

ЭЛЕКТРУМ АВ

Паспорт

Драйверы транзисторов

Драйверы

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск +7 (8182) 45-71-35
Астрахань +7 (8512) 99-46-80
Барнаул +7 (3852) 37-96-76
Белгород +7 (4722) 20-58-80
Брянск +7 (4832) 32-17-25
Владивосток +7 (4232) 49-26-85
Волгоград +7 (8442) 45-94-42
Екатеринбург +7 (343) 302-14-75
Ижевск +7 (3412) 20-90-75
Казань +7 (843) 207-19-05
Калуга +7 (4842) 33-35-03

Кемерово +7 (3842) 21-56-70
Киров +7 (8332) 20-58-70
Краснодар +7 (861) 238-86-59
Красноярск +7 (391) 989-82-67
Курск +7 (4712) 23-80-45
Липецк +7 (4742) 20-01-75
Магнитогорск +7 (3519) 51-02-81
Москва +7 (499) 404-24-72
Мурманск +7 (8152) 65-52-70
Наб.Челны +7 (8552) 91-01-32
Ниж.Новгород +7 (831) 200-34-65

Новосибирск +7 (383) 235-95-48
Омск +7 (381) 299-16-70
Орел +7 (4862) 22-23-86
Оренбург +7 (3532) 48-64-35
Пенза +7 (8412) 23-52-98
Пермь +7 (342) 233-81-65
Ростов-на-Дону +7 (863) 309-14-65
Рязань +7 (4912) 77-61-95
Самара +7 (846) 219-28-25
Санкт-Петербург +7 (812) 660-57-09
Саратов +7 (845) 239-86-35

Сочи +7 (862) 279-22-65
Ставрополь +7 (8652) 57-76-63
Сургут +7 (3462) 77-96-35
Тверь +7 (4822) 39-50-56
Томск +7 (3822) 48-95-05
Тула +7 (4872) 44-05-30
Тюмень +7 (3452) 56-94-75
Ульяновск +7 (8422) 42-51-95
Уфа +7 (347) 258-82-65
Хабаровск +7 (421) 292-95-69
Челябинск +7 (351) 277-89-65
Ярославль +7 (4852) 67-02-35

сайт: electrum.pro-solution.ru | эл. почта: emt@pro-solution.ru
телефон: 8 800 511 88 70

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.

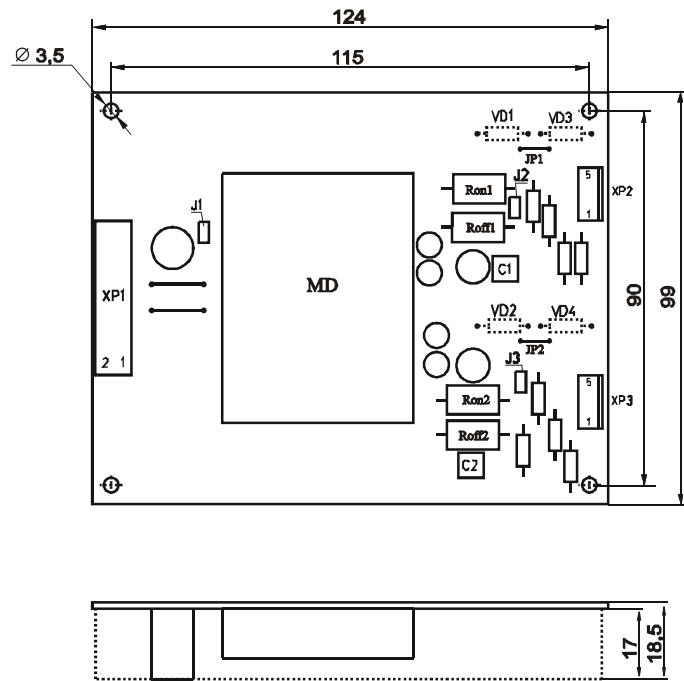


Рисунок 1 – Габаритный чертёж драйвера

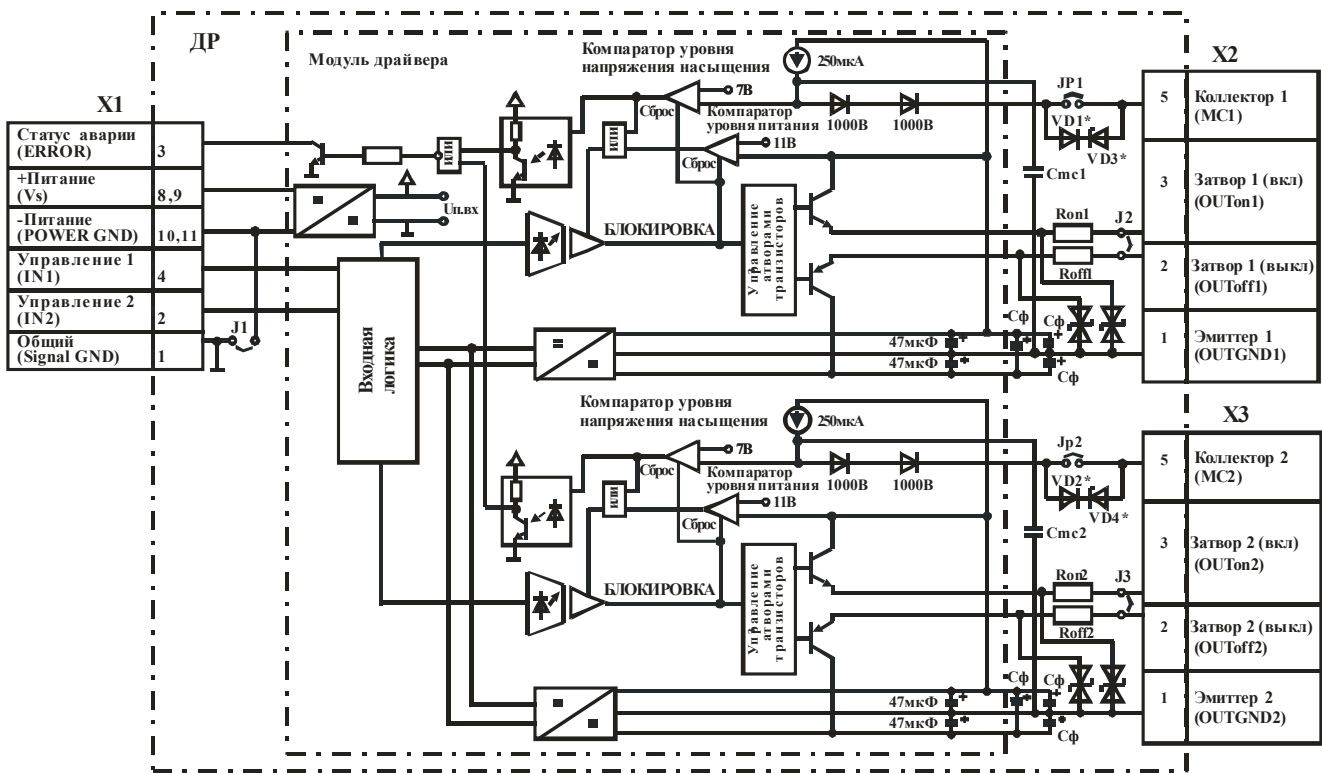


Рисунок 2– Функциональная схема и схема включения драйвера

Примечание:

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

- 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 менее	тип	не более	
Параметры блока DC/DC						
Номинальное напряжение питания	U _S	В	13,5	15	16,5	
Максимальный ток потребления	I _S	мА			200	f = 0 Гц, см. рисунки 4 и 5
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	P _{DC-DC}	Вт	4			для каждого канала
Параметры монитора напряжения						
Порог выключения	U _{UVLO+}	В		11		выход DC-DC
Порог включения	U _{UVLO-}	В		12		выход DC-DC
Параметры входов управления						
Входное напряжение высокого уровня	U _{IH}	В	3	5	5,6	2ДР180 П-Б
			9	15	16,8	2ДР180 П-Б1
Входное напряжение низкого уровня	U _{IL}	В	-0,6	0	0,8	2ДР180 П-Б
			-0,6	0	2,4	2ДР180 П-Б1
Входное сопротивление	R _{IN}	кОм		2,0		2ДР180 П-Б
				5,9		2ДР180 П-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 _{max}	кГц			50	без нагрузки; см. раздел 6 и рисунок 4

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 10
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 7
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 6, 7 и 11
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
Параметры изоляции						
Максимально допустимое 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 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 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	

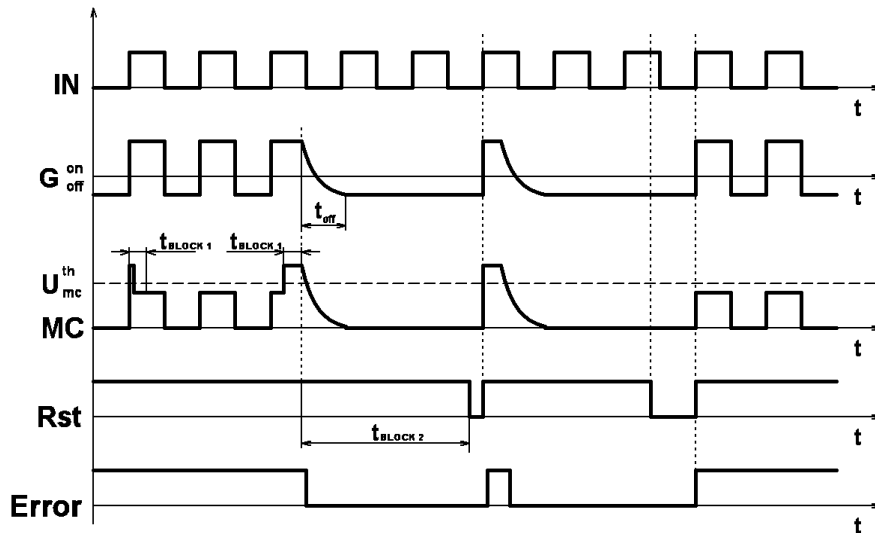
5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

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 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 сигнала 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 « 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. 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 «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 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 закортить на исток (эмиттер) соответствующего канала.

Конденсаторы C_{mc1} , C_{mc2} – 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 (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.

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 неустановленных перемычках порог срабатывания защиты равен 1 В.

Примечание – При необходимости замены перемычек JP1, JP2 применять метод ручной пайки электропаяльником с температурой паяльного стержня (245 ± 15) °С 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

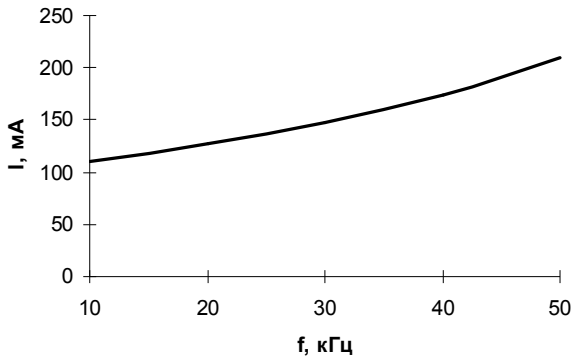


Рисунок 4 – График зависимости тока потребления драйвера от частоты сигнала управления без нагрузки

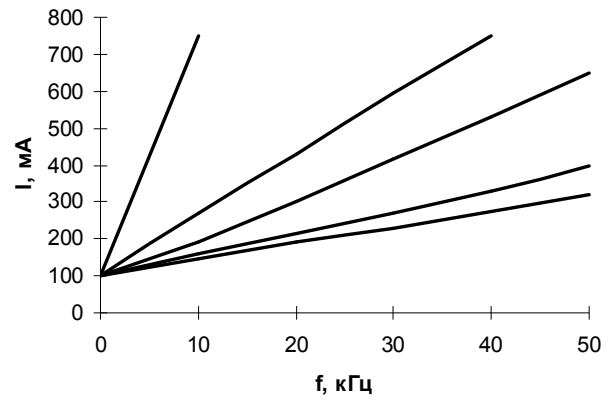


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ и 250 нФ

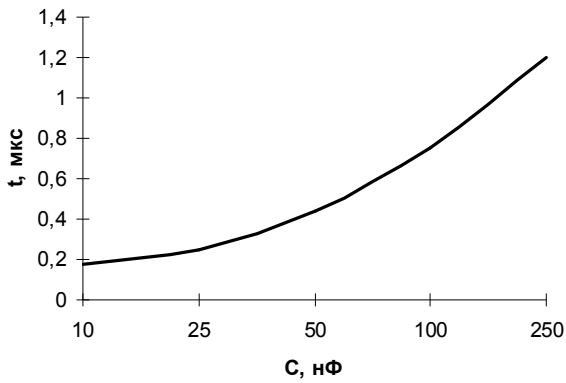


Рисунок 6 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

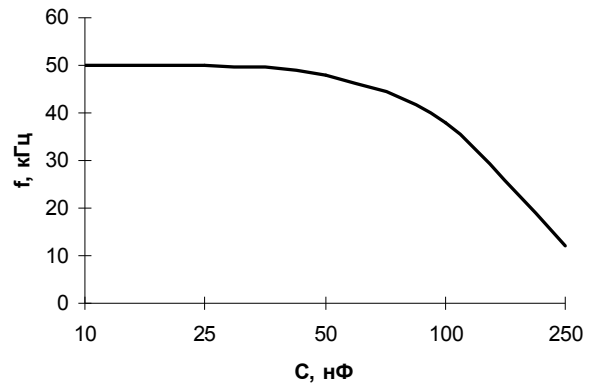


Рисунок 7 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

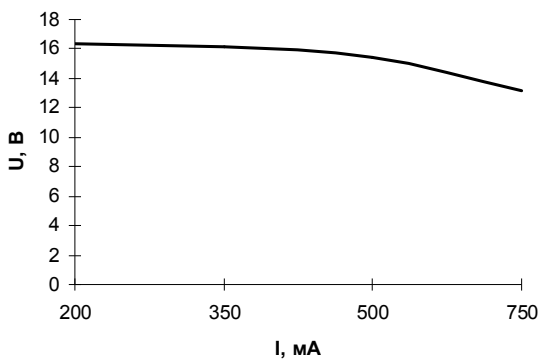


Рисунок 8 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

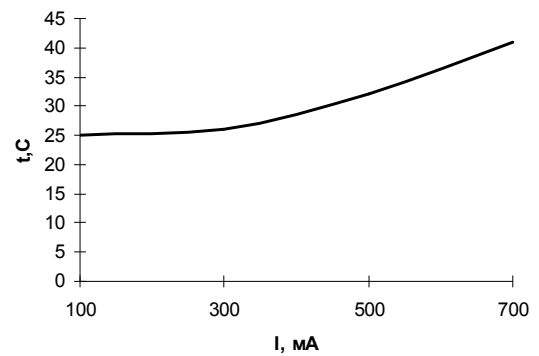


Рисунок 9 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

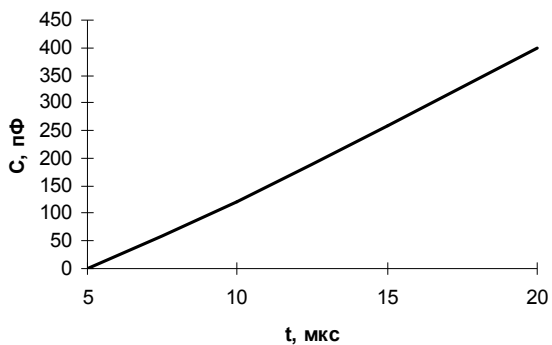


Рисунок 10 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от подстроечной ёмкости

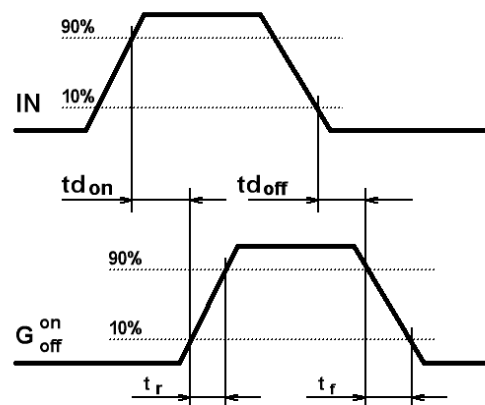


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

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: - диапазон частот, Гц; - амплитуда ускорения, m/c^2 (g)	0,5 - 100 150 (15)
Механический удар одиночного действия: - пиковое ударное ускорение, m/c^2 (g); - длительность импульса ударного ускорения, мс	40 (4) 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: - рабочая, °С; - предельная, °С	минус 45 минус 60
Повышенная температура окружающей среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+85 +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 (Ron, Roff).
- 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.

