



IN – входной сигнал, Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**Приёмник управляющего сигнала XR1.** Представляет собой микросхему преобразователя световых импульсов в логические сигналы управления. Длина волны, используемая при передаче и приеме сигнала равна 660 нс.

**Передатчик статуса XR2.** Представляет собой микросхему формирования светового сигнала о режиме работы драйвера. При нормальной работе драйвера на выходе передатчика присутствует световой сигнал. Передатчик отключается только при аварии вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня «Uuvlo-» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «Uuvlo+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует.

**XP3 – разъём подключения питания драйвера.** Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «Uuvlo-» и управление транзистором будет некорректным.

Ток потребления по входу питания составляет не более 120 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 0,5 А. При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 0,5 А, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. Ток потребления зависит от частоты сигнала управления, величины затворных резисторов и входной ёмкости затвора (см. рисунок 6). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 5.

**G – вывод, предназначенный для подключения затвора управляемого транзистора.**

Затворные резисторы (Ron, Roff) необходимы для уменьшения максимального импульсного тока. Допускается установка резисторов любого номинала, в том числе 0 Ом. Допускается установка резисторов разных номиналов, к примеру, для увеличения длительности выключения управляемого транзистора с целью уменьшения амплитуды напряжения индуктивных выбросов. Зависимость выходного импульсного тока от номиналов затворных резисторов приведена на рисунке 8. Изначально установлены резисторы 0,2 Ом, что соответствует максимальному импульсному току.

**C – вывод подключения коллектора управляемого транзистора.** Вывод предназначен для контроля падения напряжения (защита по насыщению) коллектор-эмиттер транзистора. Максимальное значение порога срабатывания защиты равно 65 В (тип.). При этом изначально установлены стабилитроны VD1des и VD2des с падением напряжения 10 В, т.е. изначально порог защиты составляет 55 В (тип.).

Порог срабатывания защиты регулируется установкой диодов (стабилитронов) VD1des и VD2des. В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то выводы коллектора следует закоротить на эмиттер.

**Е** – выход подключения эмиттера управляемого транзистора.

**Диоды VD1des и VD2des** – диоды (стабилитроны) настройки порога срабатывания защиты по ненасыщению: из максимального напряжения (65 В) вычитается падение напряжения на стабилитронах и диодах при токе 1 мА. К примеру, если установить стабилитрон с номинальным напряжением стабилизации 20 В и диод с падением напряжения 0,7 В на токе 3 мА, то порог срабатывания защиты будет равен  $65 - 20 - 0,7 = 44,3$  В.

**Конденсатор Сб** – емкость настройки задержки срабатывания защиты по ненасыщению, смотри рисунок 8. Изначально на драйвере установлена ёмкость 100 пФ, что соответствует задержке срабатывания 7,5 мкс.

**Джампер JP1** – джампер, подключающий защиту от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора.

## 7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАСТРОЙКЕ ДРАЙВЕРА

Для получения драйвера полностью аналогичного plug-n-play драйверу от СТ Concept для конкретного модуля рекомендуется настроить драйвер ДР1280П-БВ соответственно драйверу СТ Concept. При настройке драйвера следует придерживаться следующей методики:

1. Отключить драйвер СТ Concept от модуля, между выводами коллектора и эмиттера драйвера подключить источники постоянного напряжения, контролировать сигнал на затворе.

3. Плавно поднимая напряжение на источнике имитирующего напряжение насыщения транзистора измерить напряжение срабатывания защиты.

4. Относительно порога срабатывания защиты увеличить напряжение в два раза и измерить задержку срабатывания защиты по ненасыщению.

5. Снять режим аварии, выставить частоту управляющего сигнала 0,1...1 кГц, между затвором и эмиттером подключить RC-цепочку (резистором к затвору) номиналами 0,1 Ом / 1мкФ (конденсатор неполярный). Включить драйвер и измерить падение напряжения на резисторе (измерение импульсного тока драйвера).

6. Настроить драйвер ДР1280П-БВ в соответствии с параметрами драйвера СТ Concept, а именно:  
- подстроечными диодами VD1des и VD2des выставить напряжение срабатывания защиты по ненасыщению;

- конденсатором Сб в соответствии с рисунком 8 выставить длительность задержки срабатывания защиты;

- резисторами Rg on(off) в соответствии с рисунком 7 выставить выходной импульсный ток.

7. Аналогично проверке драйвера СТ Concept измерить полученные параметры драйвера ДР1280П-БВ, убедившись в их соответствии.

8. Подключить драйвер к силовому модулю и убедиться в том, что преобразователь работает аналогично варианту с драйверами СТ Concept.

## 8 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

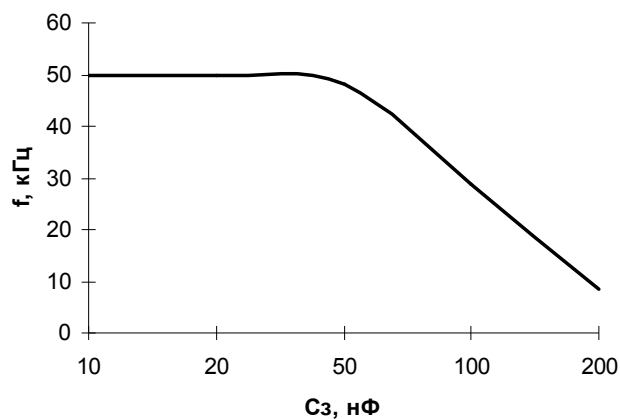


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

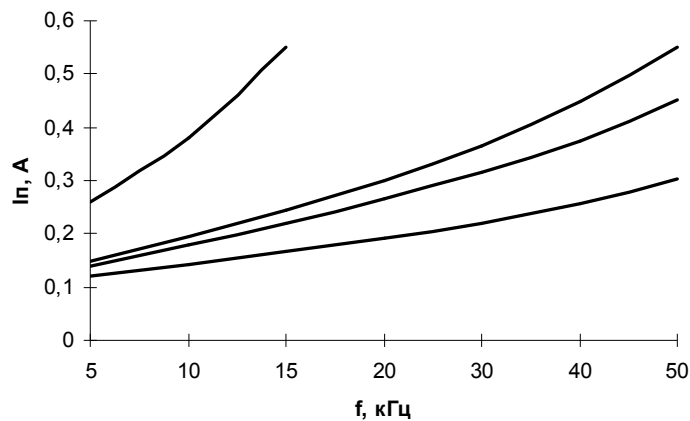


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

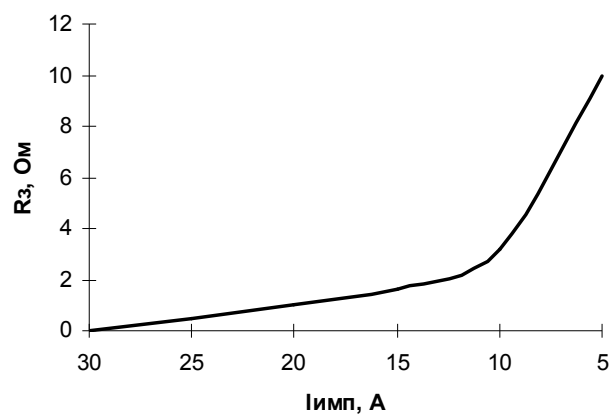


Рисунок 7 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

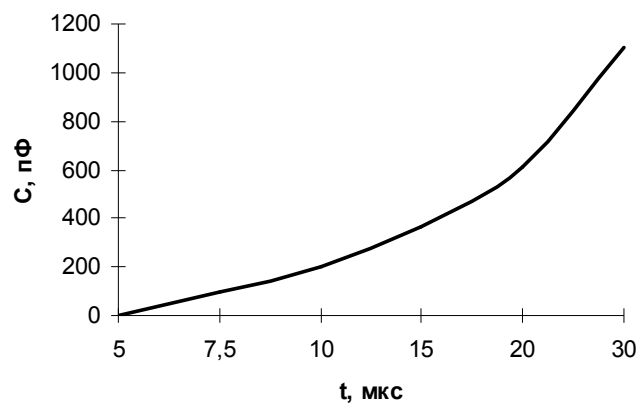


Рисунок 8 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости  $C_b$

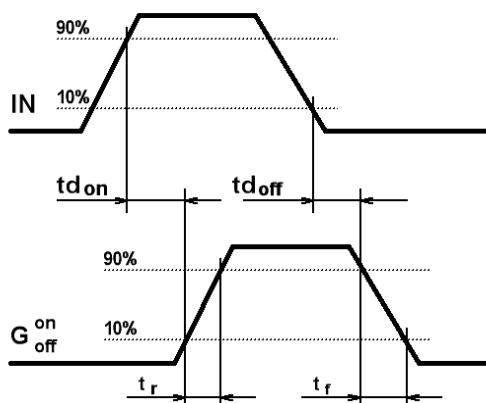


Рисунок 9 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера где  $IN$  – входной сигнал управления;  $G$  – сигнал на затворе управляемого транзистора

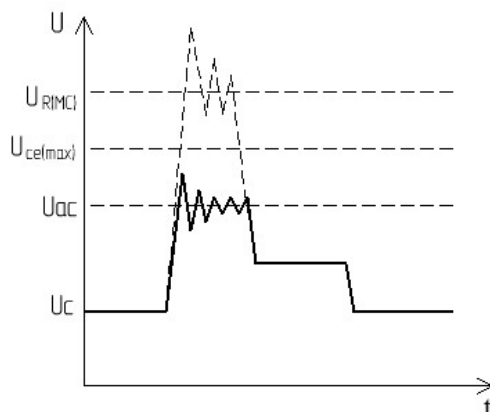


Рисунок 10 – График работы драйвера при срабатывании защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора  
 где  $U_{ac}$  – напряжение срабатывания защиты от перенапряжения;  $U_{ce(max)}$  – максимальное напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора,  $U_r(ms)$  - максимально допустимое обратное напряжение на выводе коллектора драйвера

## 9 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 10 РЕКОМЕНДАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 10.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                                                                                                         | Значение внешнего воздействующего фактора |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:<br>- диапазон частот, Гц;<br>- амплитуда ускорения, $m/s^2$ (g)                                              | 0,5 - 100<br>150 (15)                     |
| Механический удар одиночного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, $m/s^2$ (g);<br>- длительность импульса ударного ускорения, мс | 40 (4)<br>50                              |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - M27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

### 10.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 4 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:                                                    |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | минус 45                        |
| - предельная, °С                                                                 | минус 60                        |
| Повышенная температура окружающей среды:                                         |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | +85                             |
| - предельная, °С                                                                 | +100                            |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 11 ТРЕБОВАНИ НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 12 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

## 13 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ ДР280П–Б4

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Драйвер мощных транзисторов с полевым управлением предназначен для управления двумя мощными транзисторами с полевым управлением (MOSFET или IGBT). Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 50 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора. Драйвер является функциональным аналогом драйвера «Skyper32Pro».

## 2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемых транзисторов и сигналов управления.

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затворами управляемых транзисторов;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемых транзисторов;
- 6 Схема защиты управляемых транзисторов от перегрузки по току.

## 3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Блокировку управления при «аварии»
- 5 Сигнализацию о наличии аварии;
- 6 Блокировку одновременного включения верхнего и нижнего плеча;
- 7 Задержку на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 8 Регулировку задержки на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 9 Контроль напряжений питания драйвера (встроенные компараторы) на выходе DC-DC преобразователя.

3.2 Габаритный чертёж драйвера приведен на рисунке 1, функциональная схема драйвера изображена на рисунке 2.