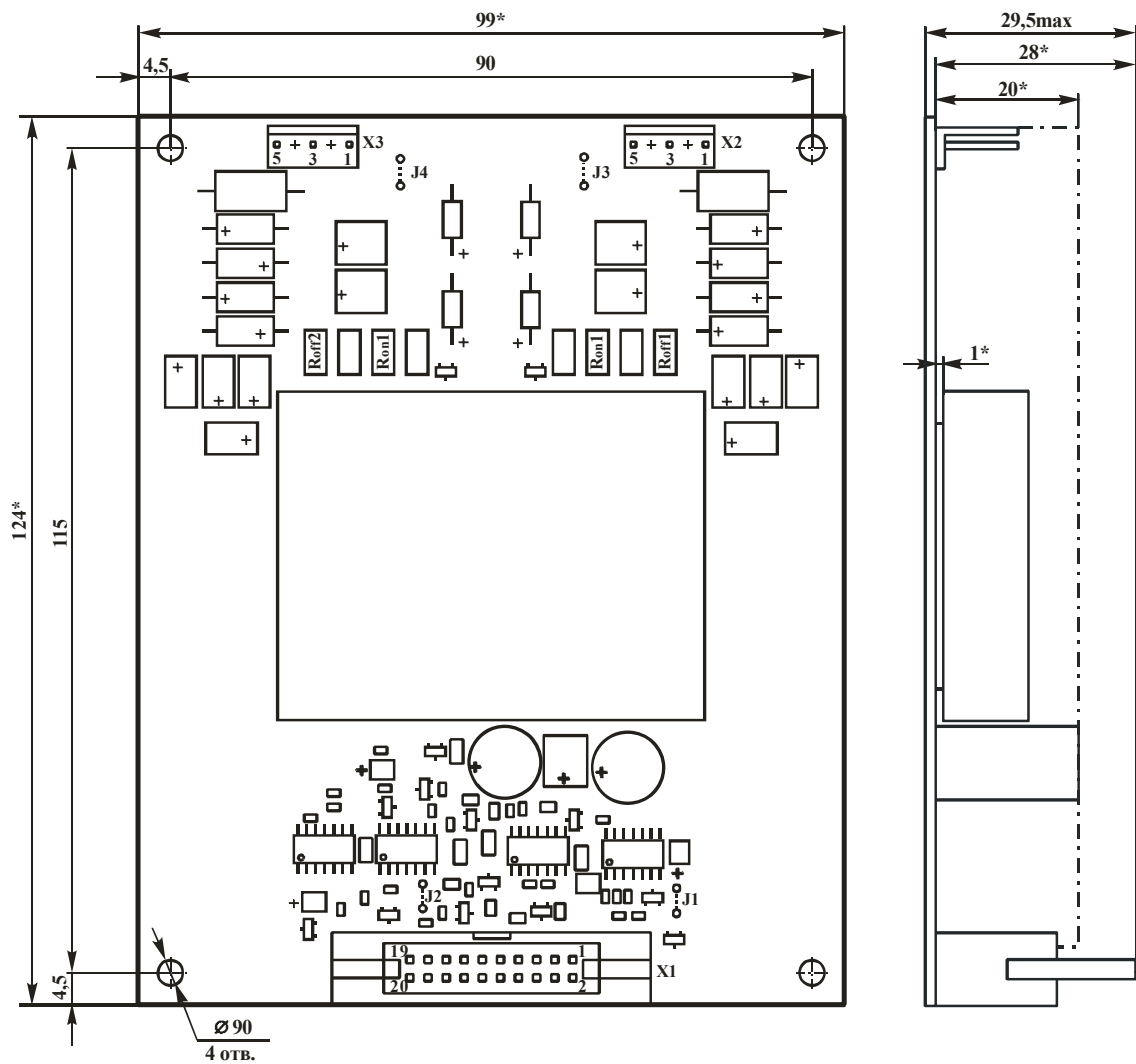


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

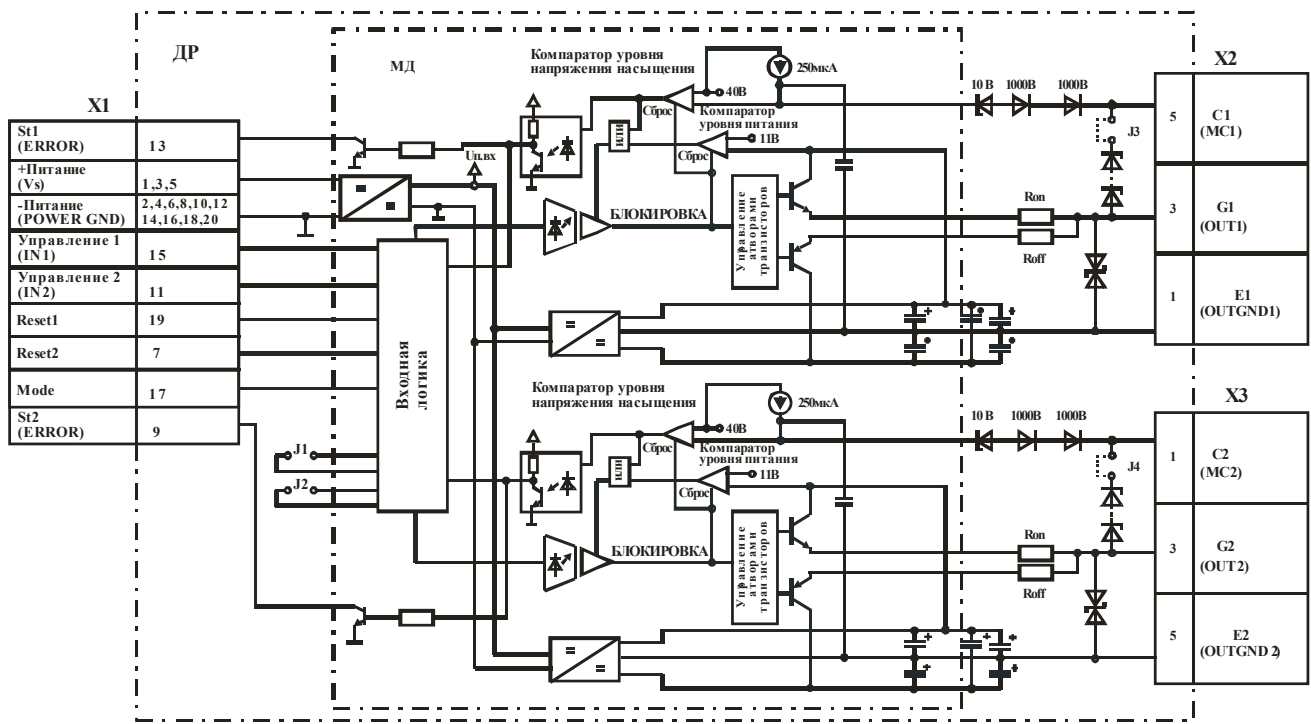


Рисунок 2– Функциональная схема и схема включения драйвера

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 питания	U_S	В	13,5	15	16,5	
Максимальный ток потребления	I_S	мА			200	f = 0 Гц, см. рисунки 5 и 6
Мощность встроенного источника питания выходной части	P_{DC-DC}	Вт	4			для каждого канала
Параметры монитора напряжения						
Порог выключения	U_{UVLO+}	В		11		выход DC-DC
Порог включения	U_{UVLO-}	В		12		выход DC-DC
Параметры входов управления						
Входное напряжение высокого уровня	U_{IH}	В	3	5	5,6	ДРБ280П-Б
			9	15	16,8	ДРБ280П-Б1
Входное напряжение низкого уровня	U_{IL}	В	-0,6	0	0,8	ДРБ280П-Б
			-0,6	0	2,4	ДРБ280П-Б1
Входное сопротивление	R_{IN}	кОм		2,0		ДРБ280П-Б
				5,9		ДРБ280П-Б1
Временные параметры						
Время задержки включения сигнала между входом и выходом	$t_{d\ on\ (in-out)}$	мкс			0,75	см. рисунок 11
Время задержки выключения сигнала между входом и выходом	$t_{d\ off\ (in-out)}$	мкс			0,5	см. рисунок 11
Максимальная рабочая частота	f_{max}	кГц			200	без нагрузки; см. раздел 6 и рисунки 6, 8
Время блокировки контроля падения напряжения на управляемом транзисторе в открытом состоянии	t_{BLOCK1}	мкс		1,5		

Продолжение таблицы 2

Параметр	Обозначение	Ед. изм.	Значение			Примечания
			не менее	тип	не более	
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	
«Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов	t_{TD}	мкс	0,2	0,25	0,3	
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 всем диапазоне допустимых нагрузок
Максимальный выходной импульсный ток	I_{Omax}	А	-8		+8	настраивается потребителем; см. раздел 6
Максимальный выходной средний ток	I_O	мА			160	для каждого канала
Время нарастания выходного сигнала	t_r	нс			150	без нагрузки, см. раздел 6 и рисунки 7, 11
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_{OERR}	В	0	0,3	0,7	при $I_{ERR} = 20$ мА
Пороговое напряжение на измерительном входе МС, вызывающее аварийное отключение	U_{MC}^{Th}	В		10		без дополнительных элементов
Напряжение активной защиты	U_{ac}	В			800	ДРБ280 П-Б(Б1)-12
					1200	ДРБ280 П-Б(Б1)-17
Параметры изоляции						
Максимально допустимое 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 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 эксплуатации и хранения						
Рабочий диапазон температур	T_A	°С	-45		+85	
Температура хранения	T_S	°С	-60		+100	
Параметры управляемого транзистора						
Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора	$U_{CE} (U_{DS})$	В			1700	

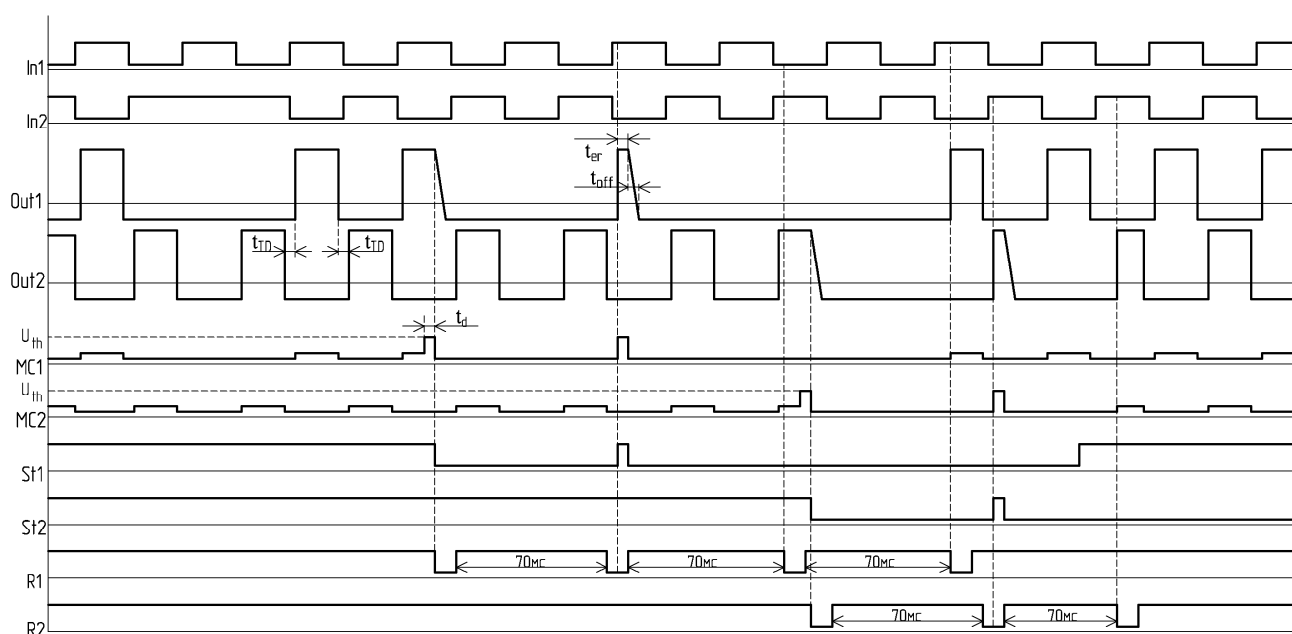
5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

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». 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

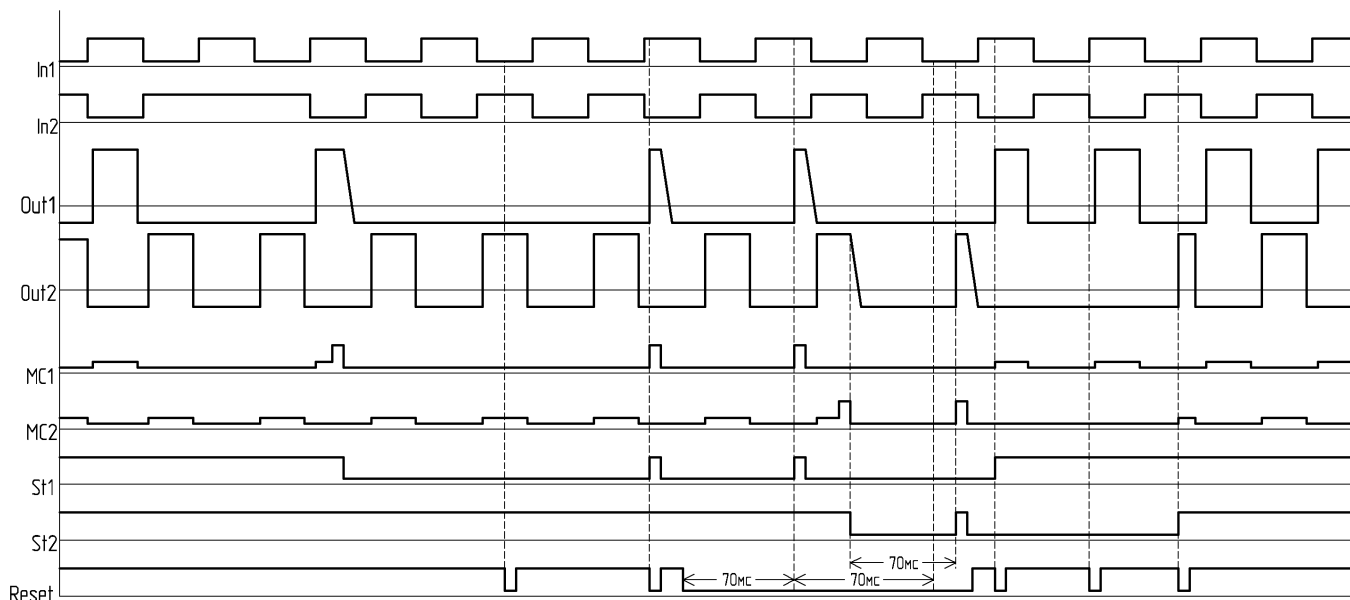


Рисунок 4 – График работы драйвера с использованием вывода «Reset»

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_S – 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 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. 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 (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.

Переключки

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

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

7 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

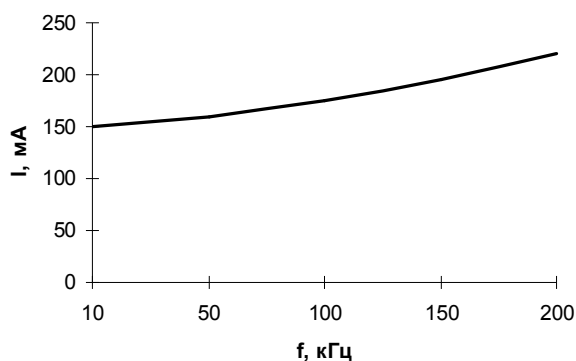


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления драйвера от частоты сигнала управления без нагрузки

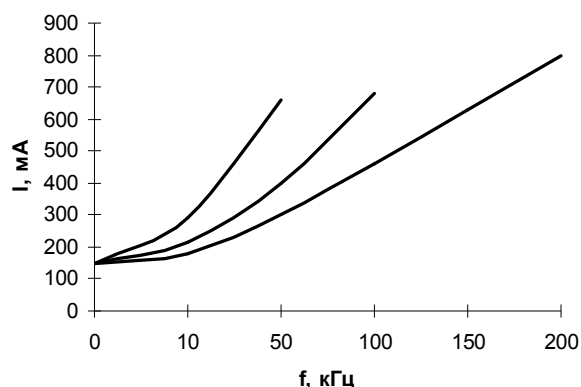


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ и 50 нФ

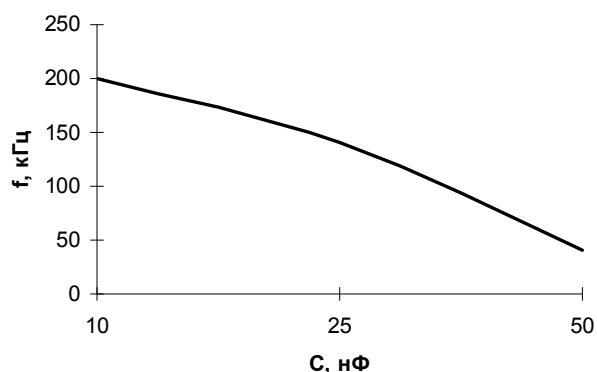
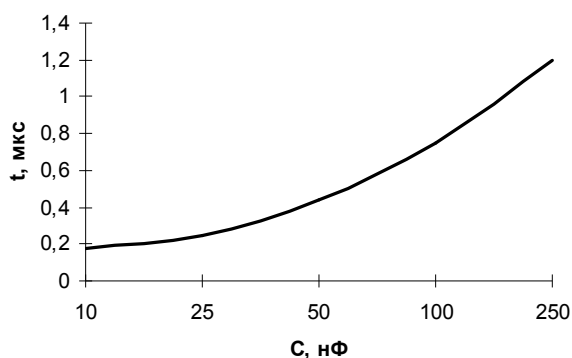


Рисунок 7 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

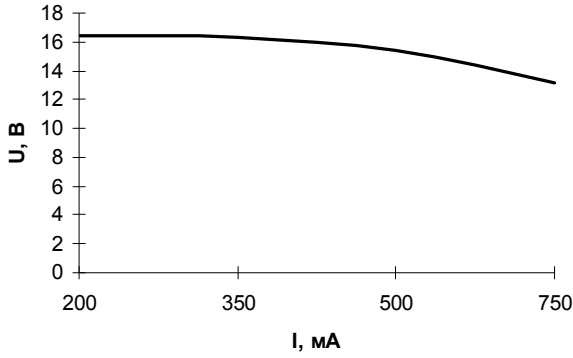


Рисунок 8 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

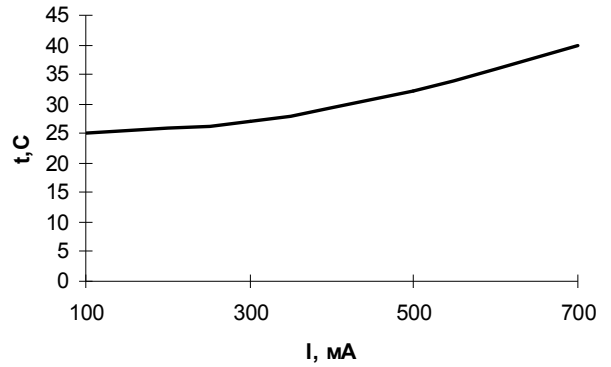


Рисунок 9 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

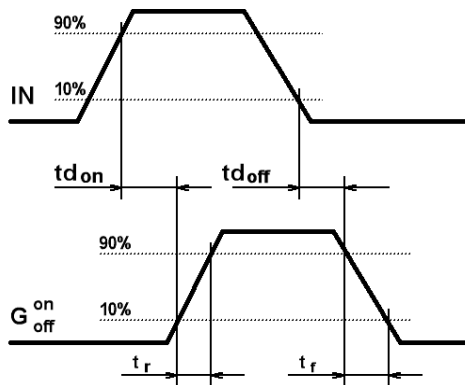


Рисунок 10 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

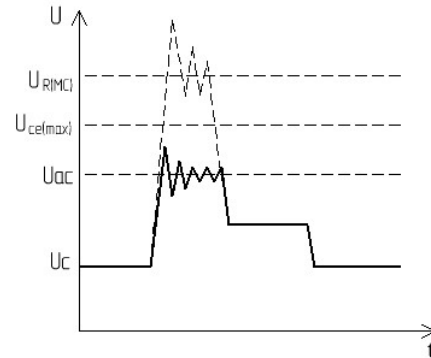


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера

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

Рисунок 12 – График работы драйвера при срабатывании активной защиты

где 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 «МС», $U_{ce(max)}$ – 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; - амплитуда ускорения, m/s^2 (g)	0,5 - 100 150 (15)
Механический удар одиночного действия:	

- пиковое ударное ускорение, 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:	
- 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.

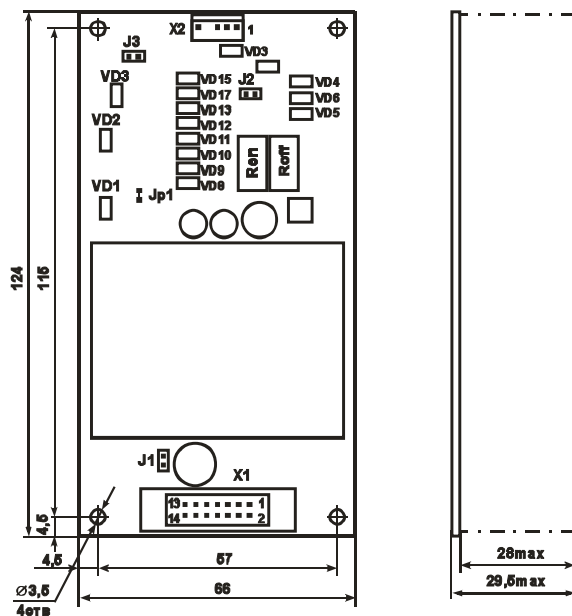


Рисунок 1 – Габаритный чертёж

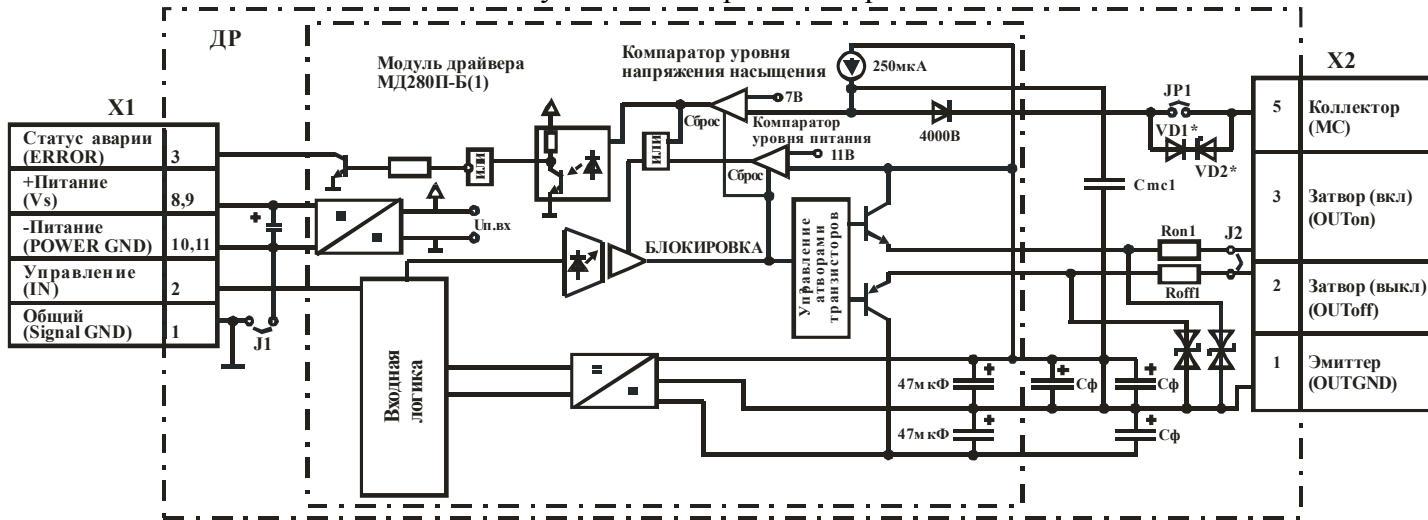


Рисунок 2– Функциональная схема и схема включения драйвера

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_S	В	13,5	15	16,5	
Максимальный ток потребления	I_S	мА			100	$f = 0$ Гц, см. рисунки 4 и 5
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	P_{DC-DC}	Вт	4			
Параметры монитора напряжения						
Порог выключения	U_{UVLO+}	В		11		выход DC-DC
Порог включения	U_{UVLO-}	В		12		выход DC-DC
Параметры входов управления						
Входное напряжение высокого уровня	U_{IH}	В	3	5	5,6	ДР180П-Б
			9	15	16,8	ДР180П-Б1
Входное напряжение низкого уровня	U_{IL}	В	-0,6	0	0,8	ДР180П-Б
			-0,6	0	2,4	ДР180П-Б1
Входное сопротивление	R_{IN}	кОм		2,0		ДР180П-Б
				5,9		ДР180П-Б1
Временные параметры						
Время задержки включения сигнала между входом и выходом	$t_{d\ on(in-out)}$	мкс			0,5	см. рисунок 11
Время задержки выключения сигнала между входом и выходом	$t_{d\ off(in-out)}$	мкс			0,5	см. рисунок 11
Максимальная рабочая частота	f_{max}	кГц			50	без нагрузки; см. раздел 6 и рисунки 4, 5
Время блокировки контроля падения напряжения на управляемом транзисторе в открытом состоянии	t_{BLOCK1}	мкс	5		20	настраивается потребителем; см. раздел 6 и рисунок 10
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 всем диапазоне допустимых нагрузок
Максимальный выходной импульсный ток	I_{Omax}	А	-8		+8	настраивается потребителем; см. раздел 6
Средний выходной ток	I_O	мА			160	

Продолжение таблицы 2

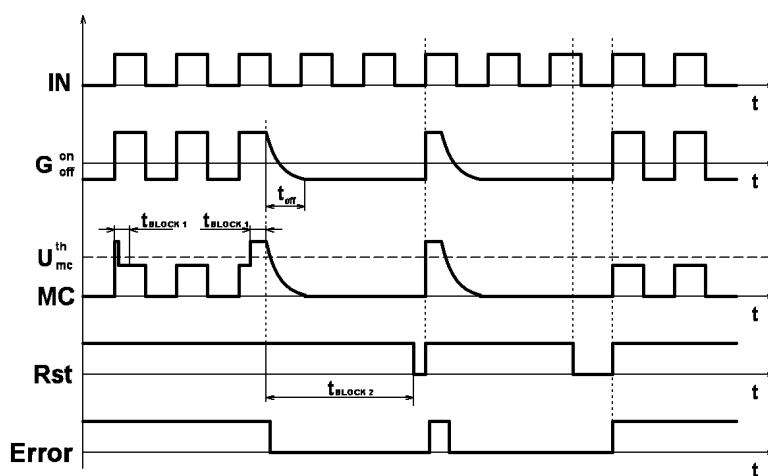
Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение			Примечания
			не менее	тип	не более	
Время нарастания выходного сигнала	t_r	нс			150	без нагрузки, см. раздел 6 и рисунок 6
Время спада выходного сигнала	t_f	нс			150	без нагрузки, см. раздел 6 и рисунок 6
Максимальный ток статусного вывода «Error»	$I_{ERR\ max}$	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	$U_{МС}^{Th}$	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 допустимое 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	°С	-45		+85	
Температура хранения	T_s	°С	-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_S – 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 закортить 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

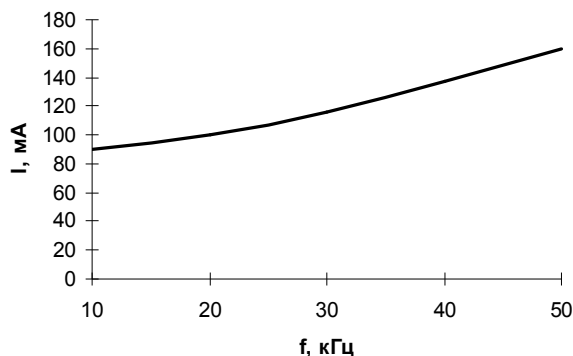


Рисунок 4 – График зависимости тока потребления драйвера от частоты сигнала управления без нагрузки

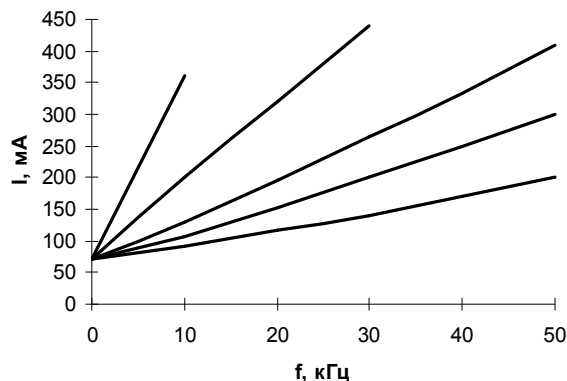


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ и 250 нФ

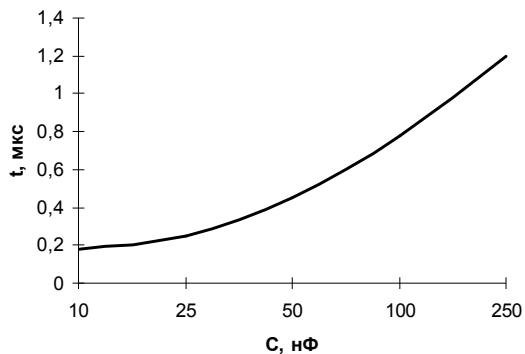


Рисунок 6 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

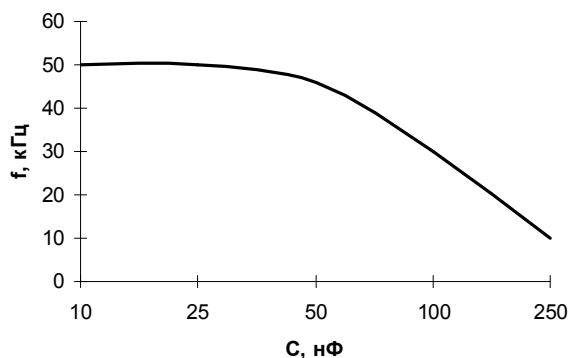


Рисунок 7 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

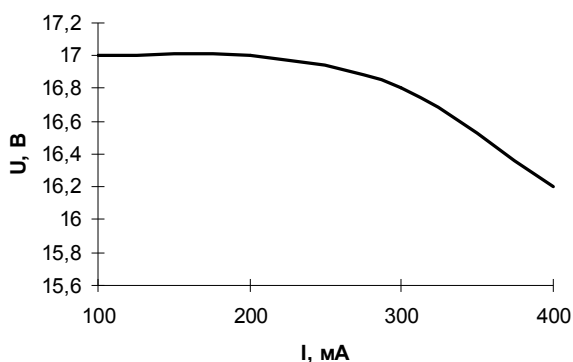


Рисунок 8 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

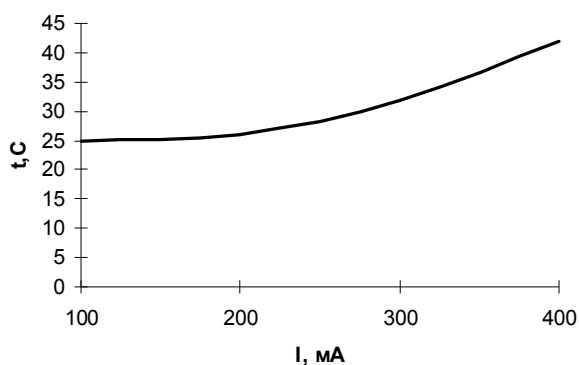


Рисунок 9 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

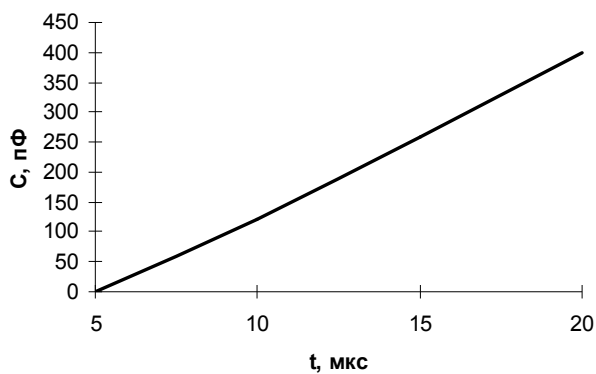


Рисунок 10 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от подстроечной ёмкости

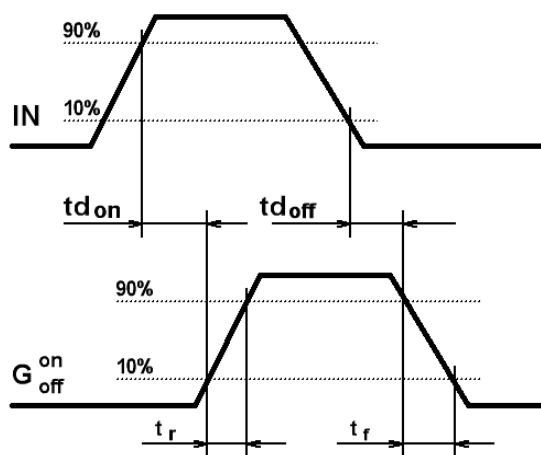
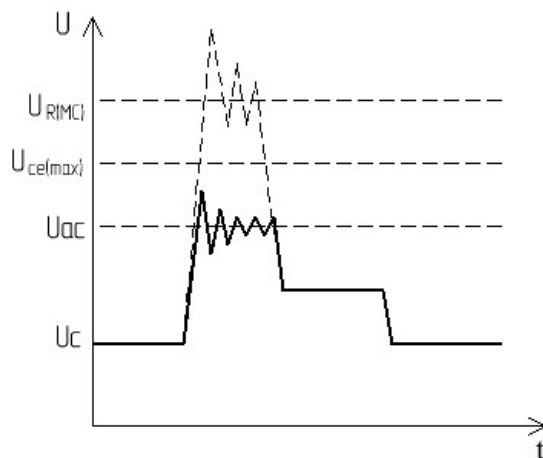


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора



U_{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 «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: - диапазон частот, Гц; - амплитуда ускорения, m/c^2 (g)	0,5 - 100 150 (15)
Механический удар одиночного действия: - пиковое ударное ускорение, m/c^2 (g); - длительность импульса ударного ускорения, мс	40 (4) 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; - предельная, °С	минус 45 минус 60
Повышенная температура окружающей среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+85 +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.

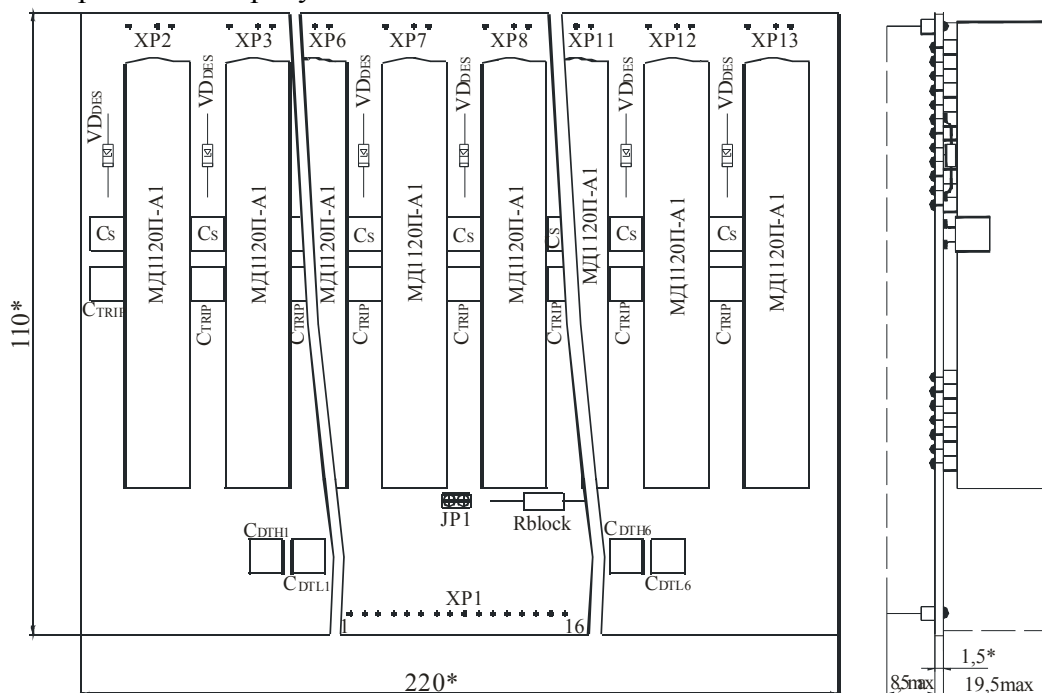


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

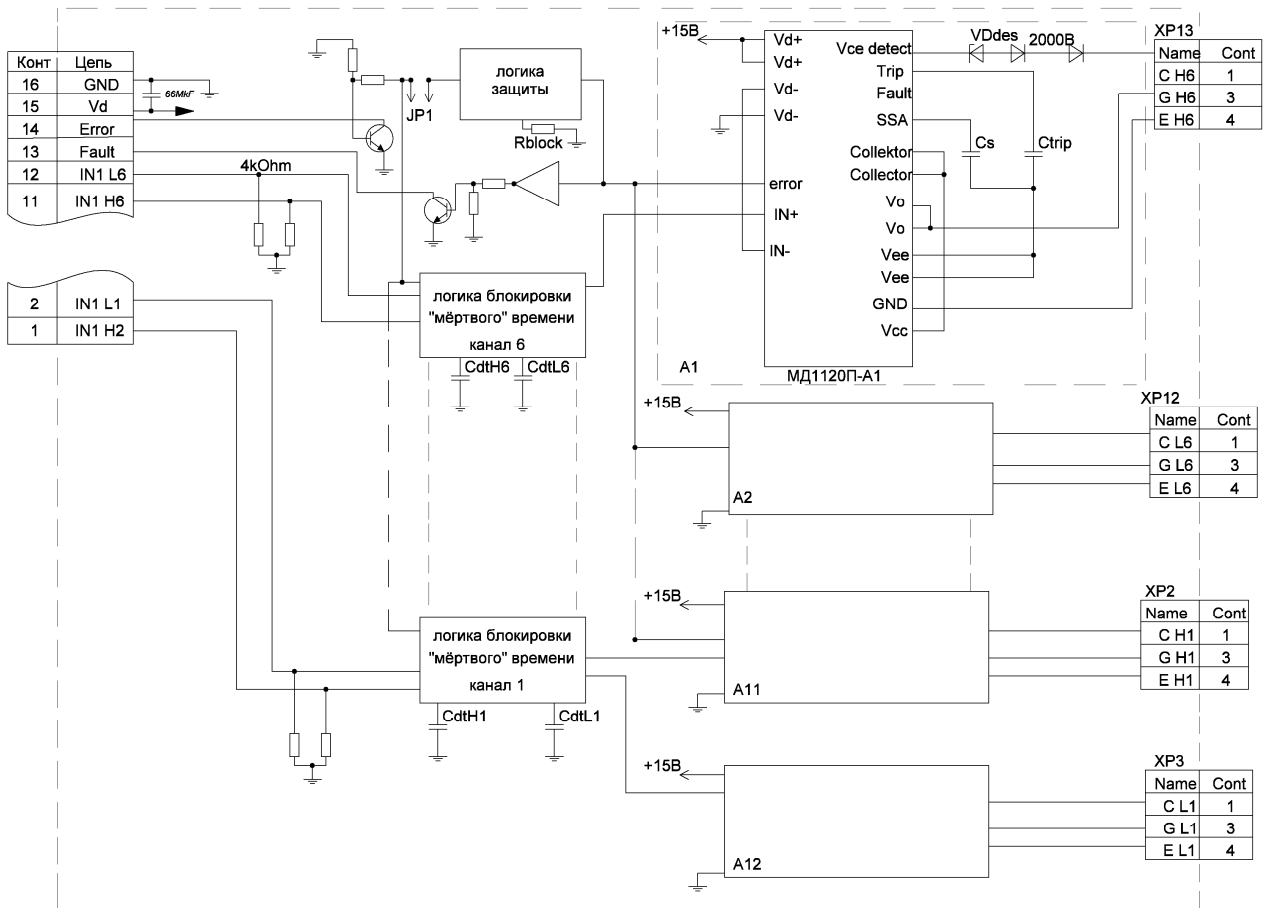


Рисунок 2 – Функциональная схема драйвера

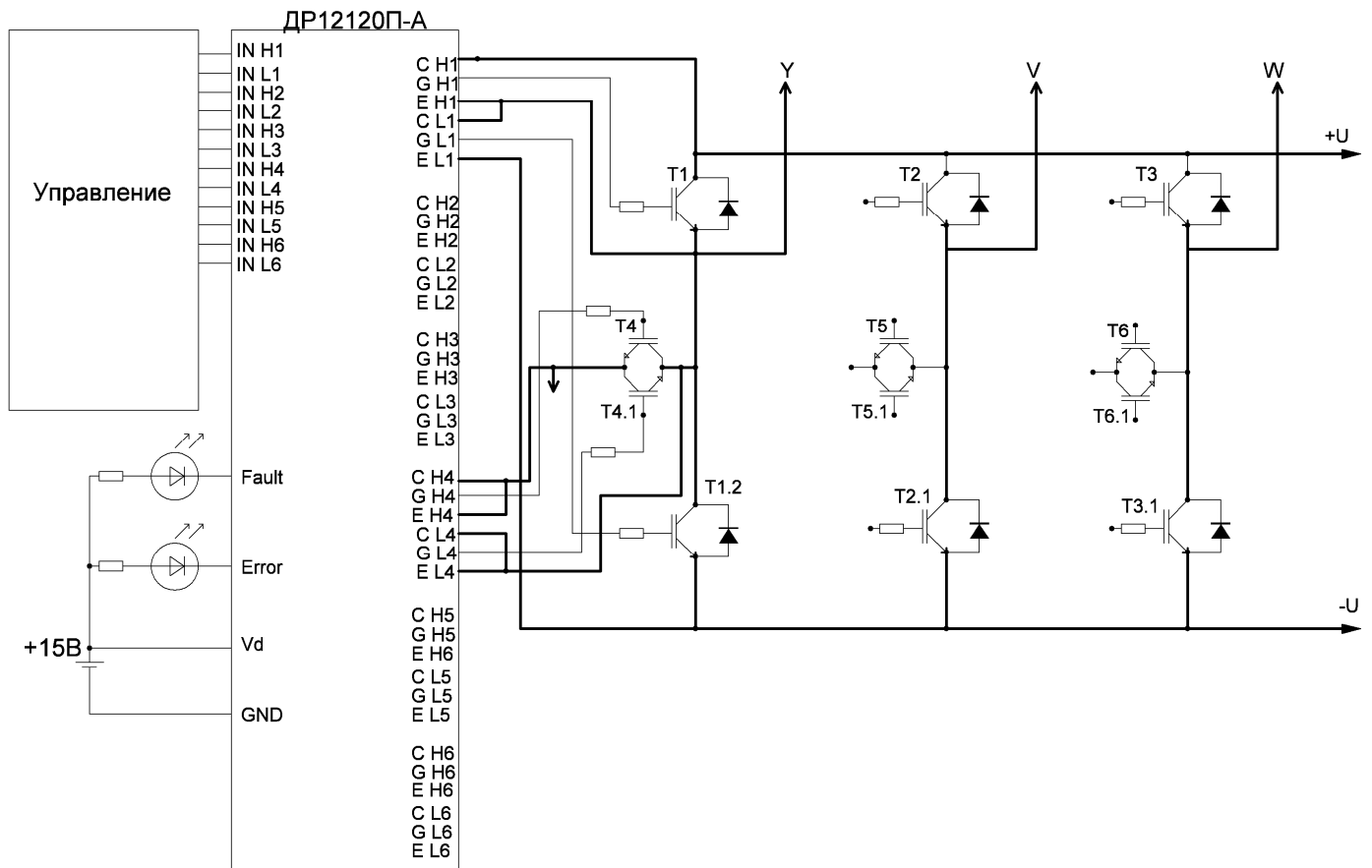


Рисунок 3 – Схема включения драйвера

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 (истока)

Таблица 2 – Назначение подстроечных элементов драйвера

Элемент	Обозначение	Назначение
Конденсатор	Cdt	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	Ёмкости настройки длительности плавного аварийного выключения
Конденсатор	C _{TRIP}	Ёмкости настройки длительности задержки срабатывания защиты
Диод	VD _{DES}	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_S	В	13,5	15	16,5	
Ток потребления без нагрузки	I_S	А		1,2	1,4	$f = 0\text{ Гц}$
Максимальный ток потребления	$I_{S\max}$	А			3,6	см. рисунок 5
Параметры входов управления						
Входное напряжение высокого уровня	U_{IH}	В	3	5	5,6	
Входное напряжение низкого уровня	U_{IL}	В	-0,6	0	0,8	
Входное сопротивление	R_{IN}	кОм		4		
Временные параметры						
Время задержки включения/выключения между входом и выходом	$t_{d\text{ on/off (in-out)}}$	мкс			1	
Максимальная рабочая частота	f_{\max}	кГц			25	см. рисунок 5
Длительность «мёртвого» времени на переключения транзисторов любого полумоста	t_{trip}	мкс	2,0	2,5	3,0	Настраивается потребителем см. рисунок 9
Задержка срабатывания защиты по ненасыщению	t_{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	

Продолжение таблицы 3

Выходные параметры						
Импульсный ток включения	I_{Omax+}	А	12			
Импульсный ток выключения	I_{Omax-}	А			-12	
Положительное выходное напряжение питания	U_{out+}	В	15	16	18	Во всём диапазоне допустимых нагрузок
Отрицательное выходное напряжение питания	U_{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_{Fmax}	мА			10	
Максимальное напряжение на статусном выводе «Fault» и «Error»	U_{Fmax}	В			30	
Остаточное напряжение по выходу сигнала «Fault» и «Error»	U_{OF}	В			1	при $I_F = 10$ мА
Пороговое напряжение на измерительном входе «С», вызывающее аварийное отключение	U_{mc}^{Th}	В	9	9,5	11	Настраивается потребителем
Параметры изоляции						
Напряжение изоляции между входом и выходом	$U_{ISO(IN-OUT)}$	В			4000	DC, 1 мин
Напряжение изоляции между выходами каналов	$U_{ISO(OUT-OUT)}$	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 произведен 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.