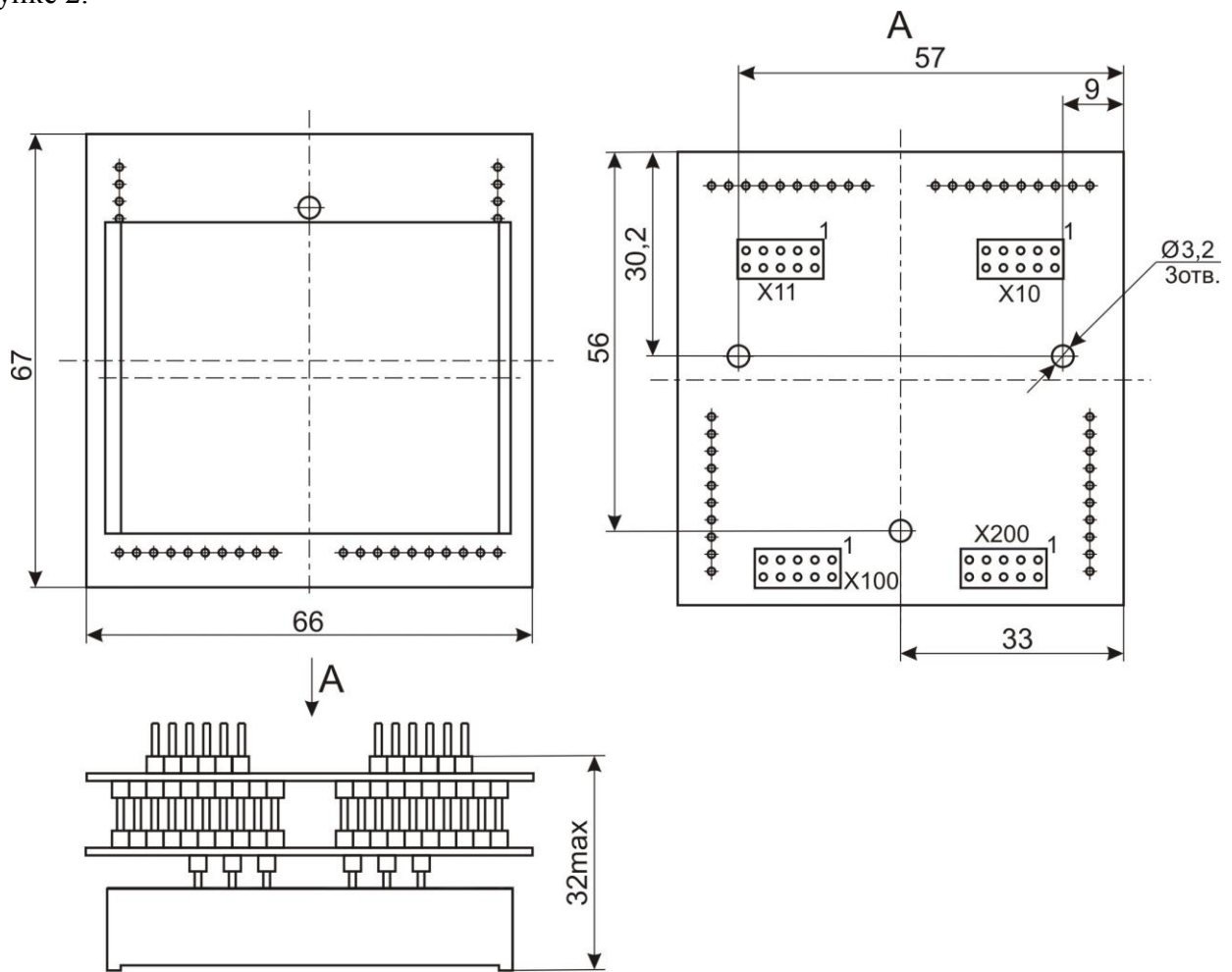


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

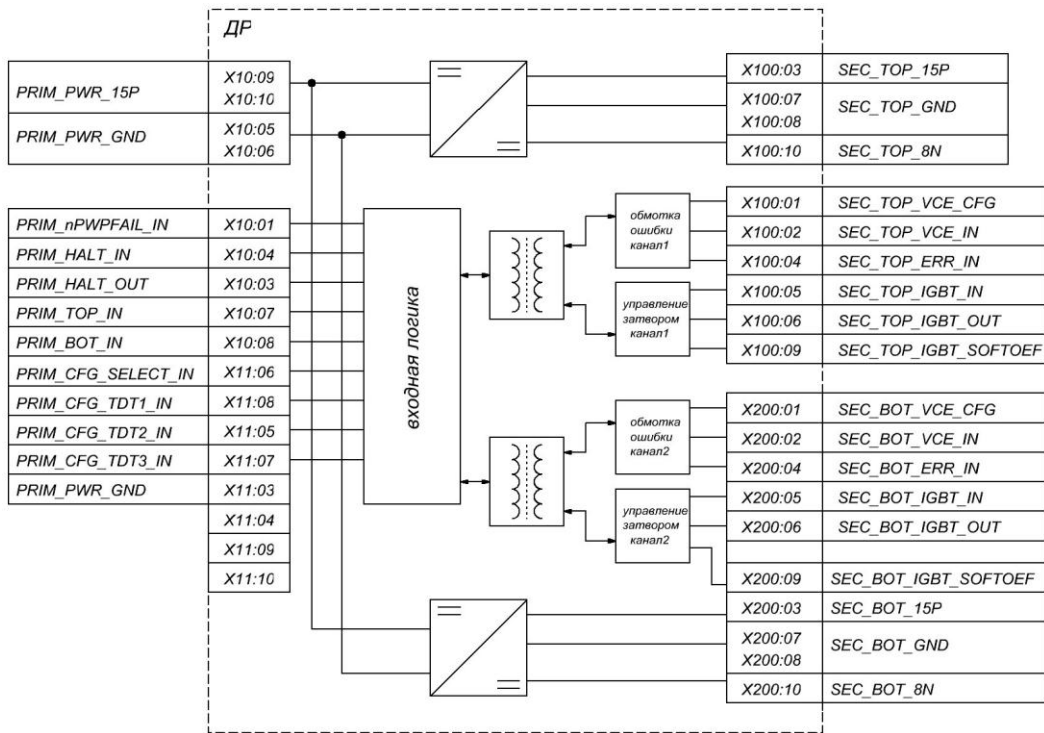


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов драйвера

| Выводы  | Назначение выводов                                                                                          | Обозначение выводов  |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| X10.01  | Ввод сброса. Сброс драйвера формируется внешним сигналом.<br>0В – блокировка; 15В - разрешение              | PRIM_nPWRFAIL_IN     |
| X10.02  | -----                                                                                                       |                      |
| X10.03  | Вывод состояния готовности драйвера. 0В – готов к работе. 15В – не готов к работе.                          | PRIM_HALT_OUT        |
| X10.04  | Ввод разрешения работы драйвера. Разрешение формируется внешним сигналом.<br>0В – разрешение. 15В – запрет. | PRIM_HALT_IN         |
| X10.05  | Общий силовых и управляющих цепей.                                                                          | PRIM_PWR_GND         |
| X10.06  | Общий силовых и управляющих цепей.                                                                          | PRIM_PWR_GND         |
| X10.07  | Входной сигнал верхнего ключа (0В, 15В)                                                                     | PRIM_TOP_IN          |
| X10.08  | Входной сигнал нижнего ключа (0В, 15В)                                                                      | PRIM_BOT_IN          |
| X10.09  | Напряжение питания драйвера (+15В±5%)                                                                       | PRIM_PWR_15P         |
| X10.10  | -----                                                                                                       |                      |
| X11.01  | -----                                                                                                       |                      |
| X11.02  | -----                                                                                                       |                      |
| X11.03  | Общий силовых и управляющих цепей.                                                                          | PRIM_PWR_GND         |
| X11.04  | Общий силовых и управляющих цепей.                                                                          | PRIM_PWR_GND         |
| X11.05  | Регулировка времени блокировки бит 2                                                                        | PRIM_CFG_TDT2_IN     |
| X11.06  | Вывод запрета блокировки каналов                                                                            | PRIM_CFG_SELECT_IN   |
| X11.07  | Регулировка времени блокировки бит 3                                                                        | PRIM_CFG_TDT3_IN     |
| X11.08  | Регулировка времени блокировки бит 1                                                                        | PRIM_CFG_TDT1_IN     |
| X11.09  | Общий силовых и управляющих цепей.                                                                          | PRIM_PWR_GND         |
| X11.10  | Общий силовых и управляющих цепей.                                                                          | PRIM_PWR_GND         |
| X100.01 | Настройка цепи контроля напряжения насыщения на управляемом транзисторе (1 канал)                           | SEC_TOP_VCE_CFG      |
| X100.02 | Цепь контроля напряжения насыщения на управляемом транзисторе (1 канал)                                     | SEC_TOP_VCE_IN       |
| X100.03 | +15В 1 канал                                                                                                | SEC_TOP_15P          |
| X100.04 | Вывод сигнала ошибки (открытый коллектор)                                                                   | SEC_TOP_ERR_IN       |
| X100.05 | Выход драйвера 1 канала с настройкой времени включения                                                      | SEC_TOP_IGBT_ON      |
| X100.06 | Выход драйвера 1 канала с настройкой времени выключения                                                     | SEC_TOP_IGBT_OFF     |
| X100.07 | Общий вывод выходных сигналов 1 канала                                                                      | SEC_TOP_GND          |
| X100.08 | Общий вывод выходных сигналов 1 канала                                                                      | SEC_TOP_GND          |
| X100.09 | Вывод настройки плавного выключения 1 канала                                                                | SEC_TOP_IGBT_SOFTOFF |
| X100.10 | -7В 1 канал                                                                                                 | SEC_TOP_8N           |
| X200.01 | Настройка цепи контроля напряжения насыщения на управляемом транзисторе (2 канал)                           | SEC_BOT_VCE_CFG      |
| X200.02 | Цепь контроля напряжения насыщения на управляемом транзисторе (2 канал)                                     | SEC_BOT_VCE_IN       |
| X200.03 | +15В 2 канал                                                                                                | SEC_BOT_15P          |
| X200.04 | Вывод сигнала ошибки (открытый коллектор)                                                                   | SEC_BOT_ERR_IN       |
| X200.05 | Выход драйвера 2 канала с настройкой времени включения                                                      | SEC_BOT_IGBT_ON      |
| X200.06 | Выход драйвера 2 канала с настройкой времени выключения                                                     | SEC_BOT_IGBT_OFF     |
| X200.07 | Общий вывод выходных сигналов 2 канала                                                                      | SEC_BOT_GND          |
| X200.08 | Общий вывод выходных сигналов 2 канала                                                                      | SEC_BOT_GND          |
| X200.09 | Вывод настройки плавного выключения 2 канала                                                                | SEC_BOT_IGBT_SOFTOFF |
| X200.10 | -7В 2 канал                                                                                                 | SEC_BOT_8N           |

## 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при T = 25 °C)

| Параметр                                                                                             | Обозначение                        | Единица измерения | Значение          |     |               | Примечания                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|-----|---------------|-----------------------------------------------------|
|                                                                                                      |                                    |                   | не менее          | тип | не бо-<br>лее |                                                     |
| Параметры блока DC/DC                                                                                |                                    |                   |                   |     |               |                                                     |
| Номинальное напряжение пита-<br>ния                                                                  | U <sub>S</sub>                     | В                 | 13,5              | 15  | 16,5          |                                                     |
| Максимальный ток потребления                                                                         | I <sub>S</sub>                     | мА                | 90                |     | 200           | f = 0 Гц                                            |
| Мощность встроенного источни-<br>ка питания выходной части мо-<br>дуля драйвера                      | P <sub>DC-DC</sub>                 | Вт                |                   | 5   |               | для каждого ка-<br>нала                             |
| Параметры монитора напряжения                                                                        |                                    |                   |                   |     |               |                                                     |
| Порог выключения                                                                                     | U <sub>UVLO+</sub>                 | В                 |                   | -   | -             | выход DC-DC                                         |
| Порог включения                                                                                      | U <sub>UVLO-</sub>                 | В                 | 11                |     | 12            | выход DC-DC                                         |
| Параметры входов управления                                                                          |                                    |                   |                   |     |               |                                                     |
| Входное напряжение высокого<br>уровня                                                                | U <sub>IH</sub>                    | В                 | 15                | 15  | 15            |                                                     |
|                                                                                                      |                                    |                   | -0,3              | 0   | 0             |                                                     |
| Входное сопротивление                                                                                | R <sub>IN</sub>                    | кОм               |                   | 100 |               |                                                     |
| Временные параметры                                                                                  |                                    |                   |                   |     |               |                                                     |
| Время задержки включения сиг-<br>нала между входом и выходом                                         | td on(in-out)                      | мкс               |                   |     | 2             | см. рисунок 7                                       |
| Время задержки выключения<br>сигнала между входом и выходом                                          | td off (in-out)                    | мкс               |                   |     | 2             | см. рисунок 7                                       |
| «Мертвое» время между измене-<br>ниями сигнала на выходах перво-<br>го и второго каналов             | t <sub>TD</sub>                    | мкс               | Нет за-<br>держек |     | 4             | настраи-<br>вается<br>потребителем;<br>см. раздел 6 |
| Максимальная рабочая частота                                                                         | f <sub>max</sub>                   | кГц               |                   |     | 50            | без нагрузки;<br>см. рисунок 5                      |
| Время блокировки контроля паде-<br>ния напряжения на управляемом<br>транзисторе в открытом состоянии | t <sub>BLOCK1</sub>                | мкс               | 2                 |     | 20            |                                                     |
| Время блокировки управляемого<br>транзистора после «аварии»                                          | t <sub>BLOCK2</sub>                | с                 |                   | 3   |               |                                                     |
| Время плавного аварийного от-<br>ключения транзистора                                                | toff                               | мкс               |                   | 5   |               |                                                     |
| Выходные параметры                                                                                   |                                    |                   |                   |     |               |                                                     |
| Выходное напряжение высокого<br>уровня                                                               | U <sub>OH</sub>                    | В                 |                   |     | 15            | во всем диапа-<br>зоне допустимых<br>нагрузок       |
| Выходное напряжение низкого<br>уровня                                                                | U <sub>OL</sub>                    | В                 |                   |     | -7            |                                                     |
| Максимальный выходной им-<br>пульсный ток                                                            | I <sub>Omax</sub>                  | А                 |                   |     | 15            |                                                     |
| Средний выходной ток                                                                                 | I <sub>O</sub>                     | мА                |                   |     |               | на каждый канал                                     |
| Максимальный ток статусного<br>вывода «Error»                                                        | I <sub>ERR max</sub>               | мА                |                   |     | 30            |                                                     |
| Максимальное напряжение на<br>статусном выводе «Error»                                               | U <sub>ERR max</sub>               | В                 |                   | 15  |               |                                                     |
| Остаточное напряжение по выходу<br>сигнала «Error»                                                   | U <sub>O ERR</sub>                 | В                 | 0,3               |     | 0,7           | при I <sub>ERR</sub> = 20 мА                        |
| Пороговое напряжение на изме-<br>рительном входе МС, вызываю-<br>щее аварийное отключение            | U <sup>Th</sup><br>U <sub>МС</sub> | В                 | 4,5               |     | 12,7          |                                                     |

| Параметры изоляции                                           |                      |        |     |  |      |  |
|--------------------------------------------------------------|----------------------|--------|-----|--|------|--|
| Максимально допускаемое обратное напряжение на выводе «МС»   | $U_{R(MC)}$          | В      |     |  |      |  |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                   | $U_{ISO(IN-OUT)}$    | В      |     |  |      |  |
| Напряжение изоляции между выводами первого и второго каналов | $U_{ISO(OUT1-OUT2)}$ | В      |     |  |      |  |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе          | $(dU/dt)_{cr}$       | кВ/мкс |     |  |      |  |
| Параметры эксплуатации и хранения                            |                      |        |     |  |      |  |
| Рабочий диапазон температур                                  | $T_A$                | °C     | -45 |  | +85  |  |
| Температура хранения                                         | $T_s$                | °C     | -60 |  | +100 |  |
| Параметры управляемого транзистора                           |                      |        |     |  |      |  |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора   | $U_{CE} (U_{DS})$    | В      |     |  | 1700 |  |

## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача «лог.1» на управляющий вход «PRIM\_TOP\_IN» или «PRIM\_BOT\_IN» приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более, чем на  $U_{MC}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$  приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (по перегрузке по току). При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (вывод «SEC\_TOP\_ERR\_IN» или «SEC\_BOT\_ERR\_IN»). Сброс аварии производится подачей уровня «лог.1» на вход «PRIM\_nPWRFAIL\_IN». В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO-}$  приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO+}$  сигналы управления восстановятся.

При подаче на входы «PRIM\_TOP\_IN» или «PRIM\_BOT\_IN» одновременно «лог. 1» произойдет блокировка управления и управляемые транзисторы будут закрыты, при этом сигнализации о наличии ошибки не появляется.

Диаграммы, поясняющие работу драйвера, приведены на рисунках 3 и 4.

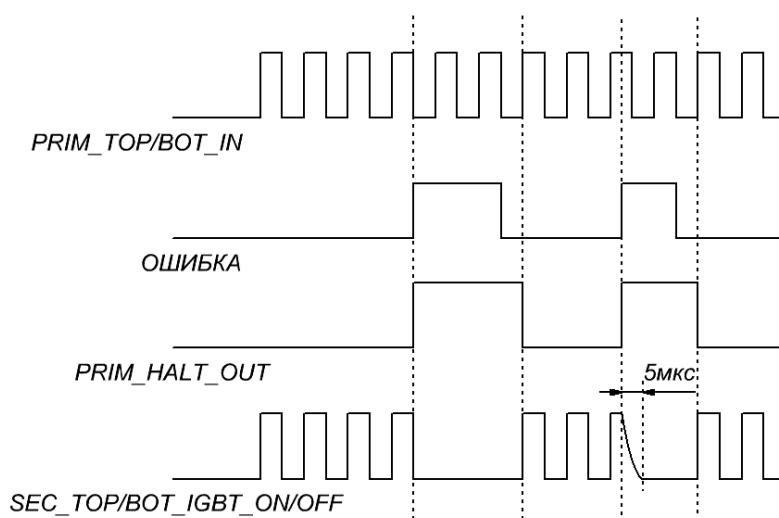


Рисунок 3 – Диаграмма работы одного канала драйвера

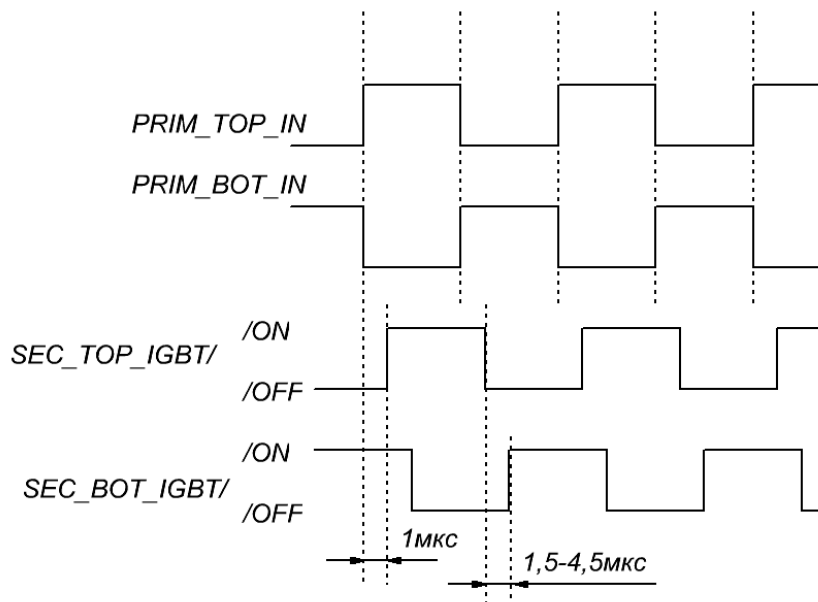


Рисунок 4 – Диаграмма работы двух каналов драйвера

Значение «мертвого времени» задается установкой выводов «PRIM\_CFG\_TDT1\_IN», «PRIM\_CFG\_TDT2\_IN», «PRIM\_CFG\_TDT3\_IN» (см. таблицу 3).