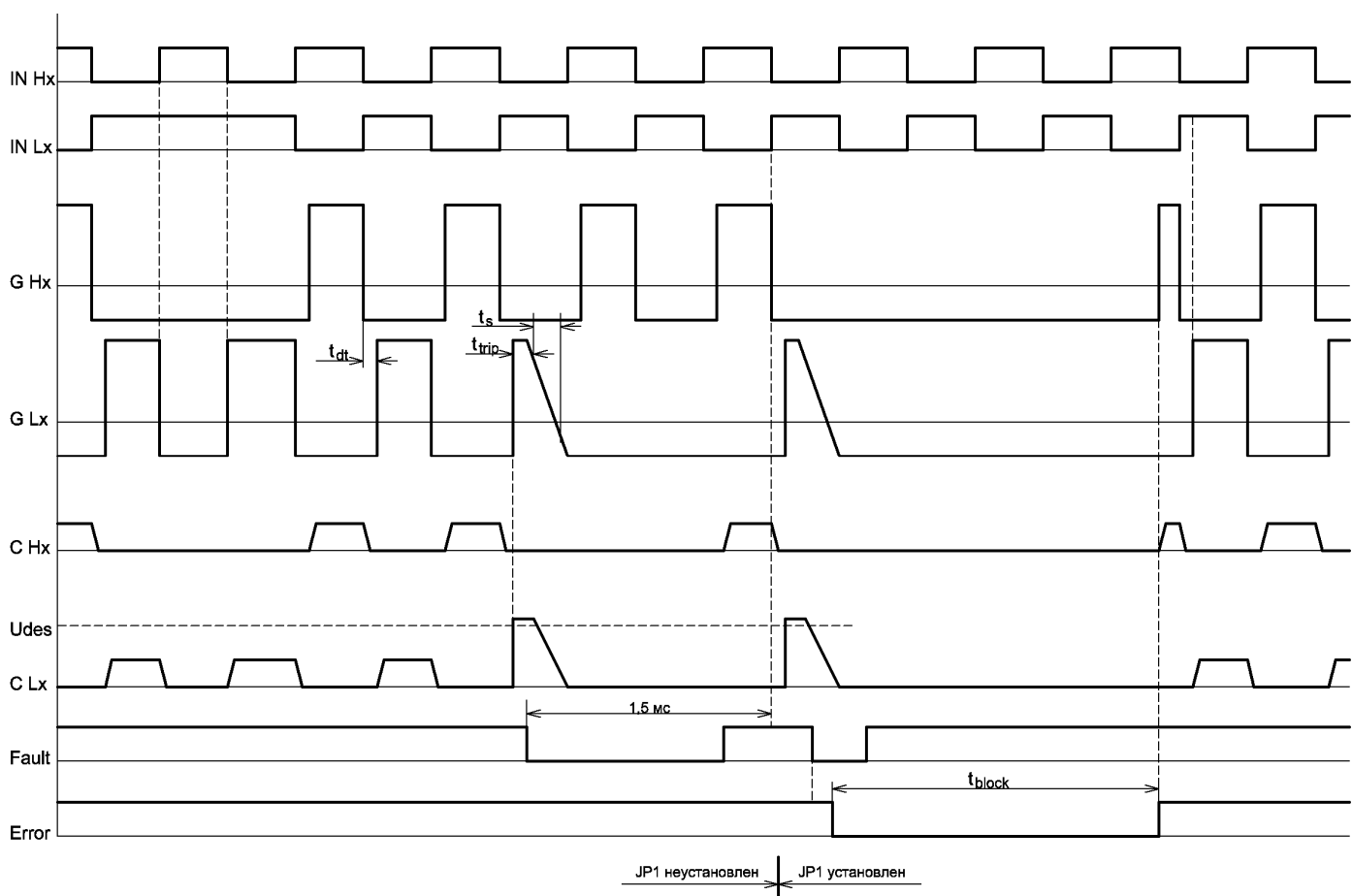


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

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

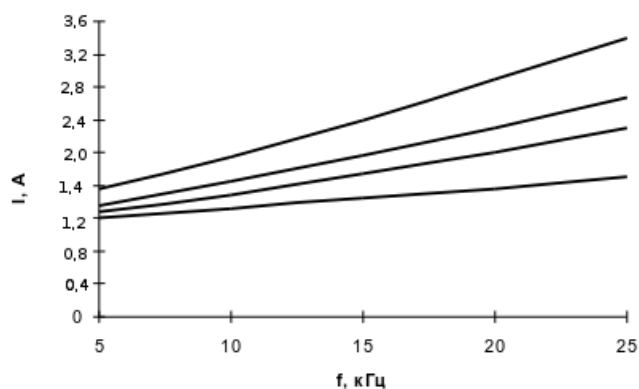


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления драйвером от частоты сигнала управления под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

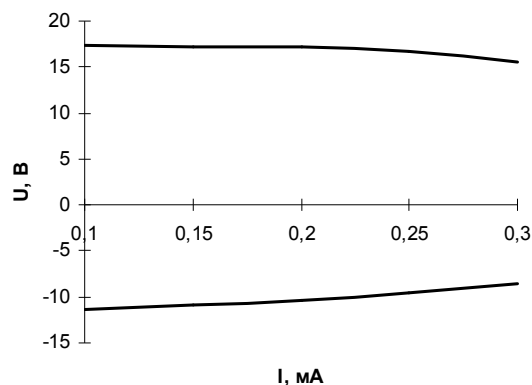


Рисунок 6 – График зависимости амплитуды напряжений на затворе управляемого транзистора от тока потребления драйвером

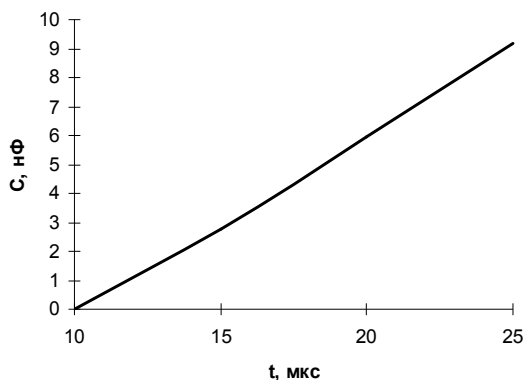


Рисунок 7 – График зависимости длительности плавного аварийного выключения от номинала ёмкости C_s

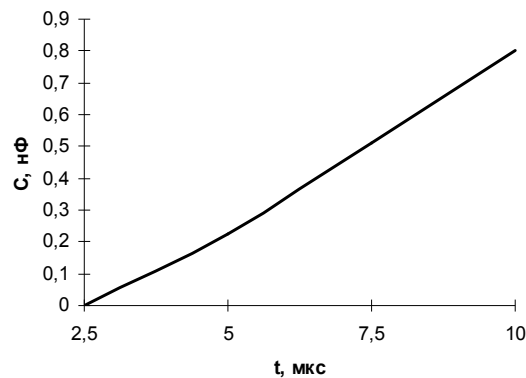


Рисунок 8 – График зависимости длительности задержки срабатывания защиты по ненасыщению от номинала ёмкости C_{strip}

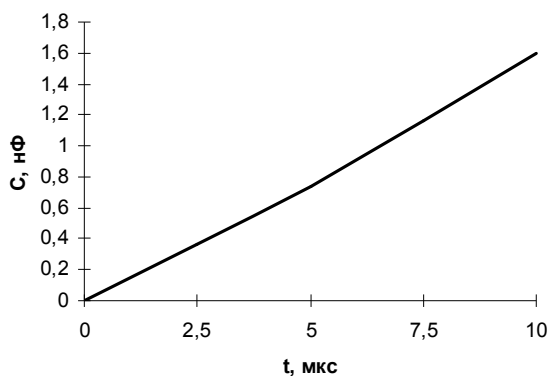


Рисунок 9 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала емкостей Cdt

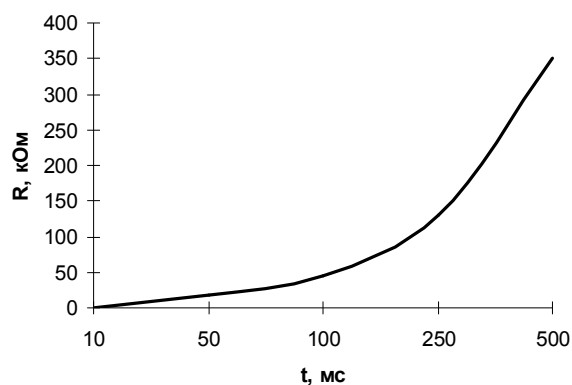


Рисунок 10 – График зависимости длительности блокировки схемы управления после аварии от номинала сопротивления R_{block}

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:	
- диапазон частот, Гц;	0,5 - 100
- амплитуда ускорения, m/c^2 (g)	150 (15)
Механический удар одиночного действия:	
- пиковое ударное ускорение, m/c^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.

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:	
- рабочая, °С;	минус 40
- предельная, °С	минус 45
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 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.

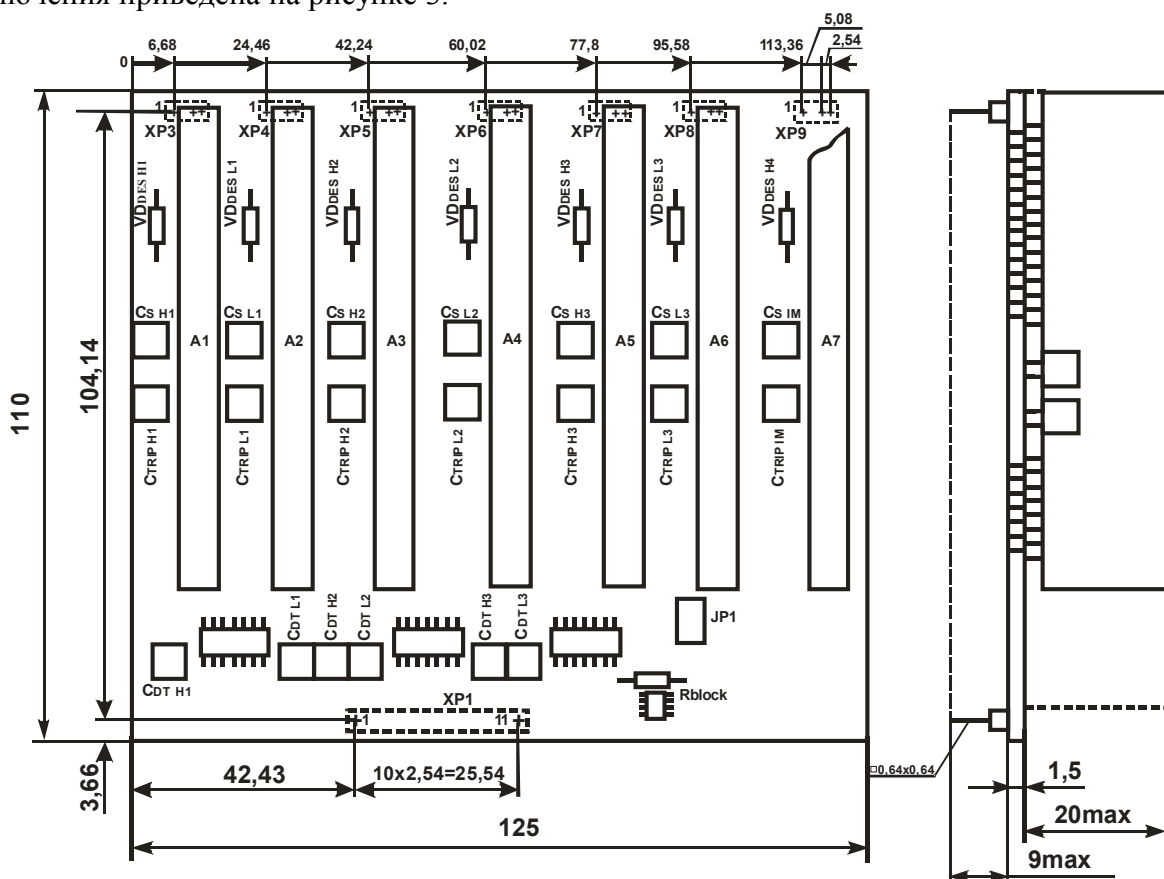


Рисунок 1 – Габаритный чертёж драйвера

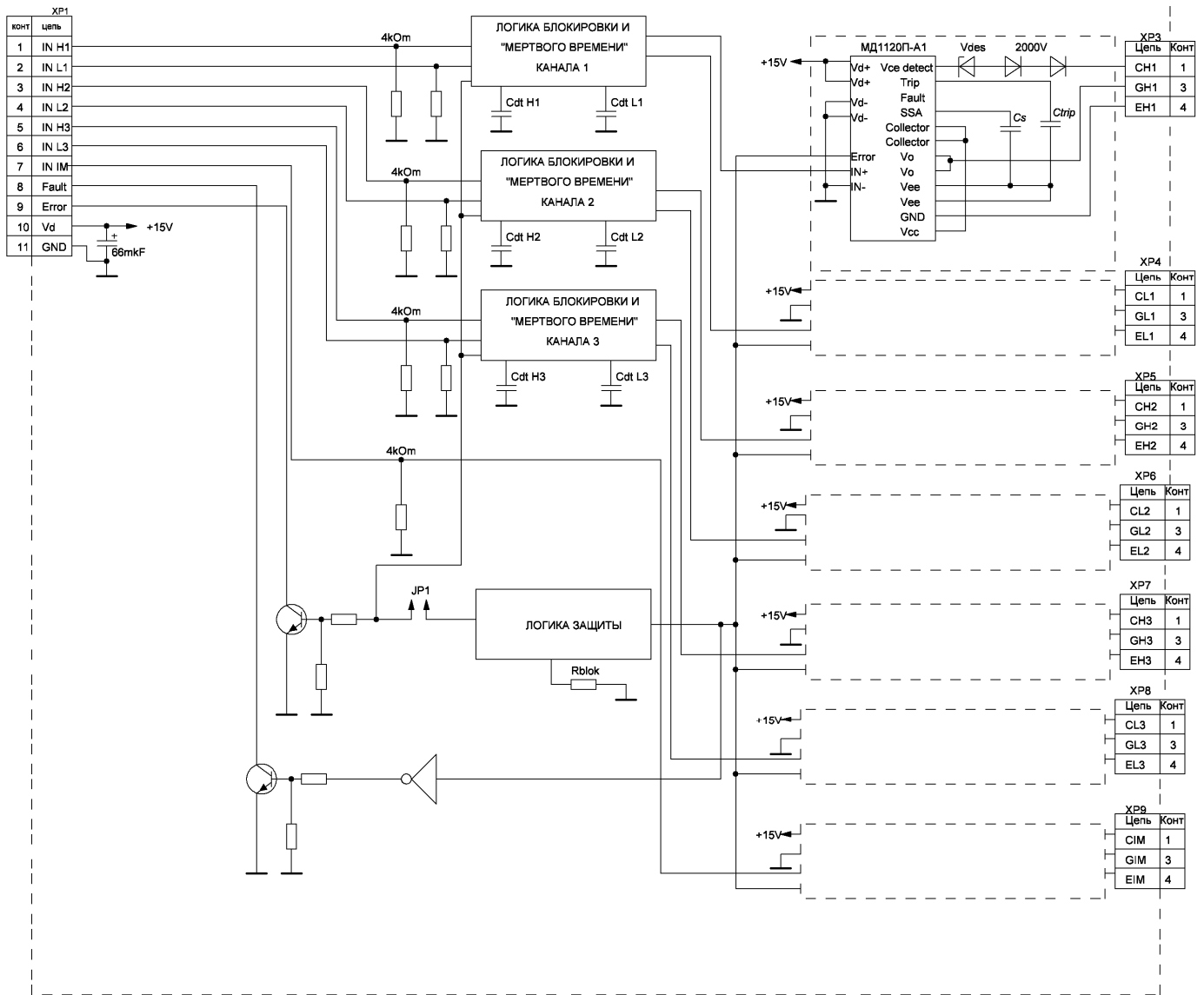


Рисунок 2 – Функциональная схема драйвера

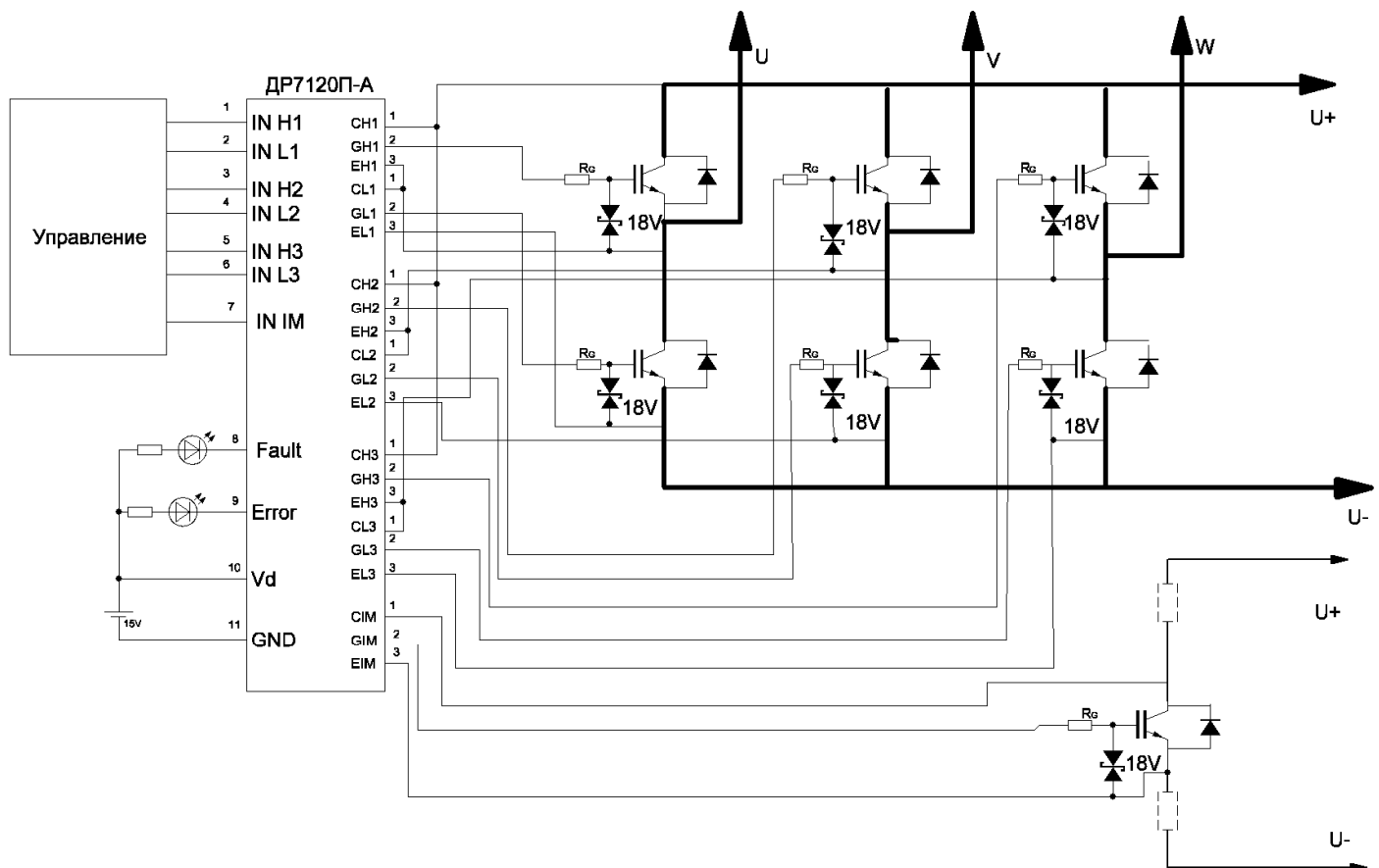


Рисунок 3 – Схема включения драйвера

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 (истока)

Таблица 2 – Назначение подстроечных элементов драйвера

Элемент	Обозначение	Назначение
Конденсатор	C_{dt} (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 (H1,H2,H3,L1,L2,L3,IM)	Ёмкости настройки длительности плавного аварийного выключения
Конденсатор	C_{TRIP} (H1,H2,H3,L1,L2,L3,IM)	Ёмкости настройки длительности задержки срабатывания защиты
Диод	VD_{DES} (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 $T = 25\text{ °C}$)

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение			Примечания
			не менее	тип	не более	
Параметры питания						
Напряжение питания	U_s	В	13,5	15	16,5	
Ток потребления без нагрузки	I_s	А		0,6	0,7	$f = 0\text{ Гц}$
Максимальный ток потребления	$I_{s\max}$	А			1,8	см. рисунок 5
Параметры входов управления						
Входное напряжение высокого уровня	U_{IH}	В	3	5	5,6	
Входное напряжение низкого уровня	U_{IL}	В	-0,6	0	0,8	
Входное сопротивление	R_{IN}	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	$t_{d\ on/off\ (in-out)}$	мкс			1	
Максимальная рабочая частота	f_{max}	кГц			25	см. рисунок 5
Длительность «мёртвого» времени на переключения транзисторов любого полумоста	t_{trip}	мкс	2,0	2,5	3,0	Настраивается потребителем см. рисунок 9
Задержка срабатывания защиты по ненасыщению	t_{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»	$t_{block\ 1}$	мс	1	1,6	2	
Время блокировки схемы управления после «аварии»	$t_{block\ 2}$	мс	80	100	120	Настраивается потребителем см. рисунок 10
Время задержки включения сигнала аварии «Fault»	$t_{d\ (on-f)}$	мкс		0,1	1	
Время задержки включения сигнала аварии «Error»	$t_{d\ (on-e)}$	мкс		25	30	
Выходные параметры						
Импульсный ток включения	$I_{Omax\ +}$	А	12			
Импульсный ток выключения	$I_{Omax\ -}$	А			-12	
Положительное выходное напряжение питания	$U_{out\ +}$	В	15	16	18	Во всём диапазоне допустимых нагрузок
Отрицательное выходное напряжение питания	$U_{out\ -}$	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»	$I_{F\ max}$	мА			10	
Максимальное напряжение на статусном выводе «Fault» и «Error»	$U_{F\ max}$	В			30	
Остаточное напряжение по выходу сигнала «Fault» и «Error»	U_{OF}	В			1	при $I_F = 10\ мА$
Пороговое напряжение на измерительном входе «С», вызывающее аварийное отключение	U_{mc}^{Th}	В	9	9,5	11	Настраивается потребителем
Параметры изоляции						
Напряжение изоляции между входом и выходом	$U_{ISO(IN-OUT)}$	В			4000	DC, 1 мин
Напряжение изоляции между выходами каналов	$U_{ISO(OUT-OUT)}$	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	°С	-40		+85	
Температура хранения	T_s	°С	-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.