-----вывод не задействован

0В – вывод подключен к общему выводу.

Таблица 3 – Задание величины «мертвого времени»

| Мертвое время<br>между каналами<br>(мкс) | PRIM_CFG_TPT1_IN | PRIM_CFG_TPT2_IN | PRIM_CFG_TPT3_IN | PRIM_CFG_SELECT_IN |
|------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|
| 2                                        | 0В               | -                | -                | -                  |
| 3                                        | -                | 0В               | -                | -                  |
| 4                                        | -                | -                | -                | -                  |
| без блокировки<br>каналов                | -                | -                | -                | 0В                 |

## 6 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

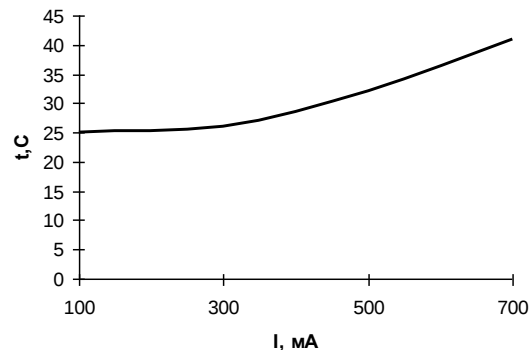
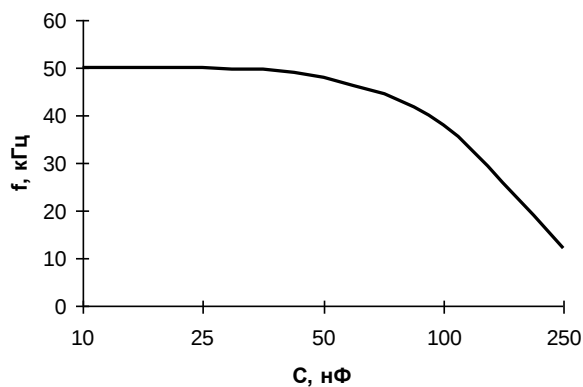


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

Рисунок 6 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

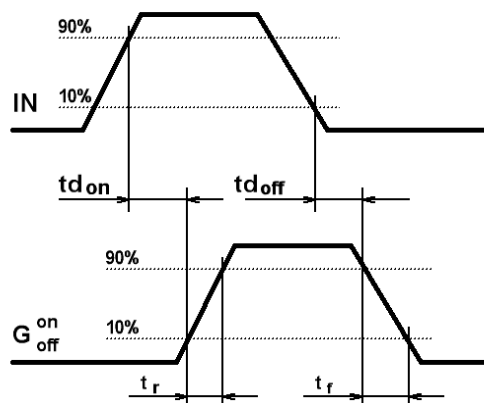


Рисунок 7 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера  
где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

## 7 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 8 РЕКОМЕНДАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 8.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                                                                                                                  | Значение внешнего воздействующего фактора |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:<br>- диапазон частот, Гц;<br>- амплитуда ускорения, м/с <sup>2</sup> (g)                                              | 0,5 - 100<br>150 (15)                     |
| Механический удар одиночного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, м/с <sup>2</sup> (g);<br>- длительность импульса ударного ускорения, мс | 40 (4)<br>50                              |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - M27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

### 8.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 5 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С              | минус 45<br>минус 60            |
| Повышенная температура окружающей среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С   | +85<br>+100                     |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |

## 9 ТРЕБОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие качества драйвера всем требованиям настоящего паспорта при соблюдении потребителем условий и правил хранения, монтажа и эксплуатации, а также указаний по применению, указанных в паспорте.

Гарантийный срок эксплуатации 2 года с даты приемки, а в случае перепроверки – с даты перепроверки.

Вероятность безотказной работы драйвера за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90 \%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90 \%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90 \%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 10 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Драйверы \_\_\_\_\_ зав. № \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ шт.)  
соответствуют комплекту КД и настоящему Паспорту и признаны годными для эксплуатации

Место для штампа ОТК

## 11 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# **ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ ДР280П–БЗ**

## **1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Двухканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (MOSFET или IGBT) (далее – драйвер) предназначен для зависимого гальванически развязанного управления двумя мощными транзисторами с предельно допустимым напряжением до 1700 В. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 50 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора. Является полным аналогом драйвера SHKI22A.

## **2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА**

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемых транзисторов и сигналов управления.

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затворами управляемых транзисторов;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемых транзисторов;
- 6 Схема защиты управляемых транзисторов от перегрузки по току.

## **3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА**

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Блокировку управления при «аварии»
- 5 Сигнализацию о наличии аварии;
- 6 Регулировку времени включения - выключения управляемого транзистора путем изменения сопротивления резисторов в выходной цепи (Ron, Roff);
- 7 Блокировку одновременного включения верхнего и нижнего плеча;
- 8 Задержку на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 9 Регулировку задержки на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 10 Контроль напряжений питания драйвера (встроенные компараторы) на выходе DC-DC преобразователя.

3.2 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема и схема включения драйвера изображены на рисунке 2.

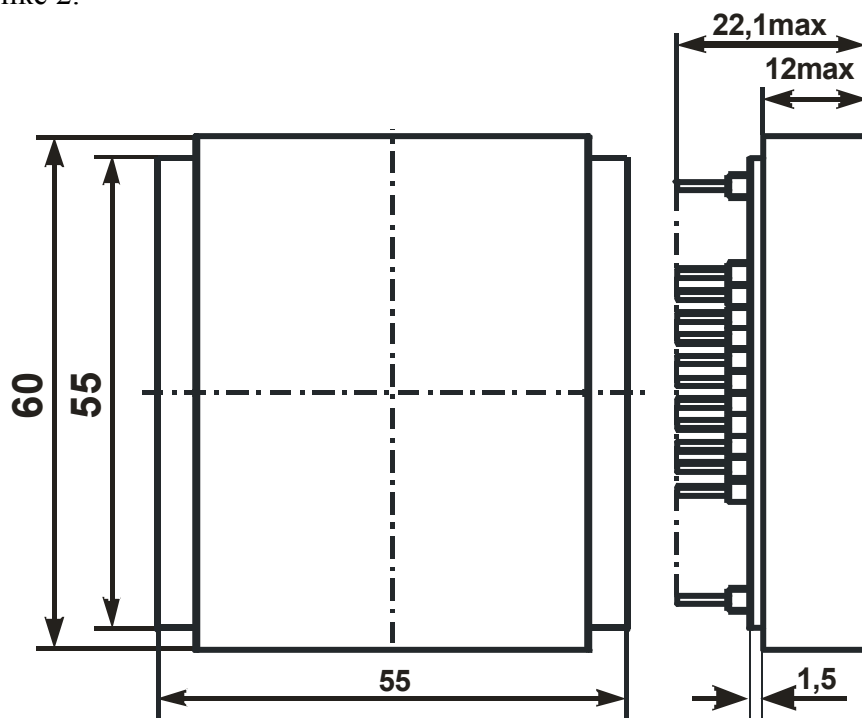


Рисунок 1 – Габаритный чертёж драйвера

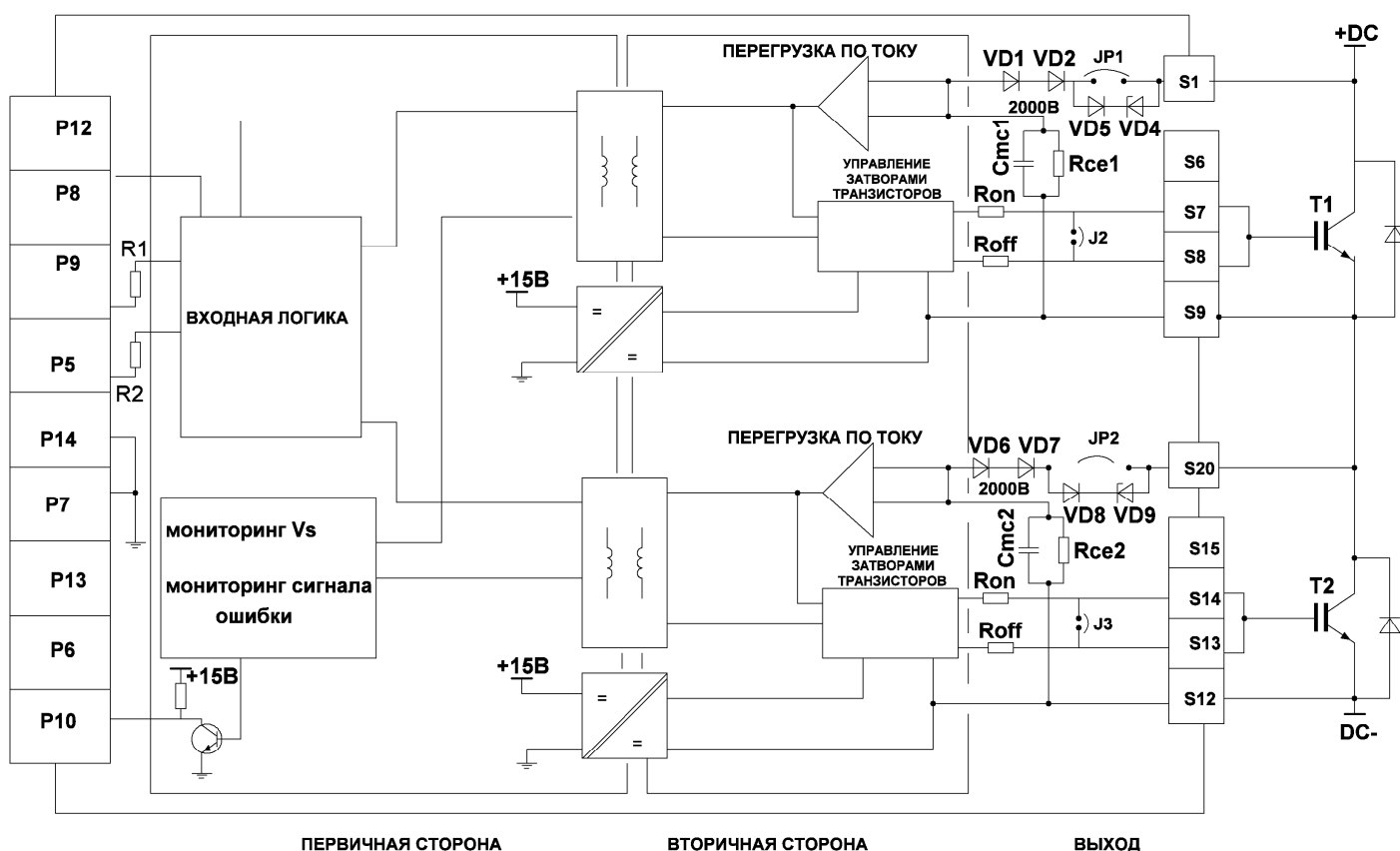


Рисунок 2– Функциональная схема и схема включения драйвера

Примечание – В скобках приведено обозначение выводов в соответствии с условно-графическим обозначением в электрических схемах.

X1 – вилка IDCC-14MS + розетка IDC-14;

X2, X3 – вилка WF-M-5 + розетка HU-F-5.

3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов драйвера

| <b>РАЗЪЁМ ХР1 (ПЕРВИЧНАЯ СТОРОНА)</b> |                                                                                                |                            |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <i>Выводы</i>                         | <i>Назначение выводов</i>                                                                      | <i>Обозначение выводов</i> |
| P14                                   | Земля/0В                                                                                       | Power GND                  |
| P13                                   | +15В                                                                                           | Power                      |
| P12                                   | Вход первого канала                                                                            | IN1                        |
| P10                                   | Выход сигнала ошибки                                                                           | Error                      |
| P9                                    | Вход настройки мёртвого времени 2-го канала                                                    | TDT2                       |
| P8                                    | Вход второго канала                                                                            | IN2                        |
| P7                                    | Земля/0В                                                                                       | Power GND                  |
| P6                                    | Выбор работы режима(полумоста или моста)                                                       | Select                     |
| P5                                    | Вход настройки мёртвого времени 1-го канала                                                    | TDT1                       |
| <b>РАЗЪЁМ ХР2 (ВТОРИЧНАЯ СТОРОНА)</b> |                                                                                                |                            |
| <i>Выводы</i>                         | <i>Назначение выводов</i>                                                                      | <i>Обозначение выводов</i> |
| S1                                    | Измерительный коллектор-цепь контроля напряжения насыщения на управляемом транзисторе канала 1 | MC1                        |
| S6                                    | Питание +15В канала1                                                                           | CCE                        |
| S7                                    | Включающий выход драйвера канала1                                                              | Gon                        |
| S8                                    | Выключающий выход драйвера канала1                                                             | Goff                       |
| S9                                    | Питание -7В канала1                                                                            | E                          |
| <b>РАЗЪЁМ ХР3 (ВТОРИЧНАЯ СТОРОНА)</b> |                                                                                                |                            |
| <i>Выводы</i>                         | <i>Назначение выводов</i>                                                                      | <i>Обозначение выводов</i> |
| S15                                   | Питание +15В канала2                                                                           | CCE                        |
| S14                                   | Включающий выход драйвера канала2                                                              | Gon                        |
| S13                                   | Выключающий выход драйвера канала2                                                             | Goff                       |
| S12                                   | Питание -7В канала2                                                                            | E                          |
| S20                                   | Измерительный коллектор-цепь контроля напряжения насыщения на управляемом транзисторе канала 2 | MC2                        |

## 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при T = 25 °C)

| Параметр                                                                    | Обозначение        | Единица измерения | Значение      |     |               | Примечания                       |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|---------------|-----|---------------|----------------------------------|
|                                                                             |                    |                   | не ме-<br>нее | тип | не бо-<br>лее |                                  |
| Параметры блока DC/DC                                                       |                    |                   |               |     |               |                                  |
| Максимальный ток потребления                                                | I <sub>S</sub>     | мА                |               |     | 200           | f = 0 Гц, см. ри-<br>сунки 5 и 6 |
| Мощность встроенного источника<br>питания выходной части модуля<br>драйвера | P <sub>DC-DC</sub> | Вт                | 4             |     |               | для каждого<br>канала            |
| Параметры монитора напряжения                                               |                    |                   |               |     |               |                                  |
| Порог выключения                                                            | U <sub>UVLO+</sub> | В                 |               | 11  |               | выход DC-DC                      |
| Порог включения                                                             | U <sub>UVLO-</sub> | В                 |               | 12  |               | выход DC-DC                      |
| Параметры входов управления                                                 |                    |                   |               |     |               |                                  |
| Входное напряжение высокого уровня                                          | U <sub>IH</sub>    | В                 | 9             | 15  | 16,8          | ДР280 П-БЗ                       |
| Входное напряжение низкого уровня                                           | U <sub>IL</sub>    | В                 | -0,6          | 0   | 2,4           | ДР280 П-БЗ                       |
| Входное сопротивление                                                       | R <sub>IN</sub>    | кОм               |               | 5,9 |               | ДР280 П-БЗ                       |