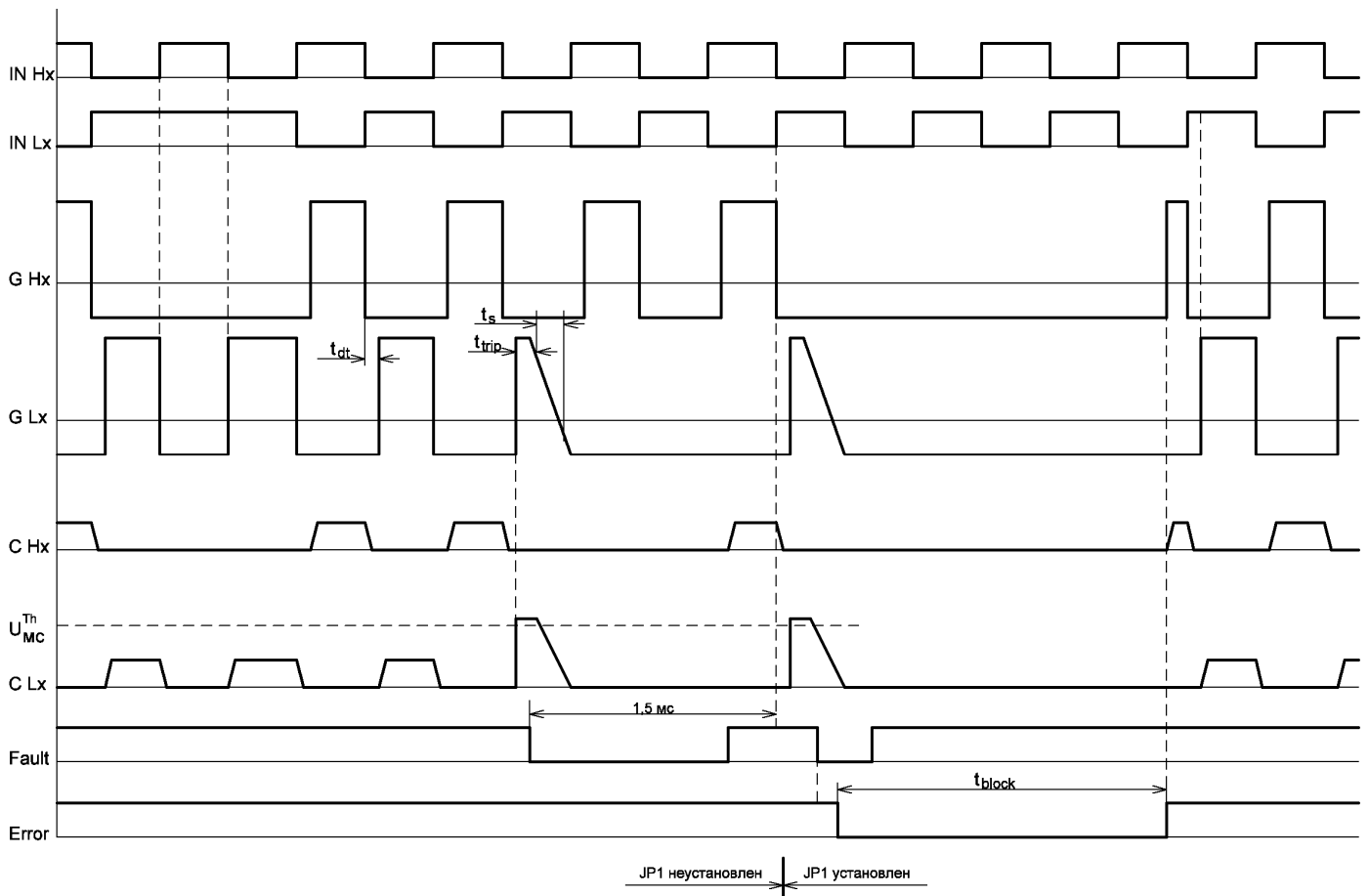


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

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.

CSH1, CSH2, CSH3, CSL1, CSL2, CSL3, CSIM – 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.

СТРИП Н1, СТРИП Н2, СТРИП Н3, СТРИП Л1, СТРИП Л2, СТРИП Л3, СТРИП 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

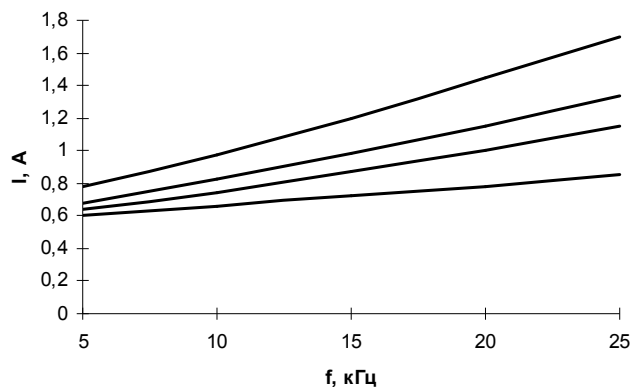


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления драйвером от частоты сигнала управления под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

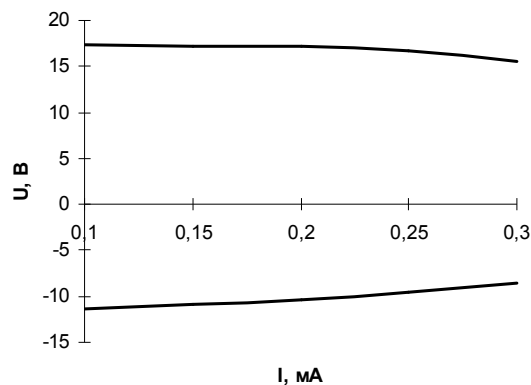


Рисунок 6 – График зависимости амплитуды напряжений на затворе управляемого транзистора от тока потребления драйвером

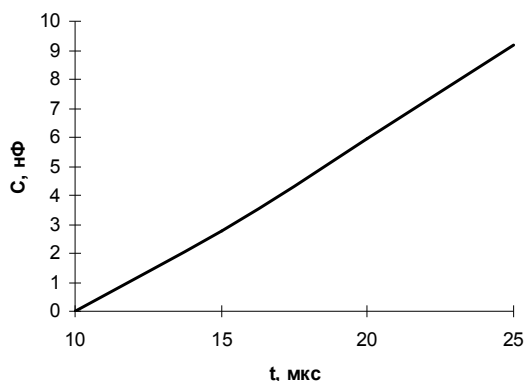


Рисунок 7 – График зависимости длительности плавного аварийного выключения от номинала емкости Cs

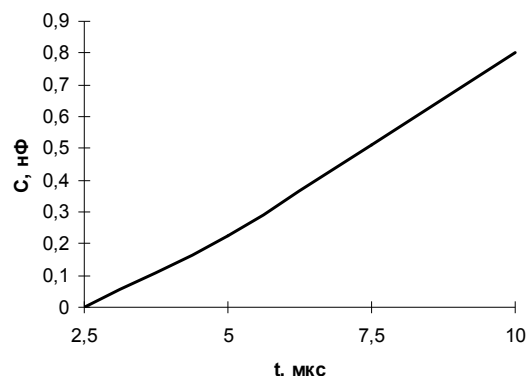


Рисунок 8 – График зависимости длительности задержки срабатывания защиты по ненасыщению от номинала емкости Strip

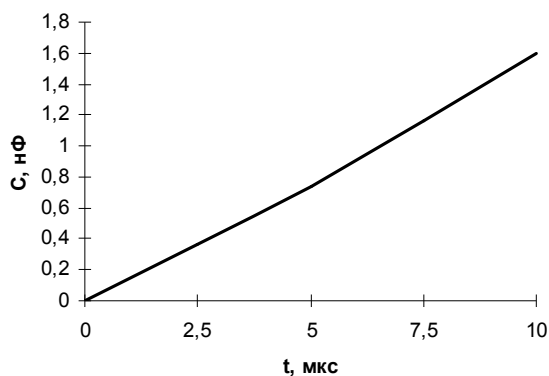


Рисунок 9 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала емкостей Cdt

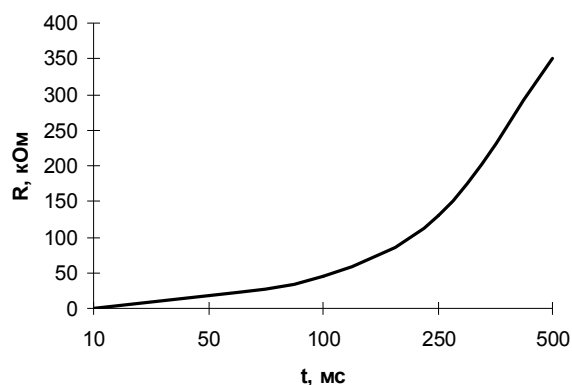


Рисунок 10 – График зависимости длительности блокировки схемы управления после аварии от номинала сопротивления R_{block}

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: - диапазон частот, Гц; - амплитуда ускорения, m/c^2 (g)	0,5 - 100 150 (15)
Механический удар одиночного действия: - пиковое ударное ускорение, m/c^2 (g); - длительность импульса ударного ускорения, мс	40 (4) 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: - рабочая, °С; - предельная, °С	минус 40 минус 45
Повышенная температура окружающей среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+85 +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.

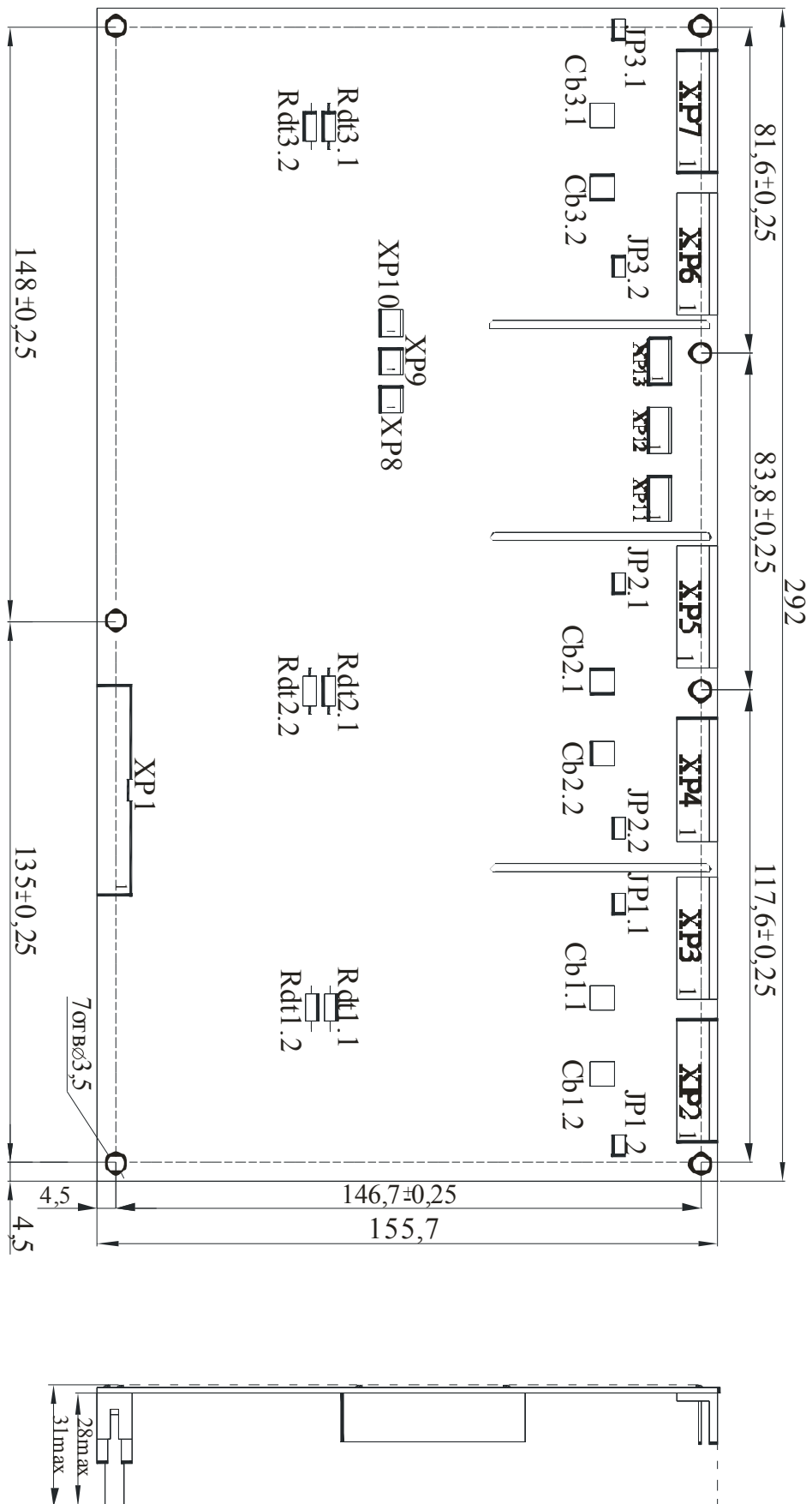


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

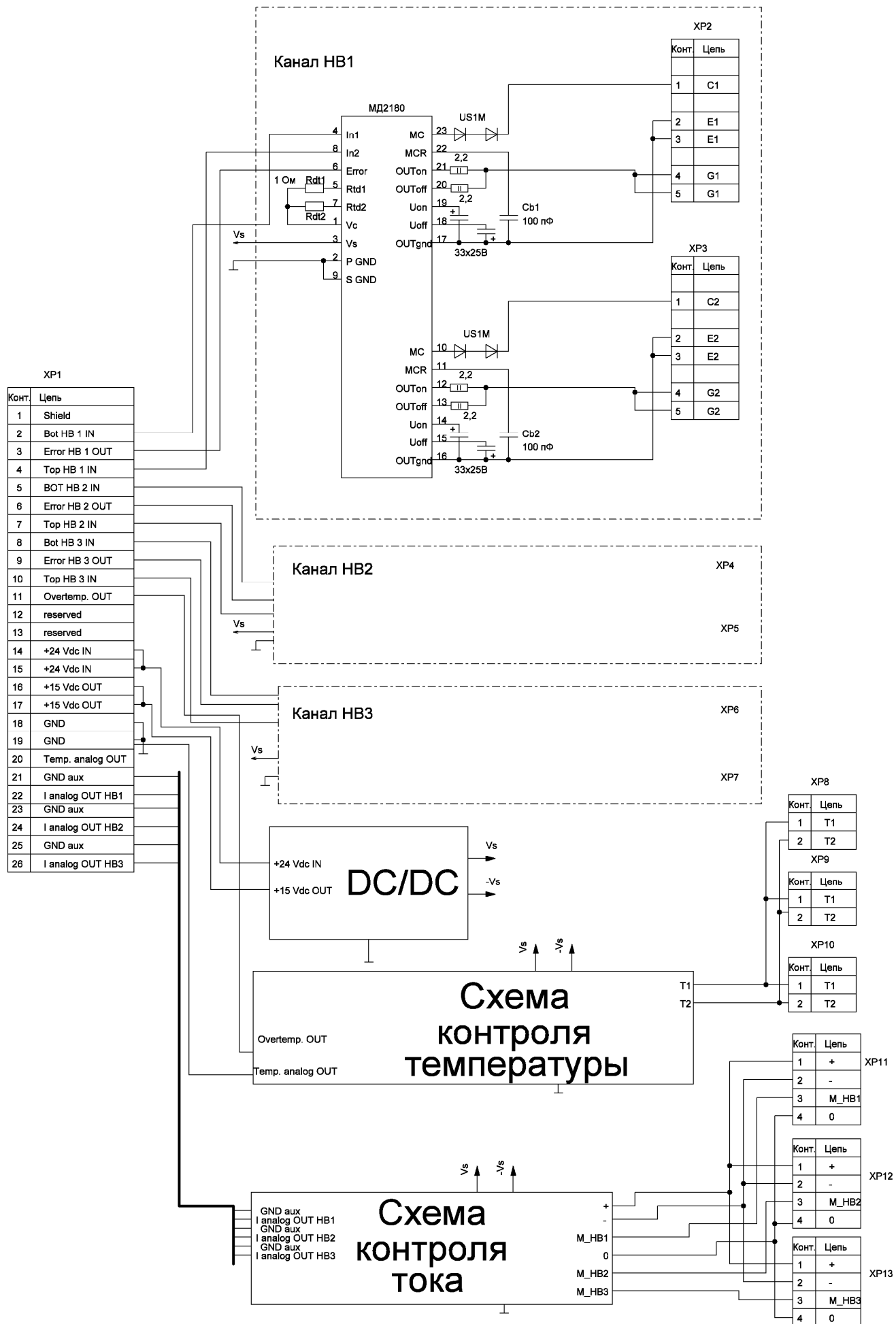


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

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_S	В	21	24	27	
Ток потребления холостого хода	I_S	мА		200	350	$f_{упр} = 0\text{ Гц}$
Максимальный ток потребления	$I_{S\max}$	мА			1500	под нагрузкой
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	P_{DC-DC}	Вт	3			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	13	15	15,6	
Входное напряжение низкого уровня	U_{IL}	В	-0,6	0	2,4	
Входное сопротивление	R_{IN}	кОм		5,9		
Временные параметры						
Время задержки включения и выключения вход-выход	t_d (in-out)	мкс			0,5	см. рисунок 11
«Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов	t_{TD}	мкс	2			настраивается потребителем; см. рисунок 10
Максимальная рабочая частота	f_{\max}	кГц			100	без нагрузки; см. рисунки 5 и 6
Время задержки срабатывания защиты по ненасыщению	t_{BLOCK1}	мкс	2			настраивается потребителем; см. рисунок 9
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	+18	20		настраивается потребителем; см. рисунок 8
Максимальный выходной импульсный ток выключения	$I_{Omax\ off}$	А		-22	-18	
Средний выходной ток	I_O	мА			130	на каждый канал
Время нарастания и спада выходного сигнала	$t_r(f)$	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
Параметры дополнительных выходов						
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.
Параметры изоляции						
Максимально допустимое 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	
Параметры управляемого транзистора						
Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора	$U_{CE} (U_{DS})$	В			3300	
Параметры эксплуатации и хранения						
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: $R_{25}=5\ \text{кОм}$, $R_{100}=495$, $V_{T=25/50\ ^\circ\text{C}}=3375$
2. При совместном использовании с датчиком тока типа HAS 50..600-S/SP50

5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

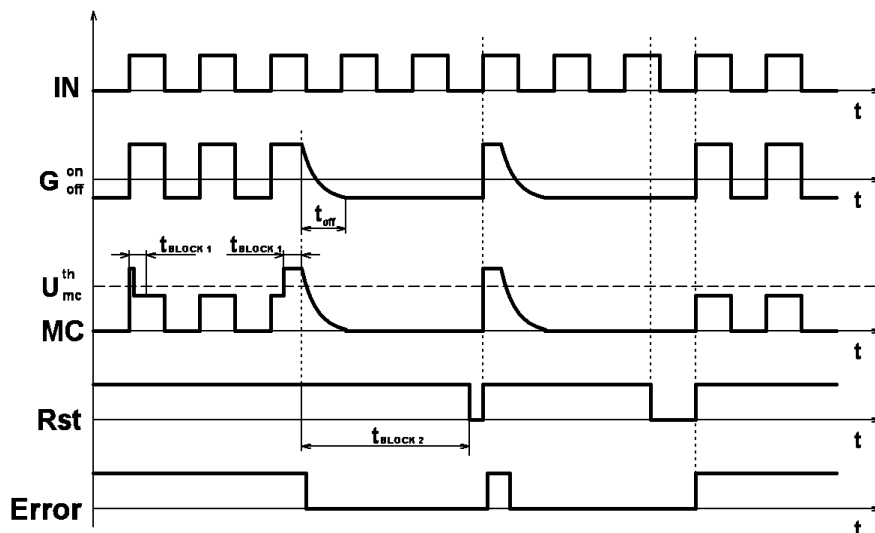
Подача «лог.1» на управляющий вход «BOT НВ x IN» или «TOP НВ x IN» (по любому из каналов управления) приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более, чем на U_{mc}^{Th} за время, превышающее t_{BLOCK1} приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (защита по ненасыщению). При возникновении «аварии» откроется транзистор, включенный по схеме с открытым коллектором (вывод «ERROR НВ 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»

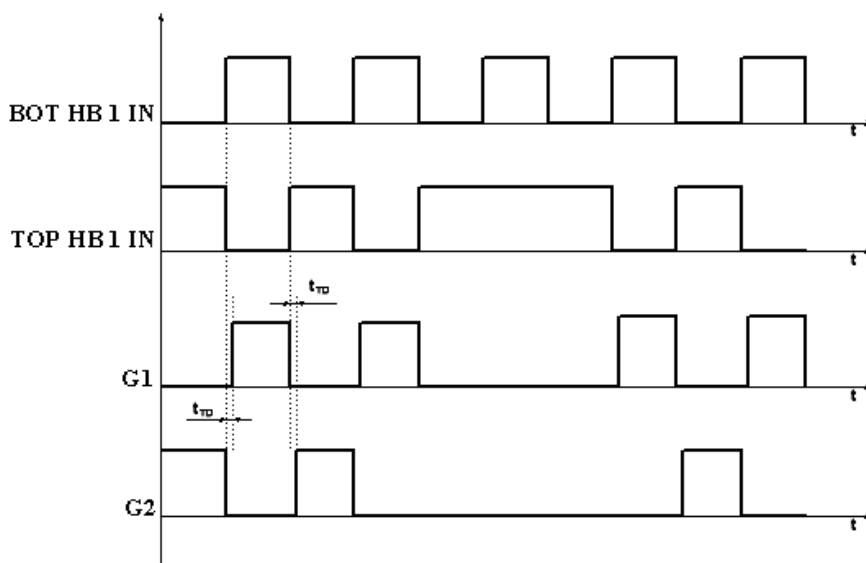


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

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 – выходы, 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 «U_{lvlo+}»), 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 «U_{lvlo-}» 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_{bx.1}, C_{bx.2} – 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

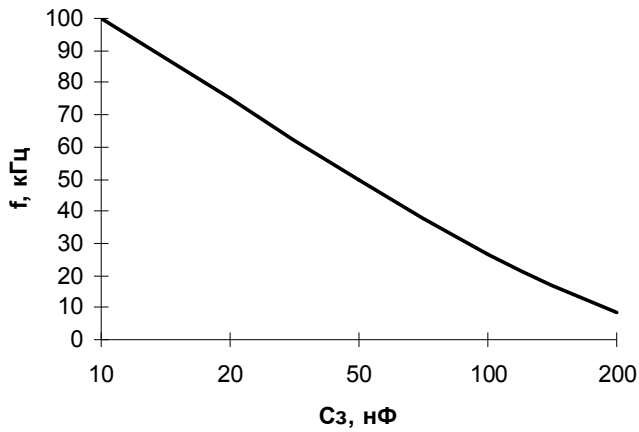


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

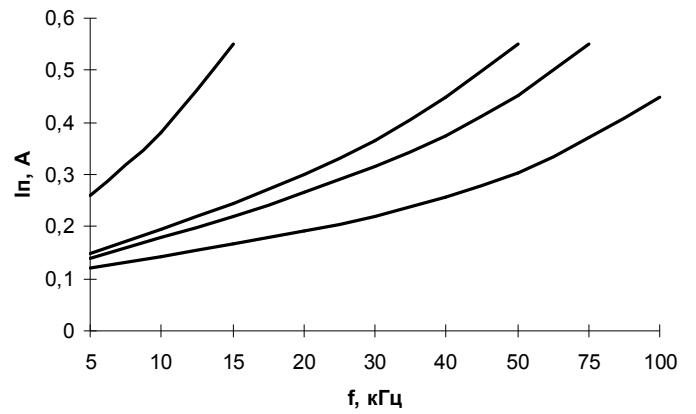


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

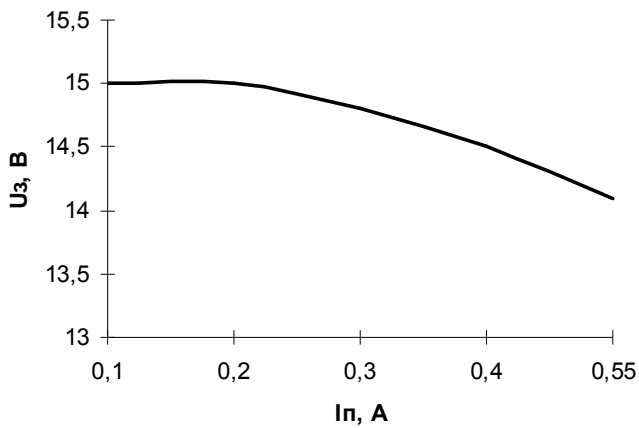


Рисунок 7 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления на 1 канал

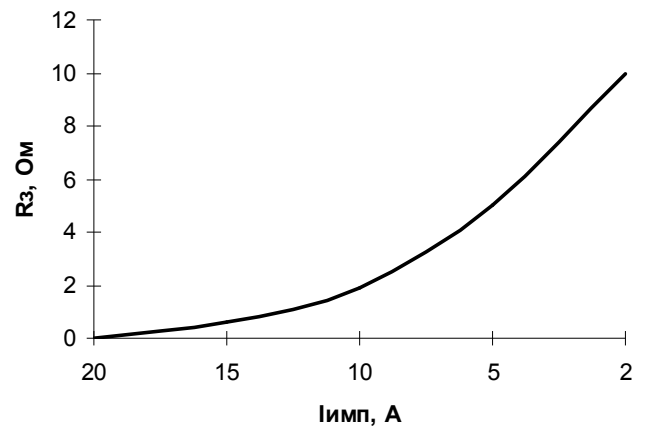


Рисунок 8 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

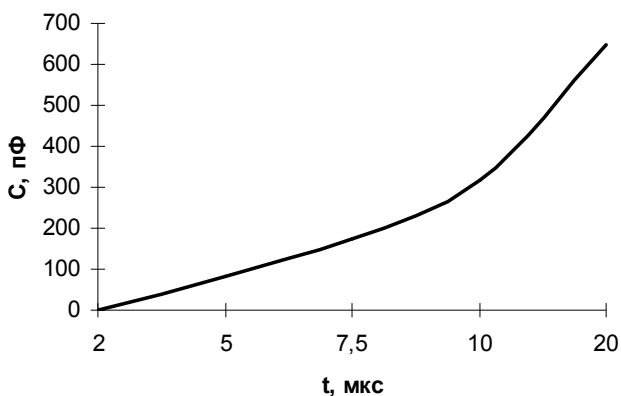


Рисунок 9 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости Cб

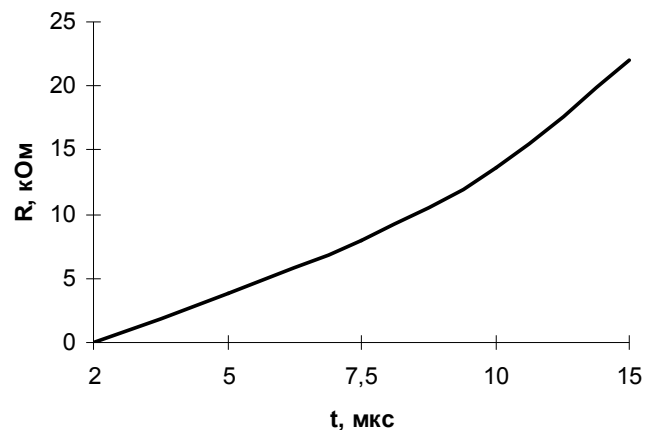


Рисунок 10 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов Rdt

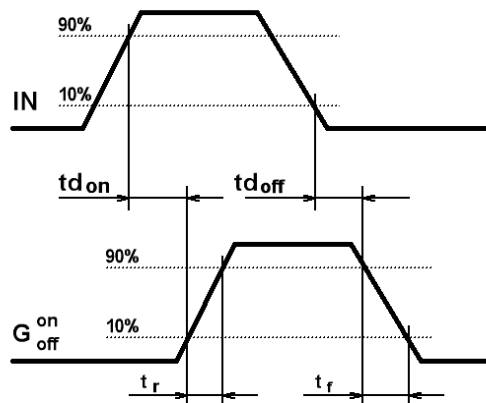


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера
 где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

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: - диапазон частот, Гц; - амплитуда ускорения, m/c^2 (g)	0,5 - 100 150 (15)
Механический удар одиночного действия: - пиковое ударное ускорение, m/c^2 (g); - длительность импульса ударного ускорения, мс	40 (4) 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: - рабочая, °С; - предельная, °С	минус 45 минус 60
Повышенная температура окружающей среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+85 +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 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.

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.

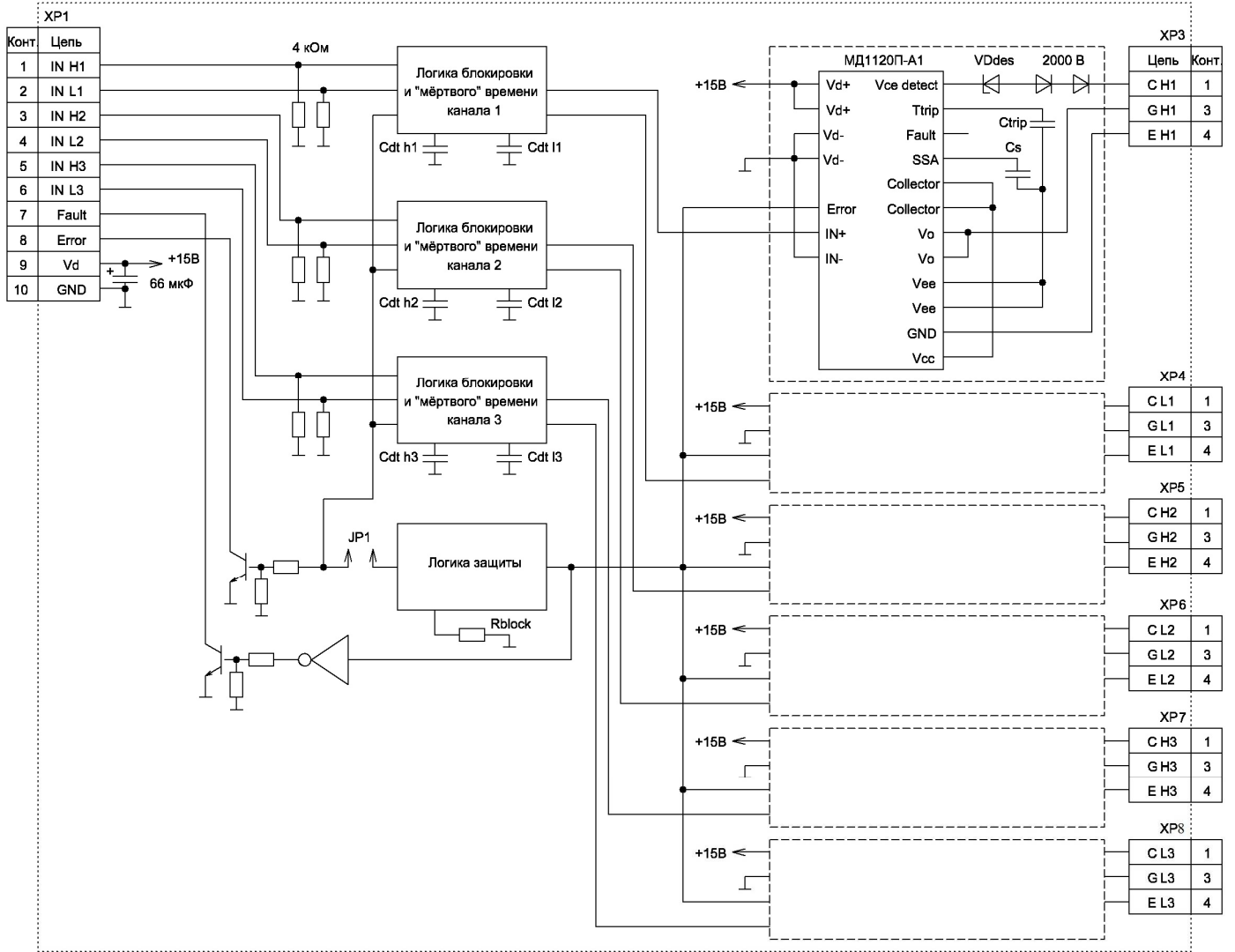


Рисунок 2 – Функциональная схема драйвера

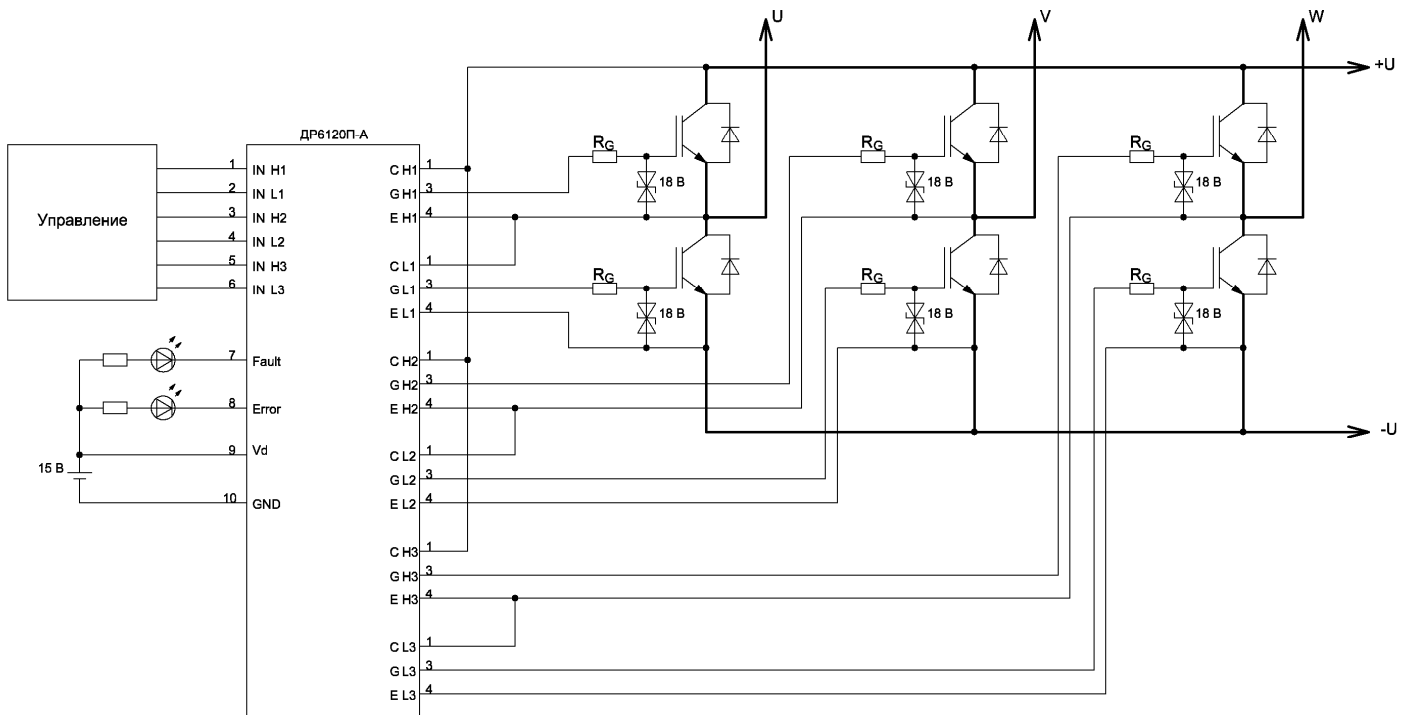


Рисунок 3 – Схема включения драйвера

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 (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 (H1,H2,H3,L1,L2,L3)	Ёмкости настройки длительности плавного аварийного выключения
Конденсатор	C _{TRIP} (H1,H2,H3,L1,L2,L3)	Ёмкости настройки длительности задержки срабатывания защиты
Диод	VD _{DES} (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 менее	тип	не более	
Параметры питания						
Напряжение питания	U _S	В	13,5	15	16,5	
Ток потребления без нагрузки	I _S	А		0,6	0,7	f = 0 Гц
Максимальный ток потребления	I _{Smax}	А			1,8	см. рисунок 5
Параметры входов управления						
Входное напряжение высокого уровня	U _{IH}	В	3	5	5,6	
Входное напряжение низкого уровня	U _{IL}	В	-0,6	0	0,8	
Входное сопротивление	R _{IN}	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	$t_{d\ on/off\ (in-out)}$	мкс			1	
Максимальная рабочая частота	f_{max}	кГц			25	см. рисунок 5
Длительность «мёртвого» времени на переключения транзисторов любого полумоста	t_{trip}	мкс	2,0	2,5	3,0	Настраивается потребителем см. рисунок 9
Задержка срабатывания защиты по ненасыщению	t_{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»	$t_{block\ 1}$	мс	1	1,6	2	
Время блокировки схемы управления после «аварии»	$t_{block\ 2}$	мс	80	100	120	Настраивается потребителем см. рисунок 10
Время задержки включения сигнала аварии «Fault»	$t_{d\ (on-f)}$	мкс		0,1	1	
Время задержки включения сигнала аварии «Error»	$t_{d\ (on-e)}$	мкс		25	30	
Выходные параметры						
Импульсный ток включения	$I_{Omax\ +}$	А	12			
Импульсный ток выключения	$I_{Omax\ -}$	А			-12	
Положительное выходное напряжение питания	$U_{out\ +}$	В	15	16	18	Во всём диапазоне допустимых нагрузок
Отрицательное выходное напряжение питания	$U_{out\ -}$	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»	$I_{F\ max}$	мА			10	
Максимальное напряжение на статусном выводе «Fault» и «Error»	$U_{F\ max}$	В			30	
Остаточное напряжение по выходу сигнала «Fault» и «Error»	U_{OF}	В			1	при $I_F = 10\ мА$
Пороговое напряжение на измерительном входе «С», вызывающее аварийное отключение	U_{mc}^{Th}	В	9	9,5	11	Настраивается потребителем
Параметры изоляции						
Напряжение изоляции между входом и выходом	$U_{ISO(IN-OUT)}$	В			4000	DC, 1 мин
Напряжение изоляции между выходами каналов	$U_{ISO(OUT-OUT)}$	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	°С	-40		+85	
Температура хранения	T_s	°С	-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 произведен 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.