Продолжение таблицы 1

| Временные параметры                                                                          |                        |     |      |     |     |                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----|------|-----|-----|-----------------------------------------------------------|
| Время задержки включения сигнала между входом и выходом                                      | $t_{d\ on(in-out)}$    | мкс |      |     | 0,5 | см. рисунок 14                                            |
| Время задержки выключения сигнала между входом и выходом                                     | $t_{d\ off\ (in-out)}$ | мкс |      |     | 0,5 | см. рисунок 14                                            |
| «Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов               | $t_{TD}$               | мкс |      | 2,5 |     | настраивается потребителем; см. раздел 6 и рисунок 10     |
| Максимальная рабочая частота                                                                 | $f_{max}$              | кГц |      |     | 50  | без нагрузки; см. раздел 6 и рисунок 5                    |
| Время блокировки контроля падения напряжения на управляемом транзисторе в открытом состоянии | $t_{BLOCK1}$           | мкс | 5    |     | 20  | настраивается потребителем; см. раздел 6 и рисунки 3 и 12 |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                                     | $t_{BLOCK2}$           | мс  |      | 70  |     | см. рисунок 3                                             |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора                                | $t_{off}$              | мкс |      | 6   |     | см. рисунок 3                                             |
| Время задержки включения сигнала аварии                                                      | $t_{d(on-err)}$        | мкс |      |     | 2   |                                                           |
| Выходные параметры                                                                           |                        |     |      |     |     |                                                           |
| Выходное напряжение высокого уровня                                                          | $U_{OH}$               | В   | +14  | +16 | +19 | во всем диапазоне допустимых нагрузок                     |
| Выходное напряжение низкого уровня                                                           | $U_{OL}$               | В   | -7,5 | -6  | -4  | во всём диапазоне допустимых нагрузок                     |
| Максимальный выходной импульсный ток                                                         | $I_{Omax}$             | А   | -8   |     | +8  | настраивается потребителем; см. раздел 6 и рисунок 8      |
| Средний выходной ток                                                                         | $I_O$                  | мА  |      |     | 160 | на каждый канал                                           |
| Время нарастания выходного сигнала                                                           | $t_r$                  | нс  |      |     | 150 | без нагрузки, см. раздел 6 и рисунки 7, 8 и 14            |
| Время спада выходного сигнала                                                                | $t_f$                  | нс  |      |     | 150 |                                                           |
| Максимальный ток статусного вывода «Error»                                                   | $I_{ERR\ max}$         | мА  |      |     | 20  |                                                           |
| Максимальное напряжение на статусном выводе «Error»                                          | $U_{ERR\ max}$         | В   |      |     | 30  |                                                           |
| Остаточное напряжение по выходу сигнала «Error»                                              | $U_{O\ ERR}$           | В   | 0    | 0,3 | 0,7 | при $I_{ERR} = 20\ мА$                                    |
| Пороговое напряжение на измерительном входе МС, вызывающее аварийное отключение              | $U_{MC}^{Th}$          | В   |      | 5,8 |     | без дополнительных элементов                              |

Продолжение таблицы 1

| Параметры изоляции                                           |                      |        |     |  |      |           |
|--------------------------------------------------------------|----------------------|--------|-----|--|------|-----------|
| Максимально допускаемое обратное напряжение на выводе «МС»   | $U_{R(MC)}$          | В      |     |  | 2000 |           |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                   | $U_{ISO(IN-OUT)}$    | В      |     |  | 4000 | DC, 1 мин |
| Напряжение изоляции между выводами первого и второго каналов | $U_{ISO(OUT1-OUT2)}$ | В      |     |  | 2000 | DC, 1 мин |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе          | $(dU/dt)_{cr}$       | кВ/мкс |     |  | 20   |           |
| Параметры эксплуатации и хранения                            |                      |        |     |  |      |           |
| Рабочий диапазон температур                                  | $T_A$                | °C     | -45 |  | +85  |           |
| Температура хранения                                         | $T_S$                | °C     | -60 |  | +100 |           |
| Параметры управляемого транзистора                           |                      |        |     |  |      |           |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора   | $U_{CE} (U_{DS})$    | В      |     |  | 1700 |           |

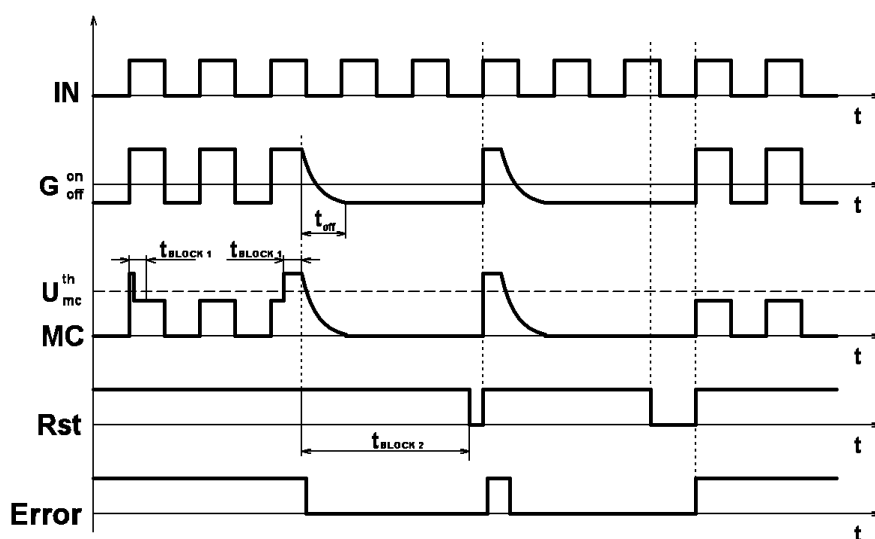
## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача «лог.1» на управляющий вход «IN1» или «IN2» приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более, чем на  $U_{MC}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$  приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (по перегрузке по току). При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (вывод «Error»). Через 70мс будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии» и по переднему фронту сигнала управления «IN» будет открыт управляемый транзистор. В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO}$  приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO+}$  сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на выходе «Error» не появляется.

При подаче на входы «IN1» и «IN2» одновременно «лог. 1» произойдет блокировка управления и управляемые транзисторы будут закрыты, при этом сигнализации о наличии ошибки на выходе «Error» не появляется.

Диаграммы, поясняющие работу драйвера, приведены на рисунках 3 и 4.



Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

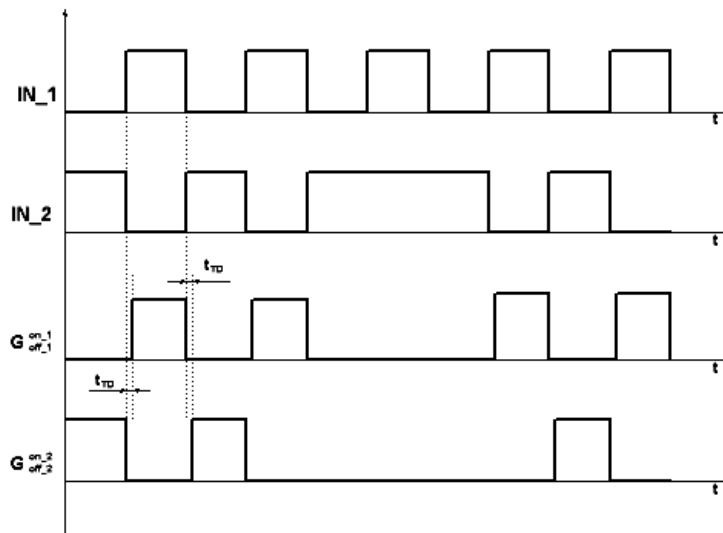


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**IN1, IN2** – управляющие входы. Управление драйвером описано в разделе «Работа драйвера». При подаче управляющего напряжения следует учитывать, что на входах управления установлены обратные защитные диоды. Как следствие, в том случае если напряжение управления будет превышать напряжения питания более чем на 0,6, произойдёт увеличения тока потребления по входам и при значительном превышении напряжения питания драйвер может выйти из строя.

**Error** – вывод, сигнализирующий о возникновении аварии. Вывод представляет собой открытый коллектор транзистора схемы защиты. При этом транзистор будет открываться только при аварии, вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня «U<sub>uvlo</sub>» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «U<sub>uvlo</sub>+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует. Также не последует сигнализации в случае одновременной подачи на входы «IN1» и «IN2» сигналов соответствующих «лог.1», хотя выходные транзисторы будут закрыты.

Не рекомендуется подавать на выход «Error» напряжение и ток значениями выше предельно допустимых, в том числе и кратковременно.

**Резисторы R1, R2** – времязадающие резисторы настройки задержки на переключение первого и второго каналов. Фактически резисторами регулируется время задержки включения, тем самым при установке резисторов разных номиналов задержка на переключение по передним фронтам управляющих импульсов первого и второго каналов будет различной. В том случае, если увеличение времени задержки на переключение не требуется, вместо резисторов следует установить перемычки. Зависимость времени задержки от номинала резисторов приведена на рисунке 12.

**V<sub>s</sub>** – вход питания драйвера. Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «U<sub>uvlo</sub>» и управление транзистором будет некорректным.

Ток потребления по входу питания составляет не более 200 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 750 мА (равная нагрузка для обоих каналов). При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 750 мА, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. В случае, если нагрузка по каналам распределена неравномерно, то ток потребления одним каналом не должен превышать 300 мА (без учёта потребления схемой управления). Ток потребления зависит от частоты сигнала управления, от значений сопротивлений затворных резисторов и от входной ёмкости затвора (см. рисунки 5 и 6). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 8.

**MC1, MC2** – выводы подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Выводы предназначены для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. При этом типичное значение порога срабатывания защиты равно 5,8 В (если не установлены внешние элементы и установлены перемычки JP1 и JP2) или 1 В с не установленными перемычками. Порог срабатывания защиты регулируется установкой внешних элементов (стабилитронов и диодов); из максимального напряжения (5,8 В) вычитается падение напряжения на стабилитронах и диодах при токе 250 мкА. К примеру, если установить последовательно стабилитрон с номинальным напряжением стабилизации 3,3 В и два диода с падением напряжения 0,7 В на токе 250 мкА, то порог срабатывания защиты будет равен  $5,8 - 3,3 - 2 \times 0,7 = 1,1$  В.

В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то вывод MC следует закоротить на исток (эмиттер) соответствующего канала.

**Конденсаторы C<sub>mc1</sub>, C<sub>mc2</sub>** – времязадающие конденсаторы формирования задержки выключения соответствующего управляемого транзистора при перегрузке по току. Задержка на срабатывание защиты необходима для избегания ложных срабатываний по кратковременным индуктивным выбросам. При этом длительность данной задержки будет равна длительности «импульса перезапуска» в случае возникновения аварии. Для увеличения задержки срабатывания защиты, рекомендуется устанавливать конденсаторы с номиналами указанными на рисунке 11. Изначально установлен конденсатор ёмкостью 100 пФ, что соответствует длительности задержки 8 мкс (тип.).

**Резисторы Rce1, Rce2** – уровень срабатывания защиты по напряжению насыщения.

$U_{DESAT} = 5,8 - U_D, 2q\epsilon 4D$  – падение напряжения на резисторе.

**OUToff1, OUToff2, OUTon1, OUTon2** – выходы, предназначенные для подключения затворов управляемых транзисторов.

Затворные резисторы (Ron1, Ron2, Roff1, Roff2) необходимы для уменьшения максимального импульсного тока. Не рекомендуется устанавливать резисторы с номиналами менее 1 Ом. Допускается установка резисторов разных номиналов, к примеру, для увеличения длительности выключения управляемого транзистора с целью уменьшения амплитуды напряжения индуктивных выбросов.

### Перемычки

**JP1, JP2** – перемычки, регулирующие порог срабатывания защиты по насыщению управляемых транзисторов. При установленных перемычках порог срабатывания защиты по напряжению насыщения транзистора  $U_{MC}^{Th} = 5,8$  В. При не установленных перемычках порог срабатывания защиты равен 1 В.

Примечание – При необходимости замены перемычек JP1, JP2 применять метод ручной пайки электропаяльником с температурой паяльного стержня  $(245 \pm 15)^\circ\text{C}$  с использованием припоя ПОС-61 и канифольного флюса. В случае применения трубчатого припоя и паяльной пасты дополнительное флюсование может не производиться.

**J1** – джампер объединяющий «минус» питания и «общий» управления драйвером;

**J2, J3** – джамперы объединяющие резисторы Ron1 и Roff1, Ron2 и Roff2 для подключения к затвору.

## 7 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

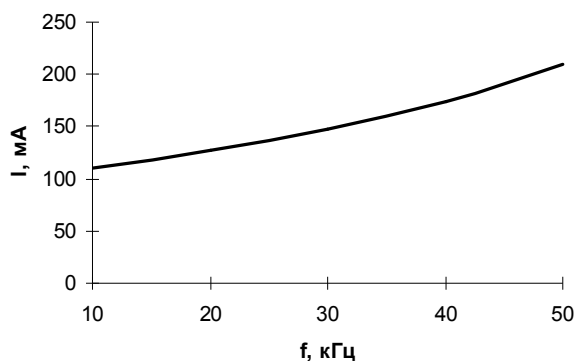


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления драйвера от частоты сигнала управления без нагрузки

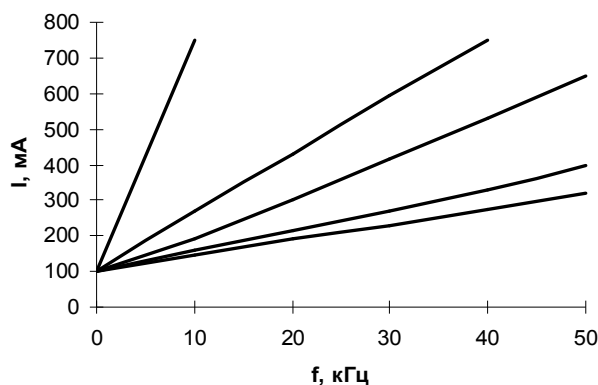


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ и 250 нФ

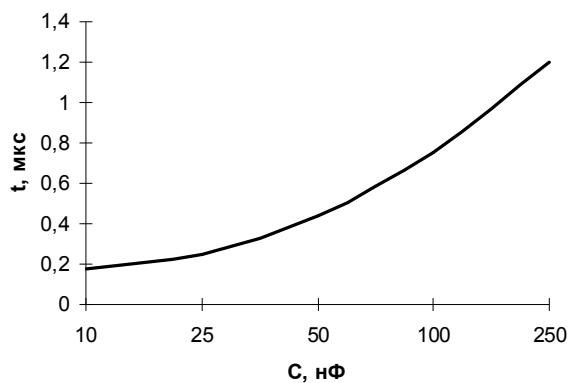


Рисунок 7 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

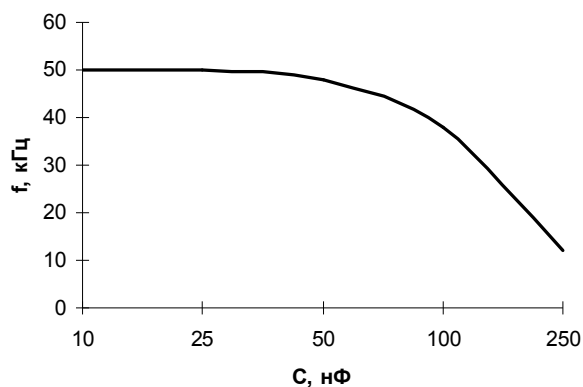


Рисунок 11 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

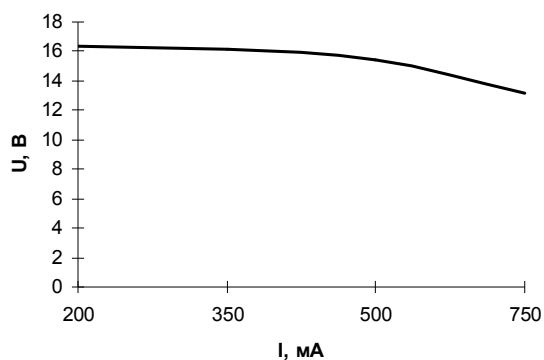


Рисунок 9 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

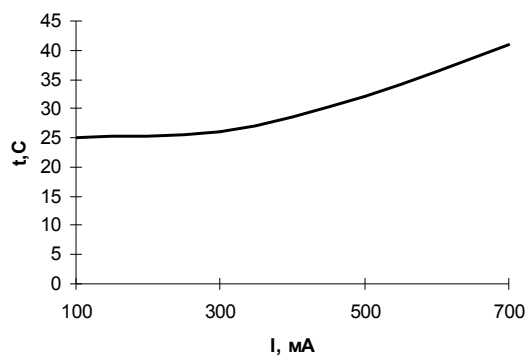


Рисунок 10 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

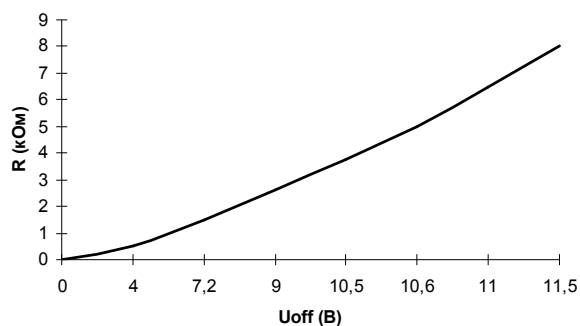


Рисунок 11 – График зависимости порога включения защиты по насыщению от подстроечного резистора

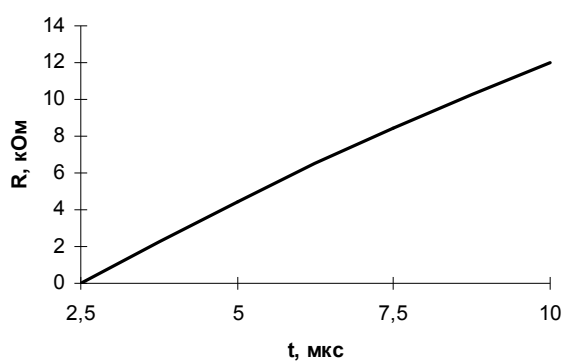


Рисунок 12 – График зависимости длительности задержки на переключение от номинала подстроечных резисторов

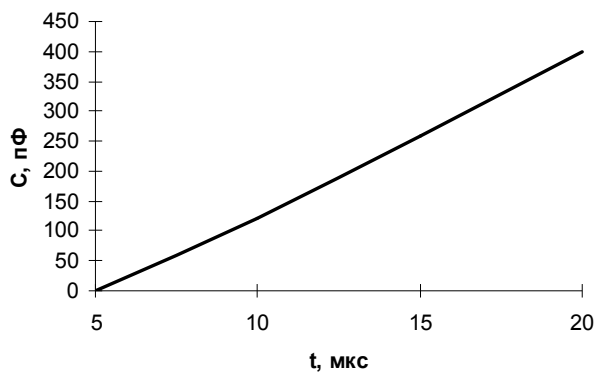


Рисунок 13 – График зависимости порога включения защиты по насыщению от подстроечной ёмкости

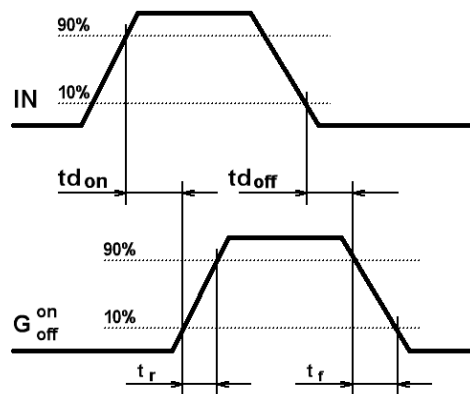


Рисунок 14 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера, где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

## 8 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 9 РЕКОМЕНДАЦИИ К ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 9.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                                                                                                                | Значение внешнего воздействующего фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:<br>- диапазон частот, Гц;<br>- амплитуда ускорения, $\text{м/с}^2$ (g)                                              | 0,5 - 100<br>150 (15)                     |
| Механический удар одиночного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, $\text{м/с}^2$ (g);<br>- длительность импульса ударного ускорения, мс | 40 (4)<br>50                              |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - М27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

### 9.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 4 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:                                                    |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | минус 45                        |
| - предельная, °С                                                                 | минус 60                        |
| Повышенная температура окружающей среды:                                         |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | +85                             |
| - предельная, °С                                                                 | +100                            |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 10 ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 11 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

## 12 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# **ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET ТРАНЗИСТОРОВ ДР280П–Б, ДР280П–Б1**

## **1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Двухканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (MOSFET или IGBT) (далее – драйвер) предназначен для зависимого гальванически развязанного управления двумя мощными транзисторами с предельно допустимым напряжением до 1700 В. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 50 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора.

## **2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА**

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемых транзисторов и сигналов управления.

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворах управляемых транзисторов;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затворами управляемых транзисторов;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемых транзисторов;
- 6 Схема защиты управляемых транзисторов от перегрузки по току.

## **3 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА**

3.1 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Блокировку управления при «аварии»
- 5 Сигнализацию о наличии аварии;
- 6 Регулировку времени включения - выключения управляемого транзистора путем изменения сопротивления резисторов в выходной цепи (Ron, Roff);
- 7 Блокировку одновременного включения верхнего и нижнего плеча;
- 8 Задержку на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 9 Регулировку задержки на переключение верхнего и нижнего плеча;
- 10 Контроль напряжений питания драйвера (встроенные компараторы) на выходе DC-DC преобразователя.

3.2 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема и схема включения драйвера изображены на рисунке 2.

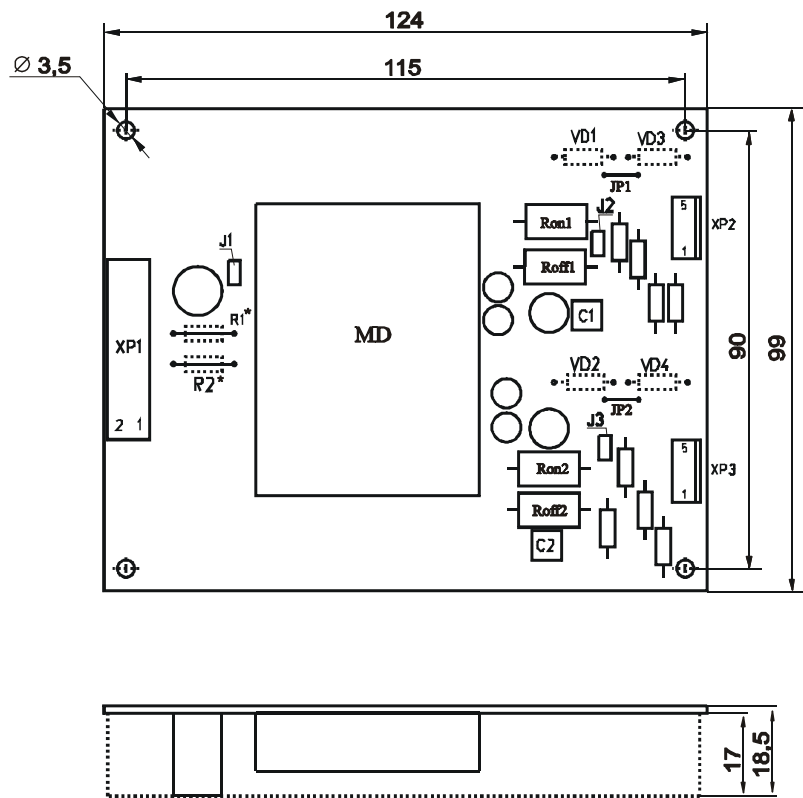


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

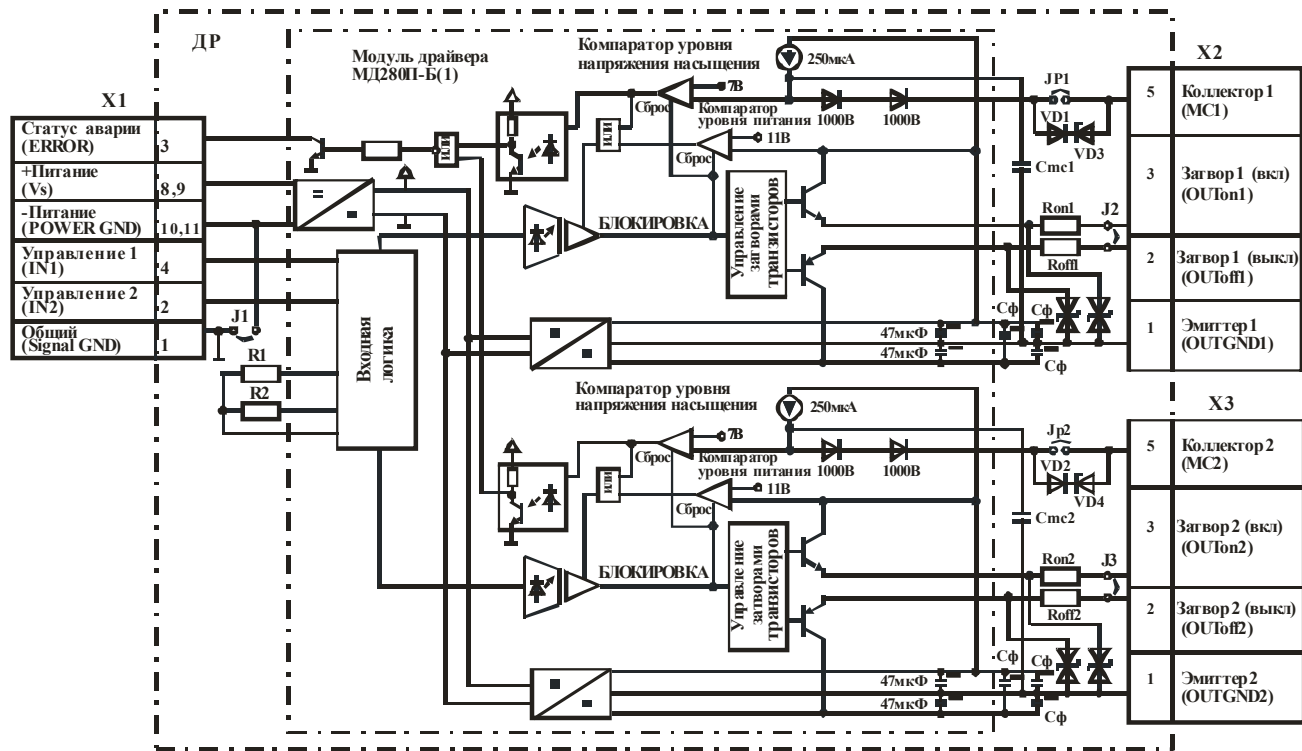


Рисунок 2– Функциональная схема и схема включения драйвера

Примечание – В скобках приведено обозначение выводов в соответствии с условно-графическим обозначением в электрических схемах.  
X1 – вилка IDCC-14MS + розетка IDC-14;  
X2, X3 – вилка WF-M-5 + розетка HU-F-5.

3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов драйвера

| Выводы       | Назначение выводов                                                                               | Обозначение выводов |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| X1.1         | Общий сигнальный вывод для подачи управляющего сигнала                                           | Signal GND          |
| X1.2         | Управляющий вход канала 2                                                                        | IN2                 |
| X1.3         | Вывод сигнала ошибки                                                                             | ERROR               |
| X1.4         | Управляющий вход канала 1                                                                        | IN1                 |
| X1.8, X1.9   | Питание +15 В                                                                                    | Vs                  |
| X1.10, X1.11 | Общий питания                                                                                    | POWER GND           |
| X2.1         | Общий вывод выходных сигналов канала 1                                                           | OUTGND1             |
| X2.2         | Выключающий выход драйвера канала 1                                                              | OUToff1             |
| X2.3         | Включающий выход драйвера канала 1                                                               | OUTon1              |
| X2.5         | Измерительный коллектор - цепь контроля напряжения насыщения на управляемом транзисторе канала 1 | MC1                 |
| X3.1         | Общий вывод выходных сигналов 2 канала                                                           | OUTGND 2            |
| X3.2         | Выключающий выход драйвера канала 2                                                              | OUToff2             |
| X3.3         | Включающий выход драйвера канала 2                                                               | OUTon2              |
| X3.5         | Измерительный коллектор - цепь контроля напряжения насыщения на управляемом транзисторе канала 2 | MC2                 |

## 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при T = 25 °C)

| Параметр                                                                       | Обозначение        | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|----------|-----|----------|-------------------------------------------------------|
|                                                                                |                    |                   | не менее | тип | не более |                                                       |
| Параметры блока DC/DC                                                          |                    |                   |          |     |          |                                                       |
| Номинальное напряжение питания                                                 | U <sub>S</sub>     | В                 | 13,5     | 15  | 16,5     |                                                       |
| Максимальный ток потребления                                                   | I <sub>S</sub>     | мА                |          |     | 200      | f = 0 Гц, см. рисунки 5 и 6                           |
| Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера          | P <sub>DC-DC</sub> | Вт                | 4        |     |          | для каждого канала                                    |
| Параметры монитора напряжения                                                  |                    |                   |          |     |          |                                                       |
| Порог выключения                                                               | U <sub>UVLO+</sub> | В                 |          | 11  |          | выход DC-DC                                           |
| Порог включения                                                                | U <sub>UVLO-</sub> | В                 |          | 12  |          | выход DC-DC                                           |
| Параметры входов управления                                                    |                    |                   |          |     |          |                                                       |
| Входное напряжение высокого уровня                                             | U <sub>IH</sub>    | В                 | 3        | 5   | 5,6      | ДР280 П-Б                                             |
|                                                                                |                    |                   | 9        | 15  | 16,8     | ДР280 П-Б1                                            |
| Входное напряжение низкого уровня                                              | U <sub>IL</sub>    | В                 | -0,6     | 0   | 0,8      | ДР280 П-Б                                             |
|                                                                                |                    |                   | -0,6     | 0   | 2,4      | ДР280 П-Б1                                            |
| Входное сопротивление                                                          | R <sub>IN</sub>    | кОм               |          | 2,0 |          | ДР280 П-Б                                             |
|                                                                                |                    |                   |          | 5,9 |          | ДР280 П-Б1                                            |
| Временные параметры                                                            |                    |                   |          |     |          |                                                       |
| Время задержки включения сигнала между входом и выходом                        | td on(in-out)      | мкс               |          |     | 0,5      | см. рисунок 14                                        |
| Время задержки выключения сигнала между входом и выходом                       | td off (in-out)    | мкс               |          |     | 0,5      | см. рисунок 14                                        |
| «Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов | t <sub>TD</sub>    | мкс               |          | 2,5 |          | настраивается потребителем; см. раздел 6 и рисунок 10 |
| Максимальная рабочая частота                                                   | f <sub>max</sub>   | кГц               |          |     | 50       | без нагрузки; см. раздел 6 и рисунок 5                |