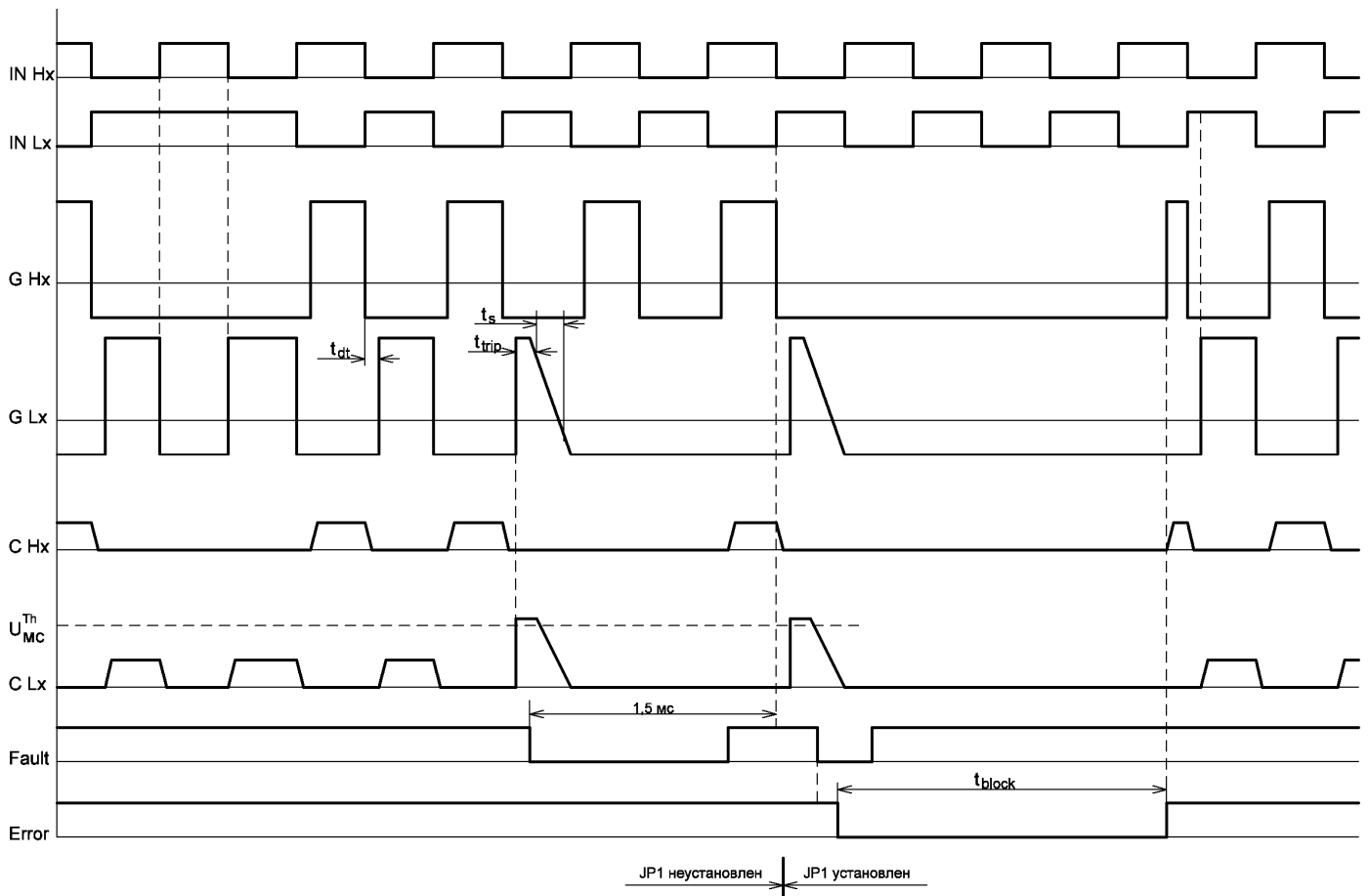


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

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.

VDDES H1, VDDES H2, VDDES H3, VDDES L1, VDDES L2, VDDES 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.

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.

CSH1, CSH2, CSH3, CSL1, CSL2, CSL3 – 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.

СТРИП Н1, СТРИП Н2, СТРИП Н3, СТРИП Л1, СТРИП Л2, СТРИП 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

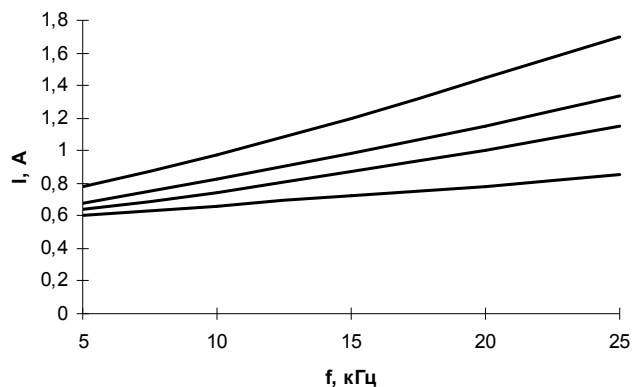


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления драйвером от частоты сигнала управления под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

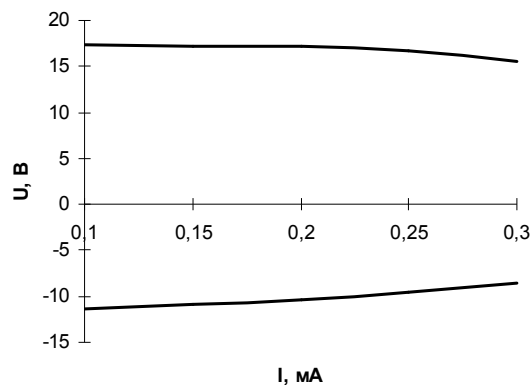


Рисунок 6 – График зависимости амплитуды напряжений на затворе управляемого транзистора от тока потребления драйвером

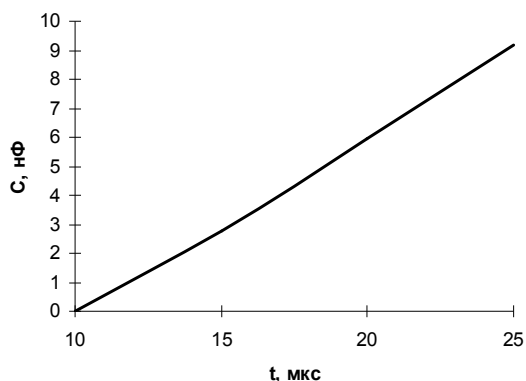


Рисунок 7 – График зависимости длительности плавного аварийного выключения от номинала емкости Cs

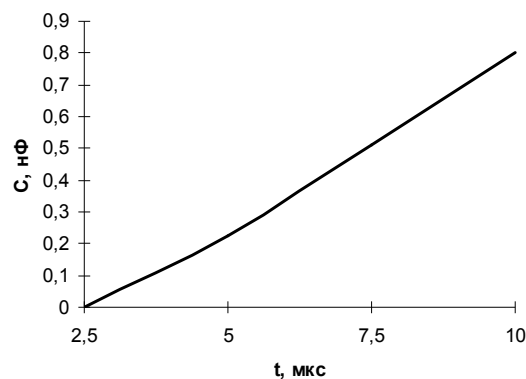


Рисунок 8 – График зависимости длительности задержки срабатывания защиты по ненасыщению от номинала емкости Strip

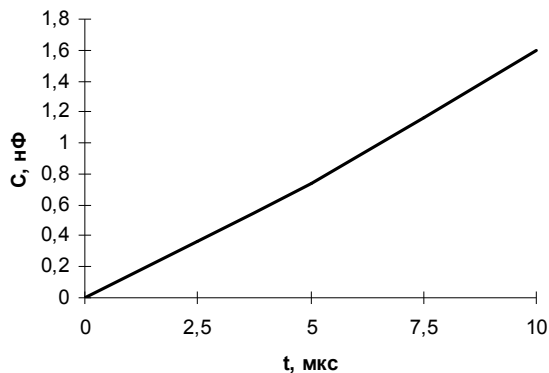


Рисунок 9 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала емкостей Cdt

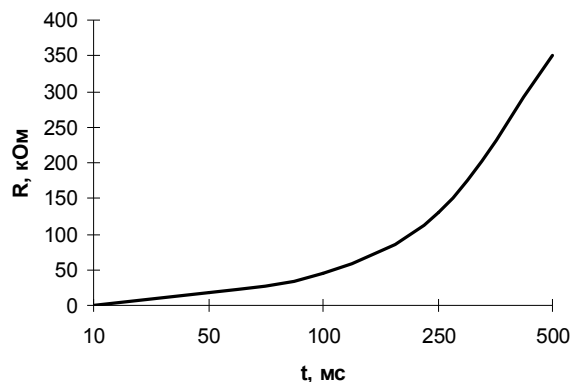


Рисунок 10 – График зависимости длительности блокировки схемы управления после аварии от номинала сопротивления R_{block}

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: - диапазон частот, Гц; - амплитуда ускорения, м/с ² (g)	0,5 - 100 150 (15)
Механический удар одиночного действия: - пиковое ударное ускорение, м/с ² (g); - длительность импульса ударного ускорения, мс	40 (4) 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: - рабочая, °С; - предельная, °С	минус 40 минус 45
Повышенная температура окружающей среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+85 +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 ИВ-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 ИВ (далее – ИВ).

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 ИВ-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 (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.

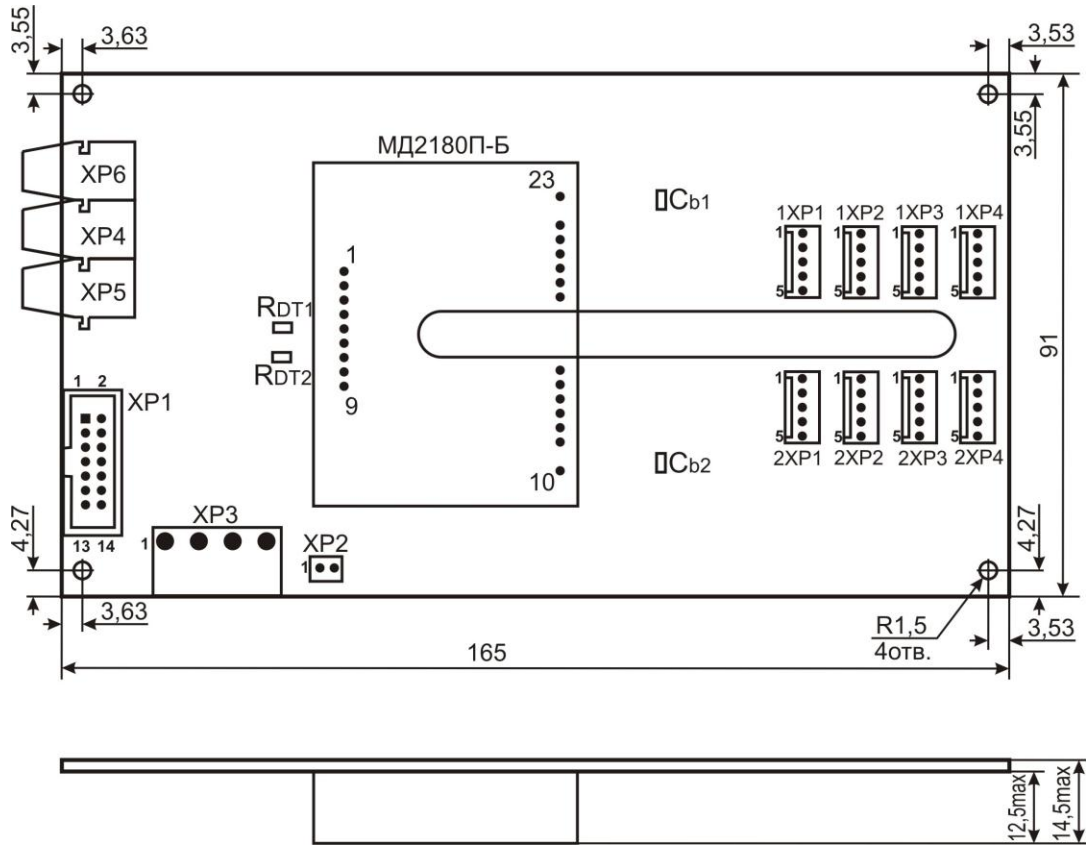


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

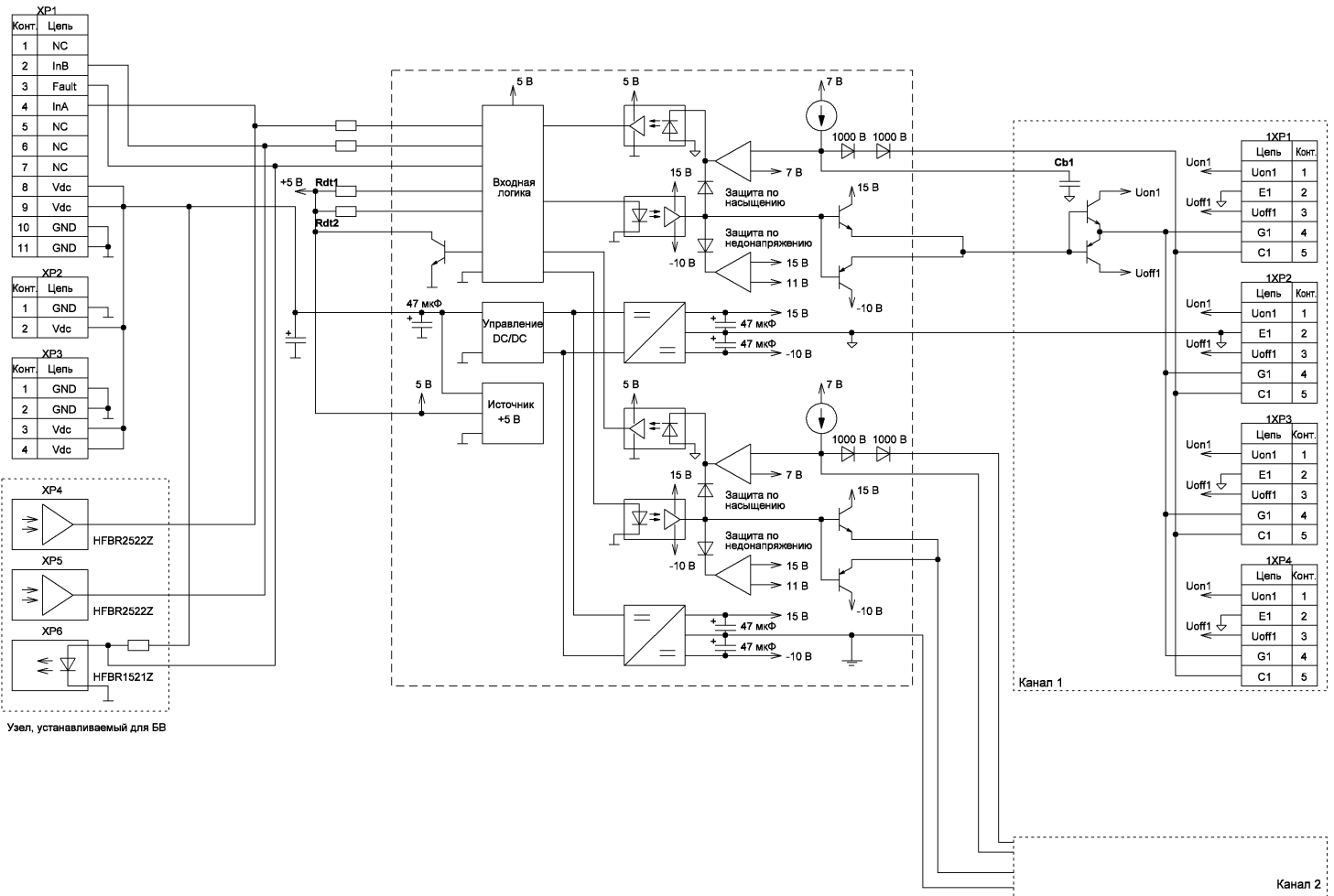


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

3.3 Тип разъёмов и назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов драйвера

Разъём	Тип	Номер вывода	Обозначение	Назначение вывода		
XP1	Harting 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 05/2 2,54mm	1	GND	Общий цепей питания и управления		
		2	Vdc	Питание +15 В		
XP3	Phoenix MSTBA 2.5/4-G-5.08	1	GND	Общий цепей питания и управления		
		2				
		3	Vdc	Питание +15 В		
		4				
1XP1 1XP2 1XP3 1XP4	Moelex 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 2XP2 2XP3 2XP4	Moelex 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

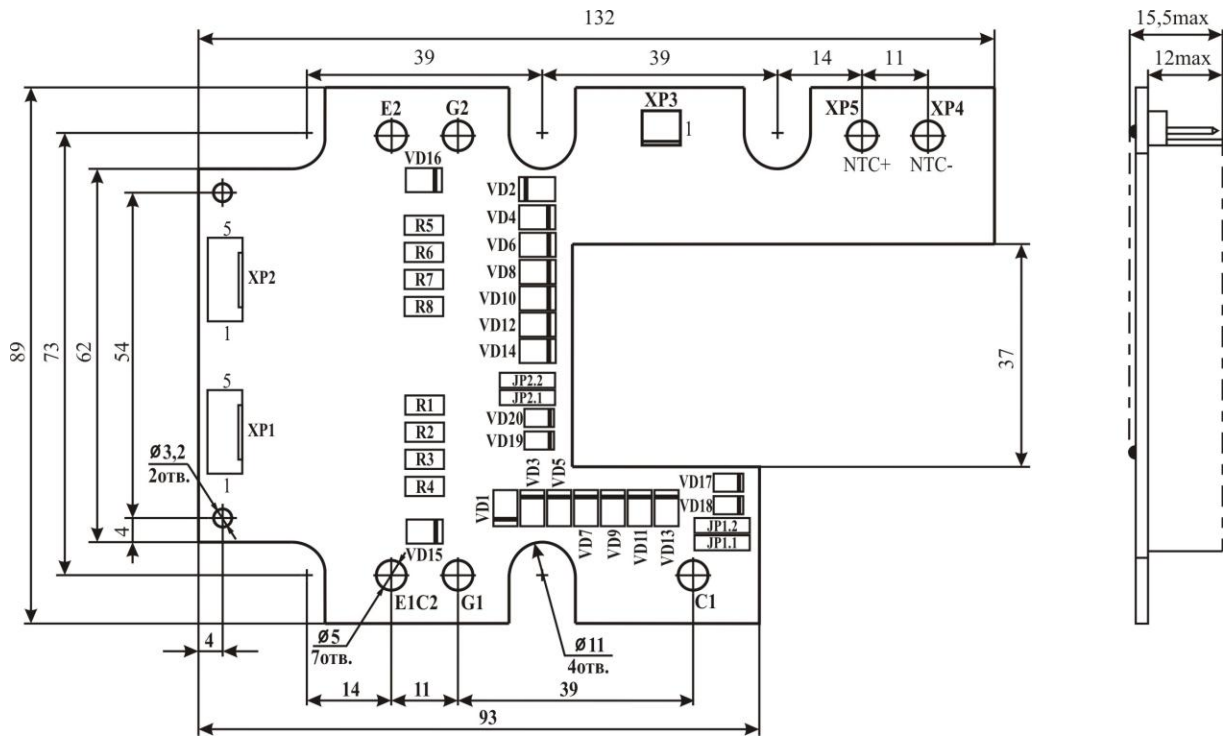


Рисунок 3 – Габаритный чертеж ИВ-2

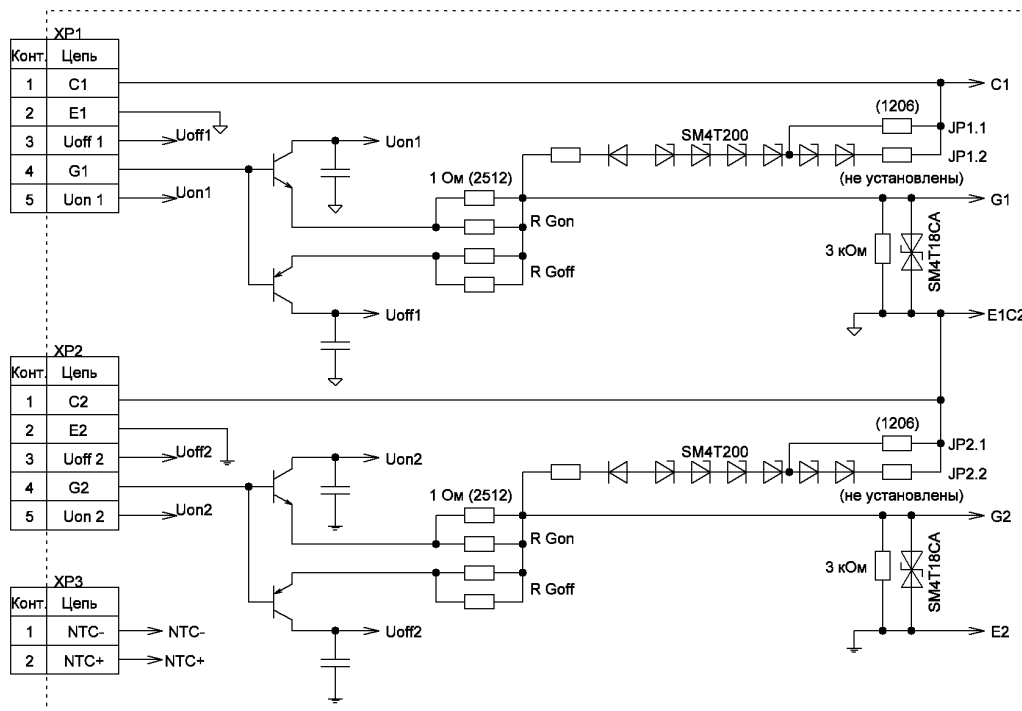


Рисунок 4 – Функциональная схема ИВ-2

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 положению 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	λ	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	
Параметры изоляции						
Максимально допустимое 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	
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	