|                                                                                              |                                     |        |      |     |      |                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------|------|-----|------|-----------------------------------------------------------|
| Время блокировки контроля падения напряжения на управляемом транзисторе в открытом состоянии | $t_{\text{BLOCK1}}$                 | мкс    | 5    |     | 20   | настраивается потребителем; см. раздел 6 и рисунки 3 и 12 |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                                     | $t_{\text{BLOCK2}}$                 | мс     |      | 70  |      | см. рисунок 3                                             |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора                                | $t_{\text{off}}$                    | мкс    |      | 6   |      | см. рисунок 3                                             |
| Время задержки включения сигнала аварии                                                      | $t_{\text{d(on-err)}}$              | мкс    |      |     | 2    |                                                           |
| <b>Выходные параметры</b>                                                                    |                                     |        |      |     |      |                                                           |
| Выходное напряжение высокого уровня                                                          | $U_{\text{OH}}$                     | В      | +14  | +16 | +19  | во всем диапазоне допустимых нагрузок                     |
| Выходное напряжение низкого уровня                                                           | $U_{\text{OL}}$                     | В      | -7,5 | -6  | -4   | во всем диапазоне допустимых нагрузок                     |
| Максимальный выходной импульсный ток                                                         | $I_{\text{Omax}}$                   | А      | -8   |     | +8   | настраивается потребителем; см. раздел 6 и рисунок 8      |
| Средний выходной ток                                                                         | $I_{\text{O}}$                      | мА     |      |     | 160  | на каждый канал                                           |
| Время нарастания выходного сигнала                                                           | $t_{\text{r}}$                      | нс     |      |     | 150  | без нагрузки, см. раздел 6 и рисунки 7, 8 и 14            |
| Время спада выходного сигнала                                                                | $t_{\text{f}}$                      | нс     |      |     | 150  |                                                           |
| Максимальный ток статусного вывода «Error»                                                   | $I_{\text{ERR max}}$                | мА     |      |     | 20   |                                                           |
| Максимальное напряжение на статусном выводе «Error»                                          | $U_{\text{ERR max}}$                | В      |      |     | 30   |                                                           |
| Остаточное напряжение по выходу сигнала «Error»                                              | $U_{\text{O ERR}}$                  | В      | 0    | 0,3 | 0,7  | при $I_{\text{ERR}} = 20 \text{ мА}$                      |
| Пороговое напряжение на измерительном входе МС, вызывающее аварийное отключение              | $U_{\text{МС}}^{\text{Th}}$         | В      |      | 5,8 |      | без дополнительных элементов                              |
| <b>Параметры изоляции</b>                                                                    |                                     |        |      |     |      |                                                           |
| Максимально допускаемое обратное напряжение на выводе «МС»                                   | $U_{\text{R(MC)}}$                  | В      |      |     | 2000 |                                                           |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                                                   | $U_{\text{ISO(IN-OUT)}}$            | В      |      |     | 4000 | DC, 1 мин                                                 |
| Напряжение изоляции между выводами первого и второго каналов                                 | $U_{\text{ISO(OUT1-OUT2)}}$         | В      |      |     | 2000 | DC, 1 мин                                                 |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                                          | $(\text{d}U/\text{d}t)_{\text{cr}}$ | кВ/мкс |      |     | 20   |                                                           |
| <b>Параметры эксплуатации и хранения</b>                                                     |                                     |        |      |     |      |                                                           |
| Рабочий диапазон температур                                                                  | $T_{\text{A}}$                      | °C     | -45  |     | +85  |                                                           |
| Температура хранения                                                                         | $T_{\text{S}}$                      | °C     | -60  |     | +100 |                                                           |
| <b>Параметры управляемого транзистора</b>                                                    |                                     |        |      |     |      |                                                           |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора                                   | $U_{\text{CE}} (U_{\text{DS}})$     | В      |      |     | 1700 |                                                           |

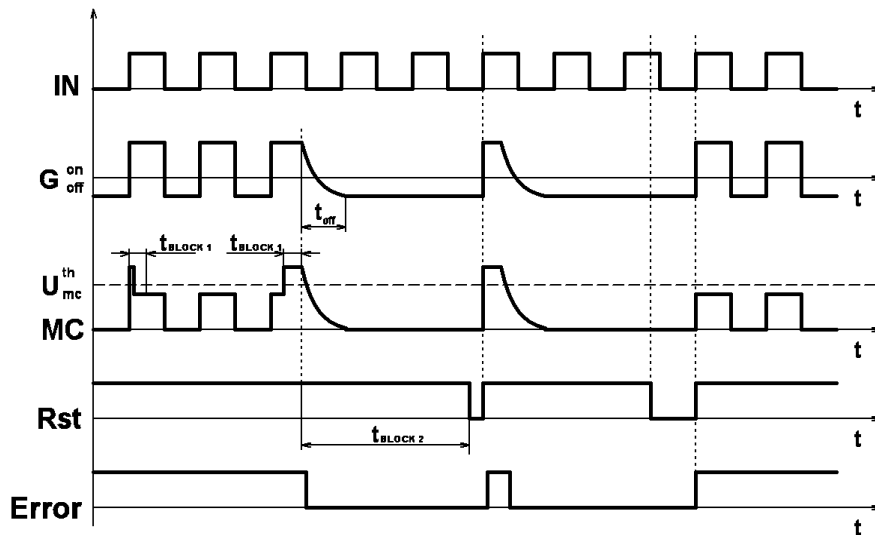
## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача «лог.1» на управляющий вход «IN1» или «IN2» приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более, чем на  $U_{mc}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$  приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (по перегрузке по току). При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (вывод «Error»). Через 70мс будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии» и по переднему фронту сигнала управления «IN» будет открыт управляемый транзистор. В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO-}$  приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера  $U_{UVLO+}$  сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на выходе «Error» не появляется.

При подаче на входы «IN1» и «IN2» одновременно «лог. 1» произойдет блокировка управления и управляемые транзисторы будут закрыты, при этом сигнализации о наличии ошибки на выходе «Error» не появляется.

Диаграммы, поясняющие работу драйвера, приведены на рисунках 3 и 4.



Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

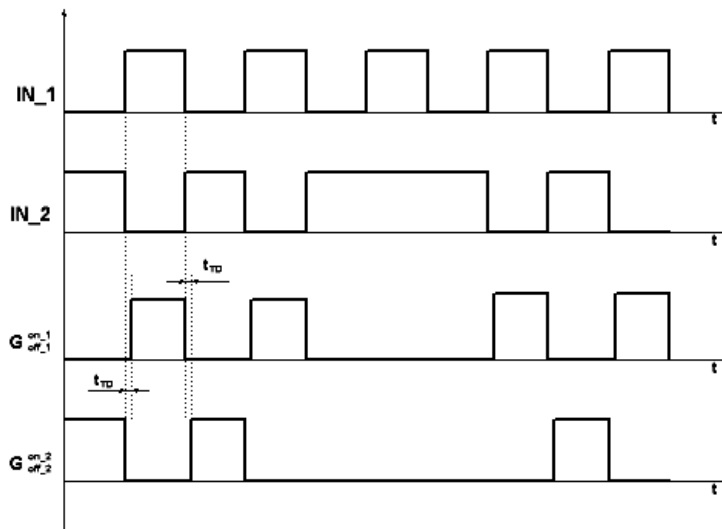


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**IN1, IN2** – управляющие входы. Управление драйвером описано в разделе «Работа драйвера». При подаче управляющего напряжения следует учитывать, что на входах управления установлены обратные защитные диоды. Как следствие, в том случае если напряжение управления будет превышать напряжения питания более чем на 0,6, произойдёт увеличения тока потребления по входам и при значительном превышении напряжения питания драйвер может выйти из строя.

**Error** – вывод, сигнализирующий о возникновении аварии. Вывод представляет собой открытый коллектор транзистора схемы защиты. При этом транзистор будет открываться только при аварии, вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня «Uuvlo-» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «Uuvlo+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует. Также не последует сигнализации в случае одновременной подачи на входы «IN1» и «IN2» сигналов соответствующих «лог.1», хотя выходные транзисторы будут закрыты.

Не рекомендуется подавать на выход «Еггог» напряжение и ток значениями выше предельно допустимых, в том числе и кратковременно.

**Резисторы R1, R2** – времязадающие резисторы настройки задержки на переключение первого и второго каналов. Фактически резисторами регулируется время задержки включения, тем самым при установке резисторов разных номиналов задержка на переключение по передним фронтам управляющих импульсов первого и второго каналов будет различной. В том случае, если увеличение времени задержки на переключение не требуется, вместо резисторов следует установить перемычки. Зависимость времени задержки от номинала резисторов приведена на рисунке 12.

**V<sub>S</sub>** – вход питания драйвера. Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «Uuvlo-» и управление транзистором будет некорректным.

Ток потребления по входу питания составляет не более 200 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 750 мА (равная нагрузка для обоих каналов). При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 750 мА, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. В случае, если нагрузка по каналам распределена неравномерно, то ток потребления одним каналом не должен превышать 300 мА (без учёта потребления схемой управления). Ток потребления зависит от частоты сигнала управления, от значений сопротивлений затворных резисторов и от входной ёмкости затвора (см. рисунки 5 и 6). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 8.

**MC1, MC2** – выводы подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Выводы предназначены для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. При этом типичное значение порога срабатывания защиты равно 5,8 В (если не установлены внешние элементы и установлены перемычки JP1 и JP2) или 1 В с не установленными перемычками. Порог срабатывания защиты регулируется установкой внешних элементов (стабилитронов и диодов); из максимального напряжения (5,8 В) вычитается падение напряжения на стабилитронах и диодах при токе 250 мкА. К примеру, если установить последовательно стабилитрон с номинальным напряжением стабилизации 3,3 В и два диода с падением напряжения 0,7 В на токе 250 мкА, то порог срабатывания защиты будет равен  $5,8 - 3,3 - 2 \times 0,7 = 1,1$  В.

В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то вывод MC следует закоротить на исток (эмиттер) соответствующего канала.

**Конденсаторы C<sub>mc1</sub>, C<sub>mc2</sub>** – времязадающие конденсаторы формирования задержки выключения соответствующего управляемого транзистора при перегрузке по току. Задержка на срабатывание защиты необходима для избегания ложных срабатываний по кратковременным индуктивным выбросам. При этом длительность данной задержки будет равна длительности «импульса перезапуска» в случае возникновения аварии. Для увеличения задержки срабатывания защиты, рекомендуется устанавливать конденсаторы с номиналами указанными на рисунке 11. Изначально установлен конденсатор ёмкостью 100 пФ, что соответствует длительности задержки 8 мкс (тип.).

**OUToff1, OUToff2, OUTon1, OUTon2** – выходы, предназначенные для подключения затворов управляемых транзисторов.

Затворные резисторы ( $R_{on1}$ ,  $R_{on2}$ ,  $R_{off1}$ ,  $R_{off2}$ ) необходимы для уменьшения максимального импульсного тока. Не рекомендуется устанавливать резисторы с номиналами менее 1 Ом. Допускается установка резисторов разных номиналов, к примеру, для увеличения длительности выключения управляемого транзистора с целью уменьшения амплитуды напряжения индуктивных выбросов.

#### Переключики

**JP1, JP2** – переключики, регулирующие порог срабатывания защиты по насыщению управляемых транзисторов. При установленных переключиках порог срабатывания защиты по напряжению насыщения транзистора  $U_{mc}^{Th} = 5,8$  В. При неустановленных переключиках порог срабатывания защиты равен 1 В.

Примечание – При необходимости замены переключиков JP1, JP2 применять метод ручной пайки электропаяльником с температурой паяльного стержня  $(245 \pm 15)^\circ\text{C}$  с использованием припоя ПОС-61 и канифольного флюса. В случае применения трубчатого припоя и паяльной пасты дополнительное флюсование может не производиться.

**J1** – джампер объединяющий «минус» питания и «общий» управления драйвером;

**J2, J3** – джамперы объединяющие резисторы  $R_{on1}$  и  $R_{off1}$ ,  $R_{on2}$  и  $R_{off2}$  для подключения к затвору.

### 7 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

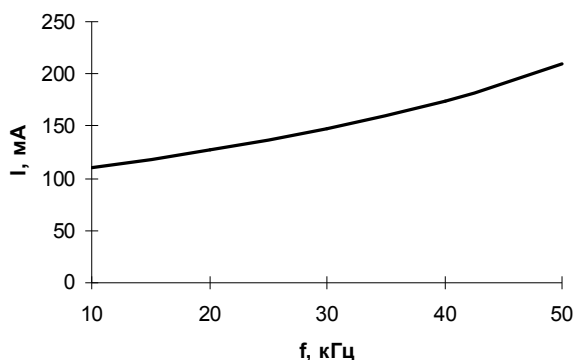


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления драйвера от частоты сигнала управления без нагрузки

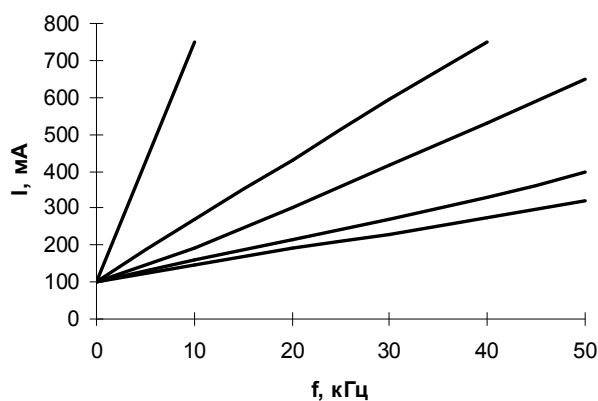


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом)

для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ и 250 нФ

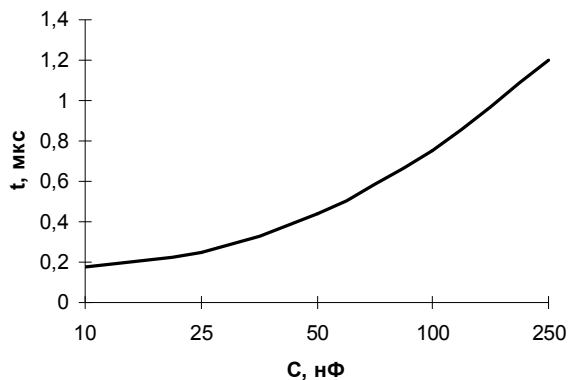


Рисунок 7 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

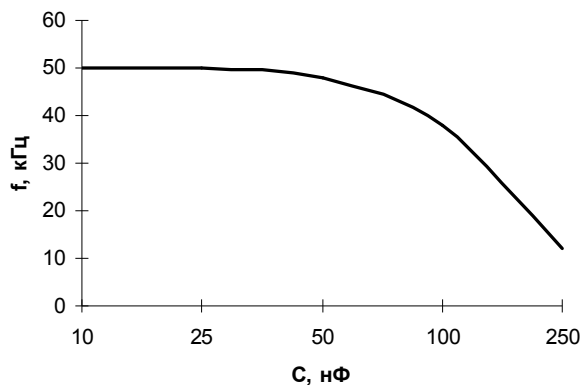


Рисунок 11 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

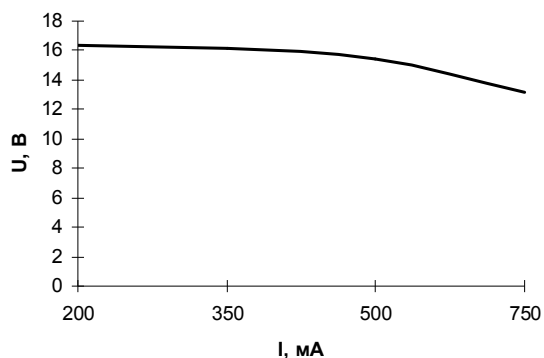


Рисунок 9 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

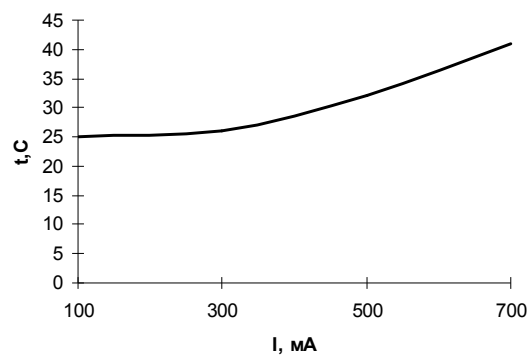


Рисунок 10 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

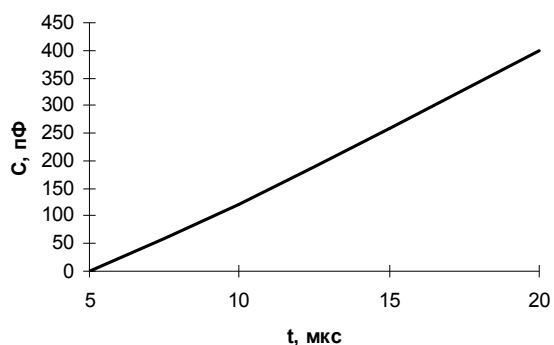


Рисунок 11 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от подстроечной ёмкости

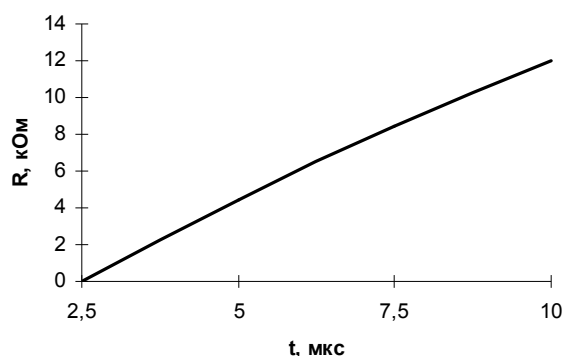


Рисунок 12 – График зависимости длительности задержки на переключение от номинала подстроечных резисторов

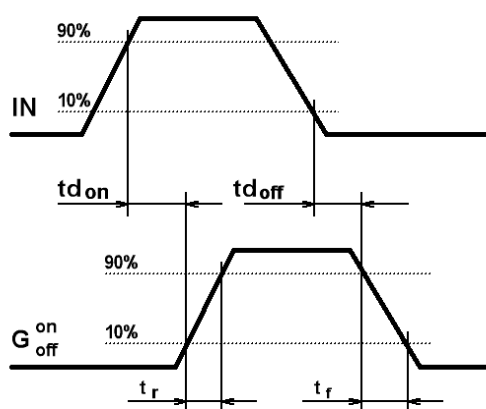


Рисунок 13 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

## 8 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 9 РЕКОМЕНДАЦИИ К ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 9.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                                                                                                                | Значение внешнего воздействующего фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:<br>- диапазон частот, Гц;<br>- амплитуда ускорения, $\text{м/с}^2$ (g)                                              | 0,5 - 100<br>150 (15)                     |
| Механический удар одиночного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, $\text{м/с}^2$ (g);<br>- длительность импульса ударного ускорения, мс | 40 (4)<br>50                              |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - М27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

## 9.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 4 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С              | минус 45<br>минус 60            |
| Повышенная температура окружающей среды:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С   | +85<br>+100                     |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 10 ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 11 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Драйвер \_\_\_\_\_ соответствует АЛЕИ 468332.031 ТУ

Место для штампа ОТК

## 12 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

# **ДРАЙВЕР IGBT И MOSFET**

## **ТРАНЗИСТОРОВ ДР180П–Б, ДР180П–Б1**

### **1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Одноканальный драйвер мощных транзисторов с полевым управлением (далее – драйвер) предназначен для гальванически развязанного управления мощным транзистором с полевым управлением (MOSFET или IGBT) с предельно допустимым напряжением до 1700 В. Драйвер является усилителем – формирователем сигналов управления затворами транзисторов с частотой до 50 кГц. Драйвер содержит встроенный гальванически развязанный DC-DC преобразователь, обеспечивающий необходимые уровни отпирающих и запирающих напряжений на затворе транзистора.

### **2 СОСТАВ ДРАЙВЕРА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ**

2.1 Драйвер – печатная плата с установленными на ней модулем драйвера (МД), выполненным в герметичном пластмассовом корпусе, необходимыми настроечными элементами и разъемами для подключения управляемого транзистора и сигналов управления

2.2 В состав драйвера входят следующие функциональные узлы:

- 1 Стабилизатор напряжения питания драйвера с защитой от неправильной полярности включения;
- 2 Встроенный DC-DC преобразователь со стабилизацией уровня отпирающего и запирающего напряжения на затворе управляемого транзистора;
- 3 Входная логика;
- 4 Схема управления затвором управляемого транзистора;
- 5 Схема защиты от пониженного и повышенного напряжения на затворе управляемого транзистора;
- 6 Схема защиты управляемого транзистора от перегрузки по току.

2.3 Драйвер обеспечивает следующие функции управления, контроля и защиты управляемого транзистора:

- 1 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
- 2 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
- 3 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
- 4 Блокировку управления при «аварии»;
- 5 Сигнализацию о наличии аварии;
- 6 Регулировку времени включения - выключения управляемого транзистора путем изменения сопротивления резисторов в выходной цепи ( $R_{on}$ ,  $R_{off}$ );
- 7 Контроль напряжения питания драйвера (встроенный компаратор) на выходе DC-DC преобразователя.

### 3 ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЕЖ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА

3.1 Габаритный чертёж приведен на рисунке 1, функциональная схема и схема включения драйвера изображены на рисунке 2.

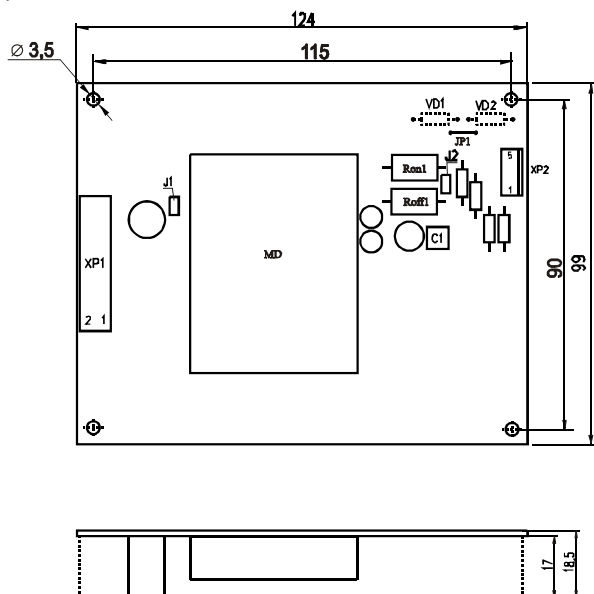


Рисунок 1 – Габаритный чертёж

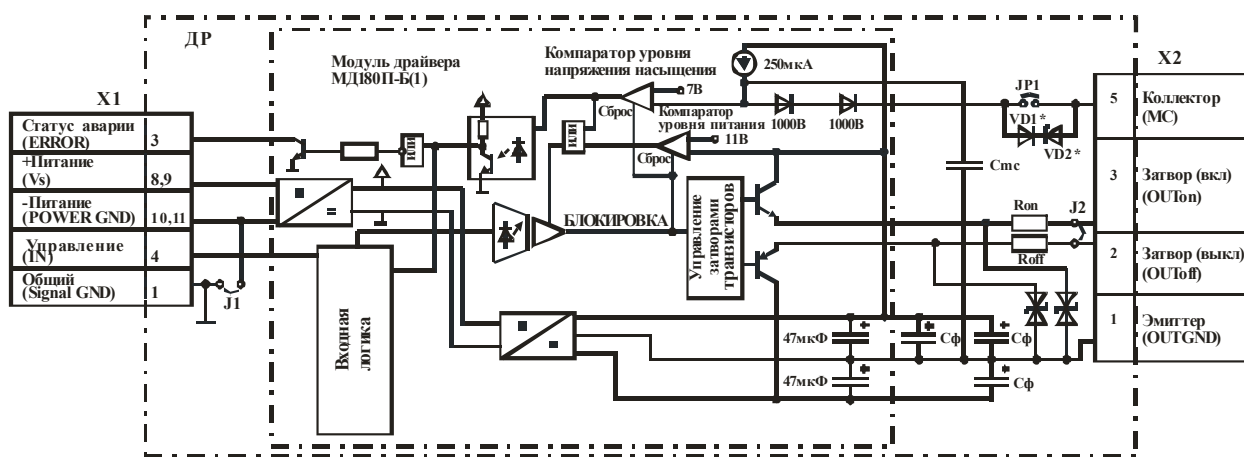


Рисунок 2– Функциональная схема и схема включения драйвера

Примечание – В скобках приведено обозначение выводов в соответствии с условно-графическим обозначением в электрических схемах.

X1 – вилка IDCC-14MS + розетка IDC-14;

X2 – вилка WF-M-5 + розетка HU-F-5.

3.2 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов драйвера

| Выводы    | Назначение выводов                                                                      | Обозначение выводов |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| X1.1      | Общий сигнальный вывод для подачи управляющего сигнала                                  | Signal GND          |
| X1.3      | Вывод сигнала ошибки                                                                    | ERROR               |
| X1.4      | Управляющий вход                                                                        | IN                  |
| X1.8, 1.9 | Питание +15 В                                                                           | Vs                  |
| X1.10, 11 | Общий питания                                                                           | POWER GND           |
| X2.1      | Общий вывод выходных сигналов                                                           | OUTGND              |
| X2.2      | Выключающий выход драйвера                                                              | OUToff              |
| X2.3      | Включающий выход драйвера                                                               | OUTon               |
| X2.5      | Измерительный коллектор - цепь контроля напряжения насыщения на управляемом транзисторе | MC                  |

## 4 ОСНОВНЫЕ И ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 2 – Основные и предельно-допустимые параметры (при  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

| Параметр                                                                                     | Обозначение            | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------|----------|-----|----------|-------------------------------------------------------|
|                                                                                              |                        |                   | не менее | тип | не более |                                                       |
| Параметры блока DC/DC                                                                        |                        |                   |          |     |          |                                                       |
| Номинальное напряжение питания                                                               | U <sub>S</sub>         | В                 | 13,5     | 15  | 16,5     |                                                       |
| Максимальный ток потребления                                                                 | I <sub>S</sub>         | мА                |          |     | 100      | f = 0 Гц, см. рисунки 4 и 5                           |
| Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера                        | P <sub>DC-DC</sub>     | Вт                | 4        |     |          |                                                       |
| Параметры монитора напряжения                                                                |                        |                   |          |     |          |                                                       |
| Порог выключения                                                                             | U <sub>UVLO+</sub>     | В                 |          | 11  |          | выход DC-DC                                           |
| Порог включения                                                                              | U <sub>UVLO-</sub>     | В                 |          | 12  |          | выход DC-DC                                           |
| Параметры входов управления                                                                  |                        |                   |          |     |          |                                                       |
| Входное напряжение высокого уровня                                                           | U <sub>IH</sub>        | В                 | 3        | 5   | 5,6      | ДР180П-Б                                              |
|                                                                                              |                        |                   | 9        | 15  | 16,8     | ДР180П-Б1                                             |
| Входное напряжение низкого уровня                                                            | U <sub>IL</sub>        | В                 | -0,6     | 0   | 0,8      | ДР180П-Б                                              |
|                                                                                              |                        |                   | -0,6     | 0   | 2,4      | ДР180П-Б1                                             |
| Входное сопротивление                                                                        | R <sub>IN</sub>        | кОм               |          | 2,0 |          | ДР180П-Б                                              |
|                                                                                              |                        |                   |          | 5,9 |          | ДР180П-Б1                                             |
| Временные параметры                                                                          |                        |                   |          |     |          |                                                       |
| Время задержки включения сигнала между входом и выходом                                      | td on(in-out)          | мкс               |          |     | 0,5      | см. рисунок 11                                        |
| Время задержки выключения сигнала между входом и выходом                                     | td off (in-out)        | мкс               |          |     | 0,5      | см. рисунок 11                                        |
| Максимальная рабочая частота                                                                 | f <sub>max</sub>       | кГц               |          |     | 50       | без нагрузки; см. раздел 6 и рисунки 4, 5             |
| Время блокировки контроля падения напряжения на управляемом транзисторе в открытом состоянии | t <sub>BLOCK1</sub>    | мкс               | 5        |     | 20       | настраивается потребителем; см. раздел 6 и рисунок 10 |
| Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»                                     | t <sub>BLOCK2</sub>    | мс                |          | 70  |          | см. рисунок 3                                         |
| Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора                                | t <sub>off</sub>       | мкс               |          | 6   |          | см. рисунок 3                                         |
| Время задержки включения сигнала аварии                                                      | td <sub>(on-err)</sub> | мкс               |          |     | 2        |                                                       |
| Выходные параметры                                                                           |                        |                   |          |     |          |                                                       |
| Выходное напряжение высокого уровня                                                          | U <sub>OH</sub>        | В                 | +14      | +16 | +19      | во всем диапазоне допустимых нагрузок                 |
| Выходное напряжение низкого уровня                                                           | U <sub>OL</sub>        | В                 | -7,5     | -6  | -4       | во всём диапазоне допустимых нагрузок                 |
| Максимальный выходной импульсный ток                                                         | I <sub>Omax</sub>      | А                 | -8       |     | +8       | настраивается потребителем; см. раздел 6              |
| Средний выходной ток                                                                         | I <sub>O</sub>         | мА                |          |     | 160      |                                                       |

Продолжение таблицы 2

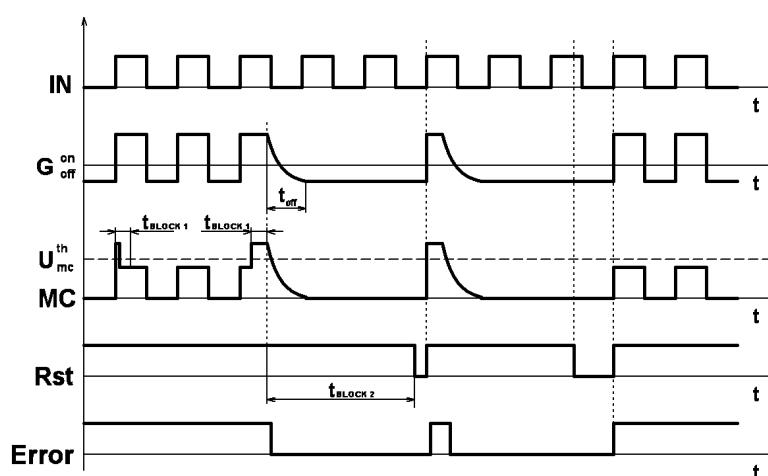
| Параметр                                                                        | Обозначение       | Единица измерения | Значение |     |          | Примечания                             |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|----------|-----|----------|----------------------------------------|
|                                                                                 |                   |                   | не менее | тип | не более |                                        |
| Время нарастания выходного сигнала                                              | $t_r$             | нс                |          |     | 150      | без нагрузки, см. раздел 6 и рисунок 6 |
| Время спада выходного сигнала                                                   | $t_f$             | нс                |          |     | 150      | без нагрузки, см. раздел 6 и рисунок 6 |
| Максимальный ток статусного вывода «Error»                                      | $I_{ERR\ max}$    | мА                |          |     | 20       |                                        |
| Максимальное напряжение на статусном выводе «Error»                             | $U_{ERR\ max}$    | В                 |          |     | 30       |                                        |
| Остаточное напряжение по выходу сигнала «Error»                                 | $U_{O\ ERR}$      | В                 | 0        | 0,3 | 0,7      | при $I_{ERR} = 20\ \text{мА}$          |
| Пороговое напряжение на измерительном входе МС, вызывающее аварийное отключение | $U_{MC}^{Th}$     | В                 |          | 5,8 |          | без дополнительных элементов           |
| <b>Параметры изоляции</b>                                                       |                   |                   |          |     |          |                                        |
| Максимально допускаемое обратное напряжение на выводе «МС»                      | $U_{R(MC)}$       | В                 |          |     | 2000     |                                        |
| Напряжение изоляции между входом и выходом                                      | $U_{ISO(IN-OUT)}$ | В                 |          |     | 4000     | DC, 1 мин                              |
| Критическая скорость изменения напряжения на выходе                             | $(dU/dt)_{cr}$    | кВ/мкс            |          |     | 20       |                                        |
| <b>Параметры эксплуатации и хранения</b>                                        |                   |                   |          |     |          |                                        |
| Рабочий диапазон температур                                                     | $T_A$             | °C                | -45      |     | +85      |                                        |
| Температура хранения                                                            | $T_S$             | °C                | -60      |     | +100     |                                        |
| <b>Параметры управляемого транзистора</b>                                       |                   |                   |          |     |          |                                        |
| Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора                      | $U_{CE} (U_{DS})$ | В                 |          |     | 1700     |                                        |

## 5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача «лог.1» на управляющий вход «IN» приведет к открытию управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более чем на  $U_{mc}^{Th}$  за время, превышающее  $t_{BLOCK1}$ , приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (при перегрузке по току). При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (вывод «Error»). Через 70 мс будет произведен сброс «аварии» внутренней схемой сброса «аварии» и по переднему фронту сигнала управления «IN» будет открыт управляемый транзистор. В случае если причина «аварии» не была устранена, цикл защиты повторится.

Снижение напряжения питания драйвера до уровня порога срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера «Uuvlo-» приведет к закрытию управляемого транзистора независимо от входных сигналов управления. По порогу срабатывания защиты от пониженного напряжения питания драйвера «Uuvlo+» сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на выходе «Error» не появляется.

Диаграмма, поясняющая работу драйвера, приведена на рисунке 3.



Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

## 6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ДРАЙВЕРА

**IN** – управляющий вход. Управление драйвером описано в разделе «Работа драйвера». При подаче управляющего напряжения следует учитывать, что на входах управления установлены обратные защитные диоды. Как следствие, в том случае если напряжение управления будет превышать напряжения питания более чем на 0,6 В, произойдёт увеличения тока потребления по входам и при значительном превышении напряжения питания драйвер может выйти из строя.

**Error** – вывод сигнализирующий о возникновении аварии. Вывод представляют собой открытый коллектор транзистора схемы защиты. При этом транзистор будет открываться только при аварии вызванной перегрузкой силового транзистора по току; при снижении напряжения питания драйвера до уровня «Uuvlo-» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «Uuvlo+»), однако сигнализации об ошибке в данной ситуации не последует. Не рекомендуется подавать на выход «Error» напряжение и ток значениями выше предельно допустимых, в том числе и кратковременно.

**V<sub>S</sub>** – вывод питания драйвера. Следует учитывать, что при уменьшении напряжения питания драйвера уменьшается выходное напряжение DC/DC – преобразователя. Тем самым, если питание меньше допустимого уровня, входная схема может работать исправно, однако на затворах управляемых транзисторов напряжение может упасть до уровня «Uuvlo-» и управление транзистором будет некорректным.

Максимальный ток потребления по входу питания составляет не более 100 мА без нагрузки. При подключении транзисторов ток потребления увеличивается на величину тока перезарядки затвора и может достигать 450 мА (160 мА выходного тока). При большем токе потребления DC/DC – преобразователь может выйти из строя, либо, при кратковременном превышении тока потребления в 450 мА, выходное напряжения DC/DC – преобразователя уменьшится до недопустимого уровня и сработает защита по недонапряжению, что приведёт к некорректному управлению транзистором. Ток потребления зависит от скважности управляющих импульсов, входной ёмкости затвора и от значений затворных резисторов (см. рисунки 4, 5). Тем самым, при эксплуатации драйвера следует делать поправку на ток потребления в зависимости от транзисторов, на которые будет работать драйвер. Область безопасной работы драйвера в зависимости от ёмкости затвора и частоты представлена на рисунке 7.

**MC** – вывод подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Вывод предназначен для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. При этом типичное значение порога срабатывания защиты равно 5,8 В (если не установлены внешние элементы и установлена перемычка JP1) или 1 В с не установленными перемычками. Порог срабатывания защиты регулируется установкой внешних элементов (стабилитронов и диодов); из максимального напряжения (5,8 В) вычитается падение напряжения на стабилитронах и диодах при токе 250 мкА. К примеру, если установить последовательно стабилитрон с номинальным напряжением стабилизации 3,3 В и два диода с падением напряжения 0,7 В на токе 250 мкА, то порог срабатывания защиты будет равен  $5,8 - 3,3 - 2 \times 0,7 = 1,1$  В.

В случае если защита от перегрузки по току управляемого транзистора не требуется, то вывод MC следует закоротить на исток (эмиттер) соответствующего канала

**С<sub>мс</sub>** – вывод подключения времязадающей емкости задержки выключения управляемого транзистора при перегрузки по току. Задержка на срабатывание защиты необходима для избегания ложных срабатываний по кратковременным индуктивным выбросам. При этом длительность данной задержки будет равна длительности «импульса перезапуска» в случае возникновения аварии. Для увеличения задержки срабатывания защиты, рекомендуется устанавливать конденсаторы с номиналами указанными на рисунке 10. Изначально установлен конденсатор ёмкостью 100 пФ, что соответствует длительности задержки 8 мкс (тип.).

**OUToff, OUTon** – выходы, предназначенные для подключения затвора управляемого транзистора. Затворные резисторы (R<sub>on</sub>, R<sub>off</sub>) необходимы для уменьшения максимального импульсного тока. Не рекомендуется устанавливать резисторы с номиналами менее 1 Ом. Допускается установка резисторов разных номиналов, к примеру, для увеличения длительности выключения управляемого транзистора с целью уменьшения амплитуды напряжения индуктивных выбросов.

### Джамперы

JP1 – перемычка, подключающая защиту по напряжению насыщения управляемого транзистора. При установленной перемычке порог срабатывания защиты по напряжению насыщения транзистора  $U_{MC}^{Th} = 5,8$  В. При неустановленных перемычках порог срабатывания защиты равен 1 В.

Примечание – При необходимости замены перемычки JP1 применять метод ручной пайки электропаяльником с температурой паяльного стержня  $(245 \pm 15) ^\circ\text{C}$  с использованием припоя ПОС-61 и канифольного флюса. В случае применения трубчатого припоя и паяльной пасты дополнительное флюсование может не производиться.

J1 – джампер объединяет «минус» питания и общий управления драйвером;

J2 – джампер объединяет резисторы  $R_{on}$  и  $R_{off}$  для подключения к затвору.

## 7 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

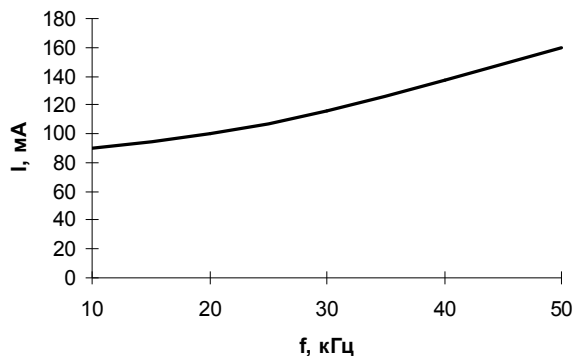


Рисунок 4 – График зависимости тока потребления драйвера от частоты сигнала управления без нагрузки

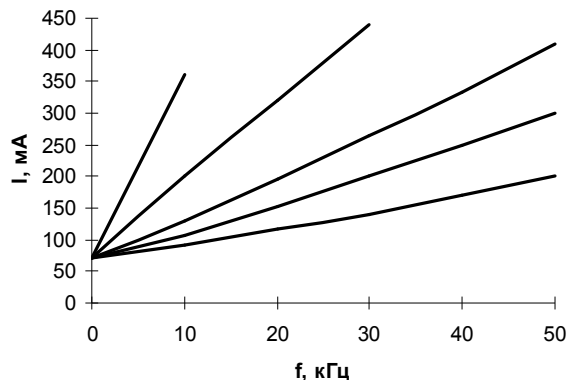


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ и 250 нФ

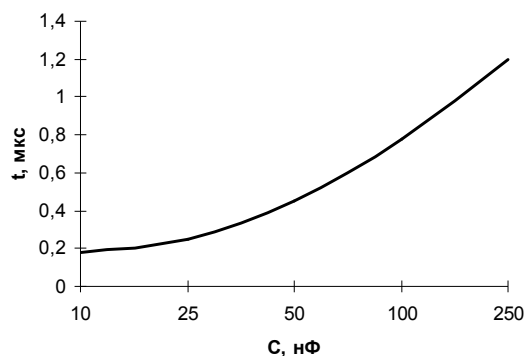


Рисунок 6 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

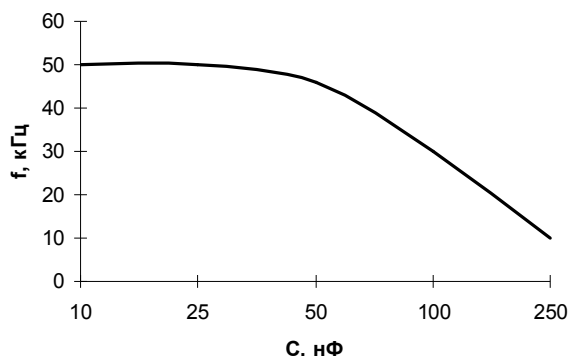


Рисунок 7 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

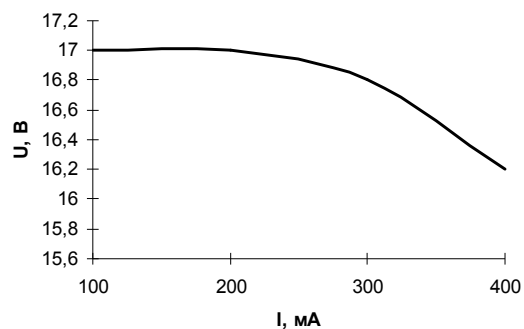


Рисунок 8 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

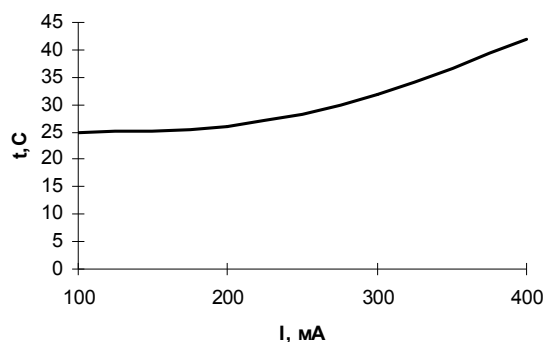


Рисунок 9 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

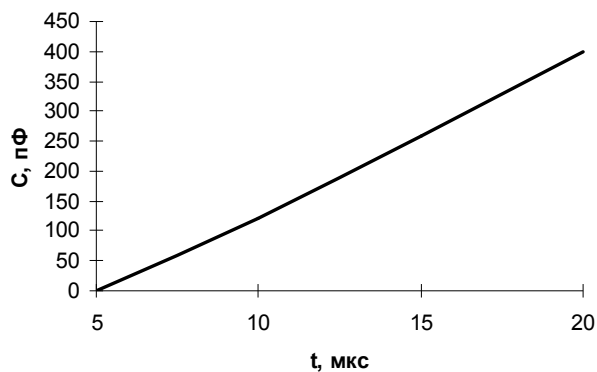


Рисунок 10 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от подстроечной ёмкости

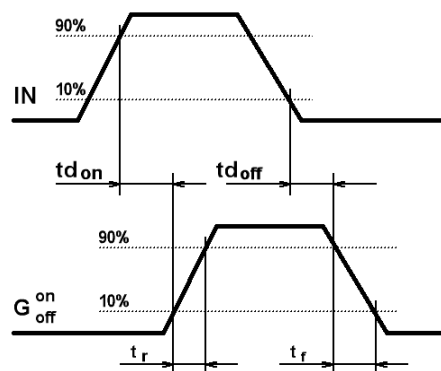


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера  
где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

## 8 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Драгметаллов не содержится

## 9 РЕКОМЕНДАЦИИ К ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 9.1 Требования к устойчивости при механических воздействиях

Механические воздействия для драйверов - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Требования по устойчивости драйверов к механическим воздействующим факторам

| Внешний воздействующий фактор                                                                                                                | Значение внешнего воздействующего фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Синусоидальная вибрация:<br>- диапазон частот, Гц;<br>- амплитуда ускорения, $\text{м/с}^2$ (g)                                              | 0,5 - 100<br>150 (15)                     |
| Механический удар одиночного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, $\text{м/с}^2$ (g);<br>- длительность импульса ударного ускорения, мс | 40 (4)<br>50                              |

Группа устойчивости драйверов к механическим воздействиям - М27 по ГОСТ 17516.1.

В технически обоснованных случаях, по требованию конкретных заказчиков, драйверы могут изготавливаться и для других условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1.

### 9.2 Требования к устойчивости при климатических воздействиях.

Климатические воздействия - по ГОСТ 20859.1, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к управляемым ими силовым транзисторам.

Таблица 4 - Требования по устойчивости к климатическим воздействующим факторам

| Климатический фактор                                                             | Значение климатического фактора |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Пониженная температура среды:                                                    |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | минус 45                        |
| - предельная, °С                                                                 | минус 60                        |
| Повышенная температура окружающей среды:                                         |                                 |
| - рабочая, °С;                                                                   | +85                             |
| - предельная, °С                                                                 | +100                            |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98                              |
| Изменение температуры среды, °С                                                  | от минус 60 до +100             |
| Атмосферное пониженное давление, Па (мм рт.ст.)                                  | 86000 (650)                     |
| Атмосферное повышенное давление, Па (мм.рт.ст.)                                  | 106000 (800)                    |

## 10 ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы драйверов за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок службы драйверов, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при  $\gamma = 90\%$ .

Гамма-процентный срок сохраняемости драйверов, при  $\gamma = 90\%$  и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

## 11 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

### По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

**Архангельск** (8182)63-90-72

**Астана** +7(7172)727-132

**Белгород** (4722)40-23-64

**Брянск** (4832)59-03-52

**Владивосток** (423)249-28-31

**Волгоград** (844)278-03-48

**Вологда** (8172)26-41-59

**Воронеж** (473)204-51-73

**Екатеринбург** (343)384-55-89

**Иваново** (4932)77-34-06

**Ижевск** (3412)26-03-58

**Казань** (843)206-01-48

**Калининград** (4012)72-03-81

**Калуга** (4842)92-23-67

**Кемерово** (3842)65-04-62

**Киров** (8332)68-02-04

**Краснодар** (861)203-40-90

**Красноярск** (391)204-63-61

**Курск** (4712)77-13-04

**Липецк** (4742)52-20-81

**Магнитогорск** (3519)55-03-13

**Москва** (495)268-04-70

**Мурманск** (8152)59-64-93

**Набережные Челны** (8552)20-53-41

**Нижний Новгород** (831)429-08-12

**Новокузнецк** (3843)20-46-81

**Новосибирск** (383)227-86-73

**Орел** (4862)44-53-42

**Оренбург** (3532)37-68-04

**Пенза** (8412)22-31-16

**Пермь** (342)205-81-47

**Ростов-на-Дону** (863)308-18-15

**Рязань** (4912)46-61-64

**Самара** (846)206-03-16

**Санкт-Петербург** (812)309-46-40

**Саратов** (845)249-38-78

**Смоленск** (4812)29-41-54

**Сочи** (862)225-72-31

**Ставрополь** (8652)20-65-13

**Тверь** (4822)63-31-35

**Томск** (3822)98-41-53

**Тула** (4872)74-02-29

**Тюмень** (3452)66-21-18

**Ульяновск** (8422)24-23-59

**Уфа** (347)229-48-12

**Челябинск** (351)202-03-61

**Череповец** (8202)49-02-64

**Ярославль** (4852)69-52-93