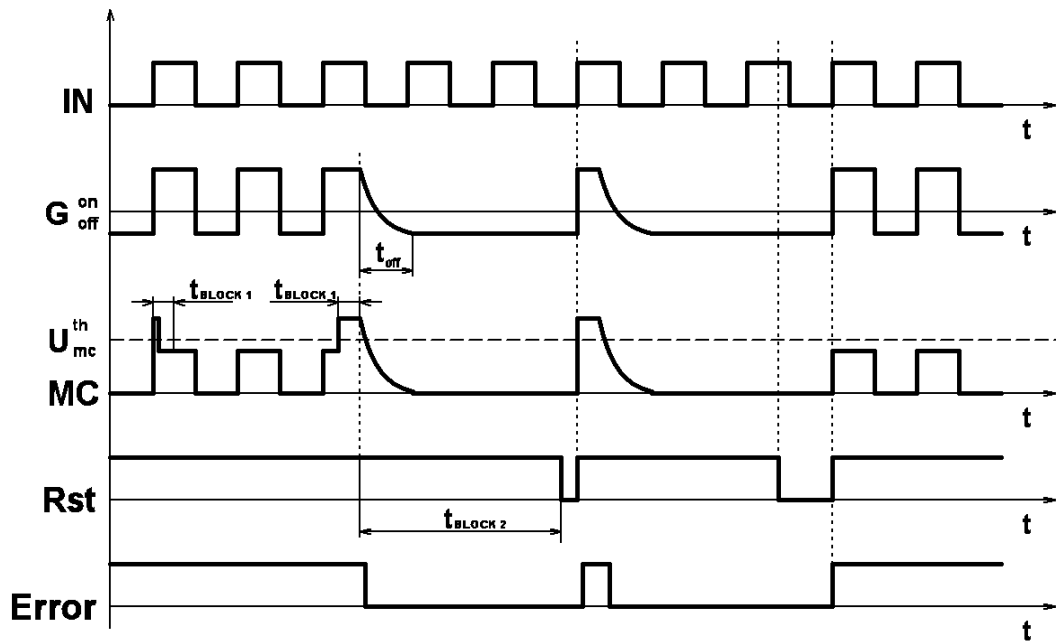
6 РАБОТА ДРАЙВЕРА

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_{off}^{on} – Сигнал управления на затворе транзистора

Рисунок 5 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

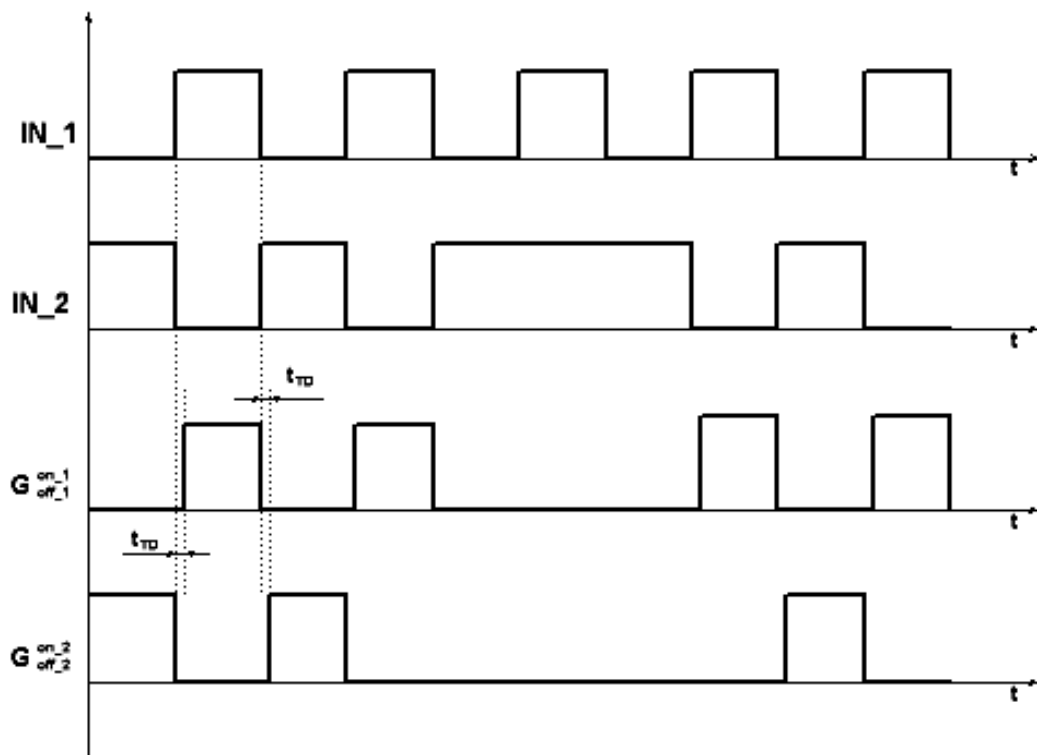


Рисунок 6 – Функциональная диаграмма работы драйвера

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 «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», 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 «Uuvlo-» 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 срабатывает 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_{b1}, C_{b2} – 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 «С» следует закортить на вывод эмиттера соответствующего канала.

E1, E2 – выходы подключения эмиттеров управляемых транзисторов.

8 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

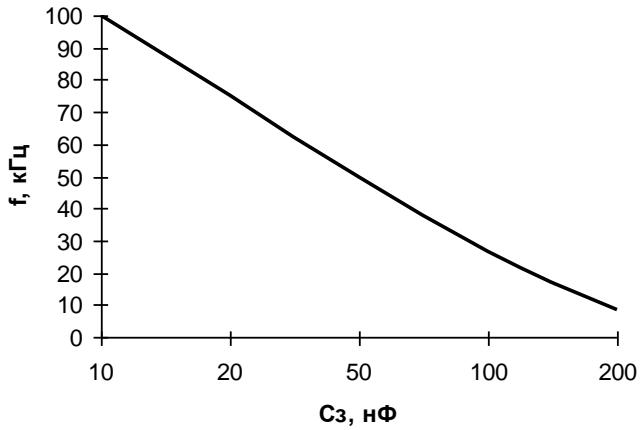


Рисунок 7 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

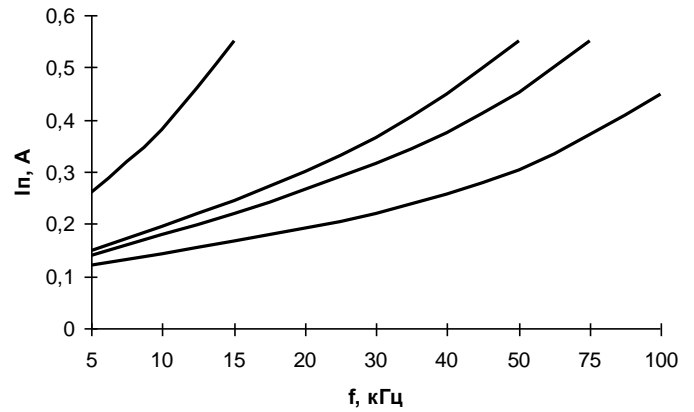


Рисунок 8 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

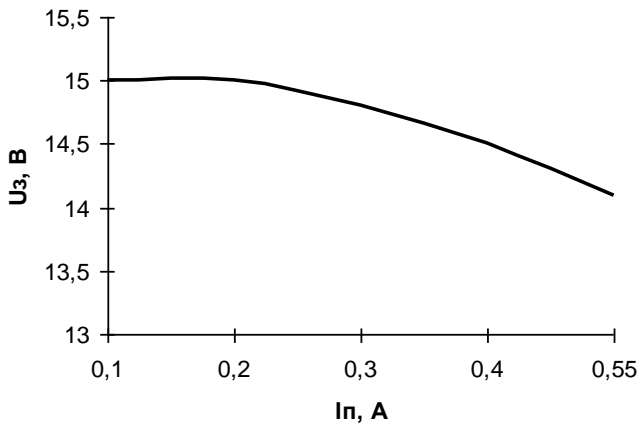


Рисунок 9 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

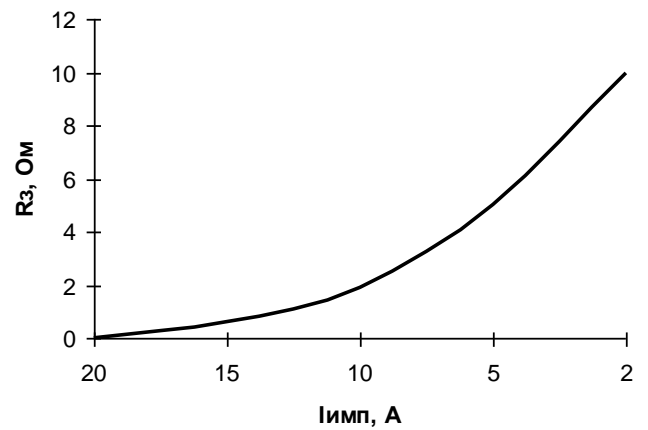


Рисунок 10 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

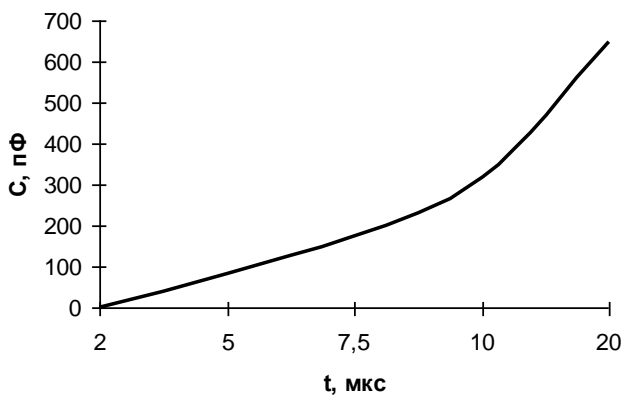


Рисунок 11 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости C_b

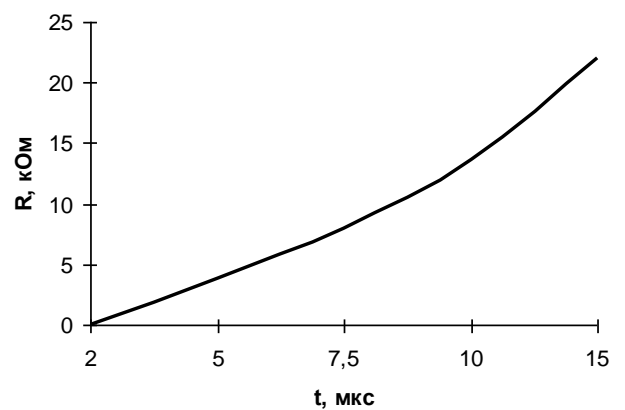


Рисунок 12 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов R_{dt}

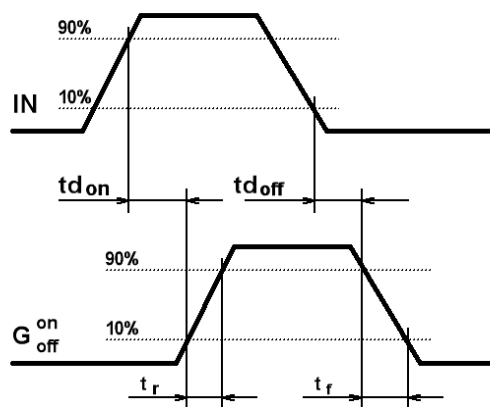


Рисунок 13 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера
 где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

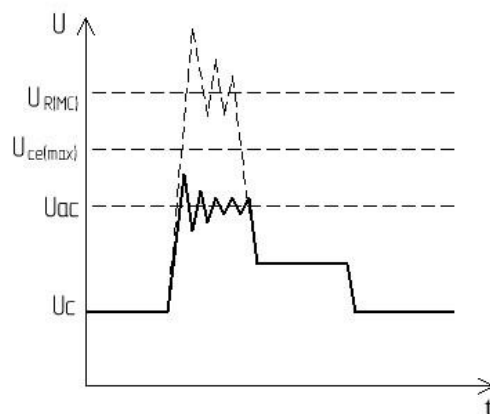


Рисунок 14 – График работы драйвера при срабатывании защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора
 где U_{ac} – напряжение срабатывания защиты от перенапряжения; $U_{ce(max)}$ – максимальное напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора, $U_r(mс)$ – максимально допустимое обратное 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; - амплитуда ускорения, m/c^2 (g)	0,5 - 100 150 (15)
Механический удар одиночного действия: - пиковое ударное ускорение, m/c^2 (g); - длительность импульса ударного ускорения, мс	40 (4) 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

ДР2180П–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.

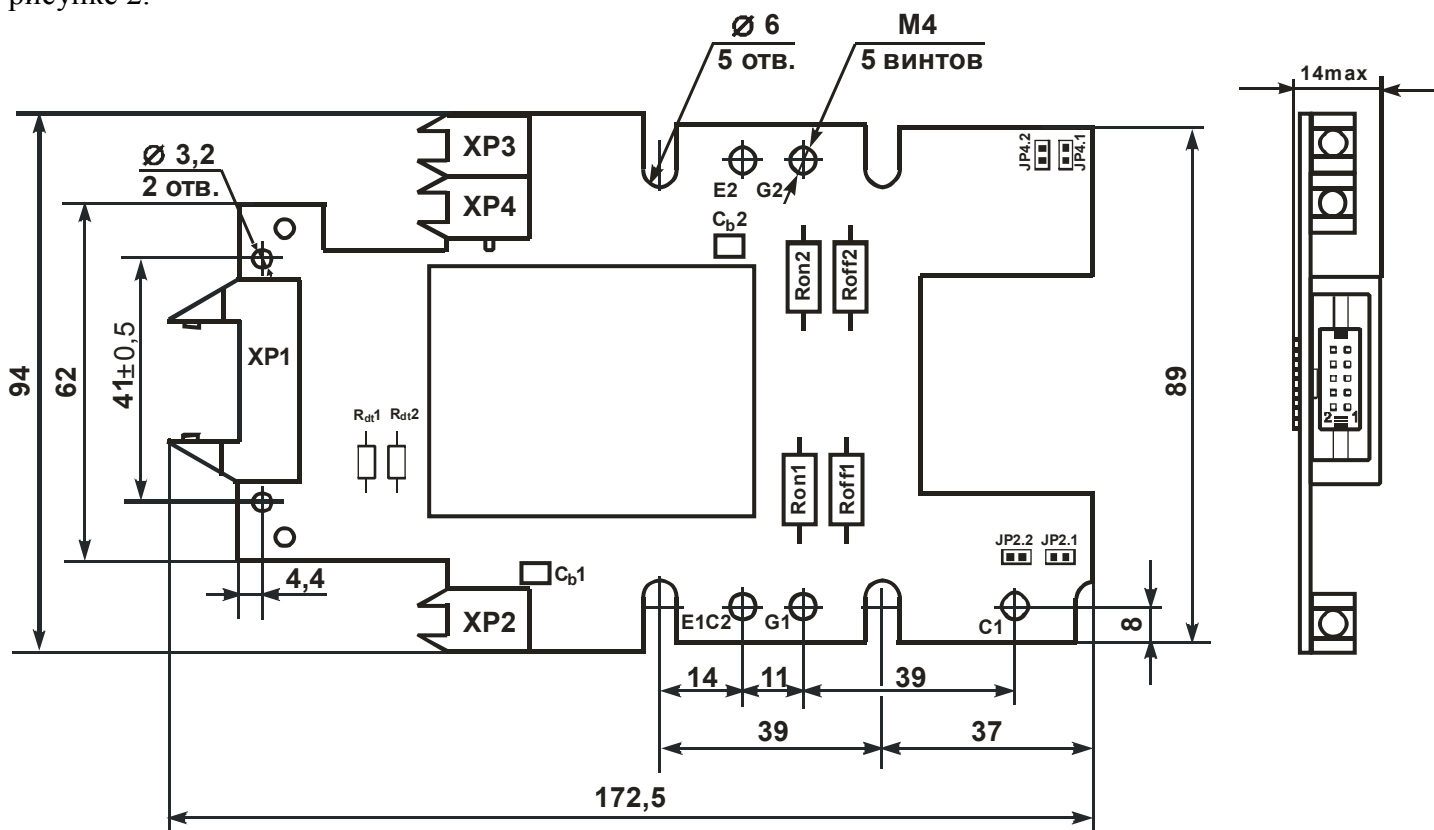


Рисунок 1.1 – Габаритный чертёж драйвера ДР2180П-БВ1-1

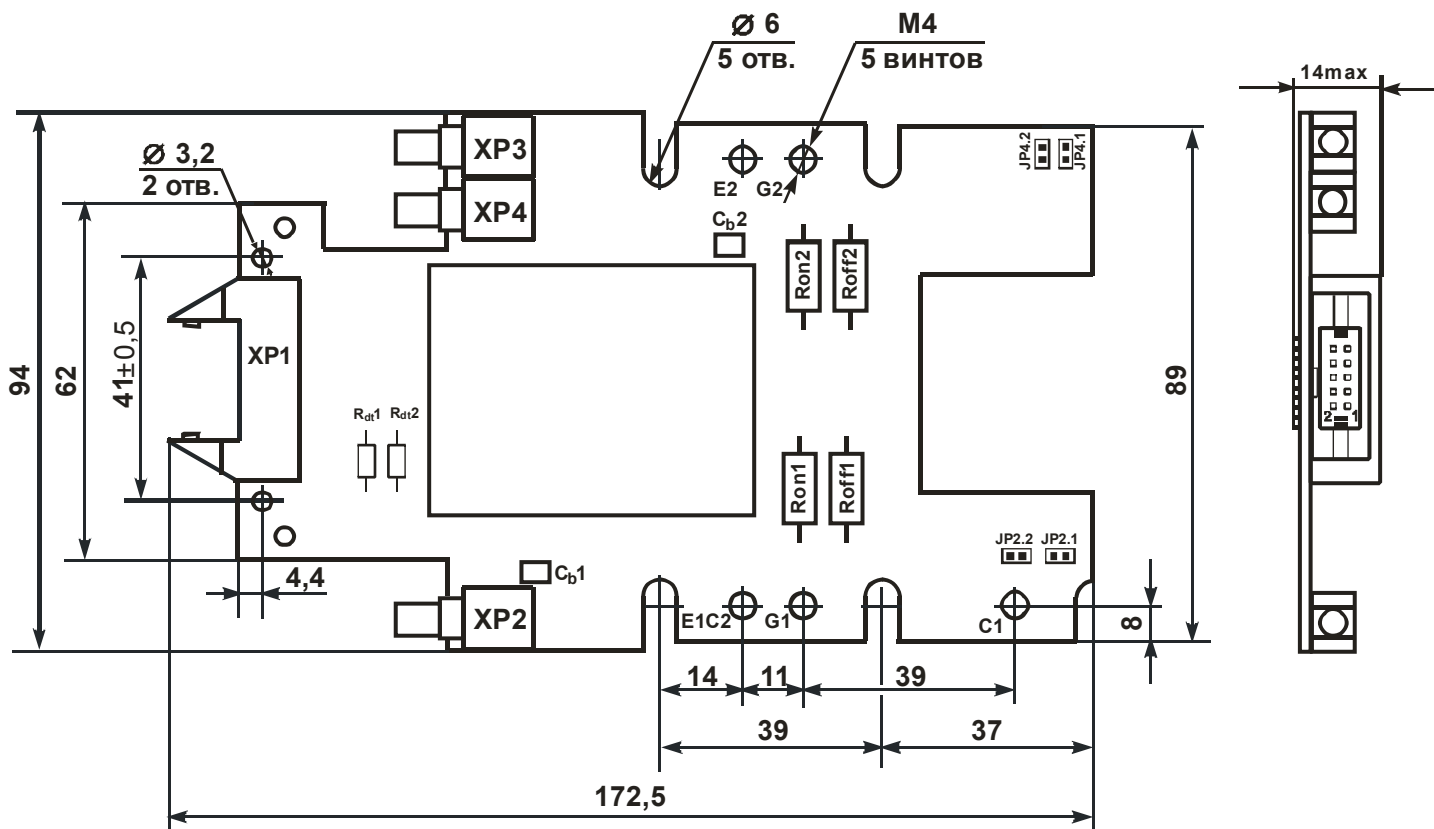


Рисунок 1.1 – Габаритный чертёж драйвера ДР2180П-БВ1-2

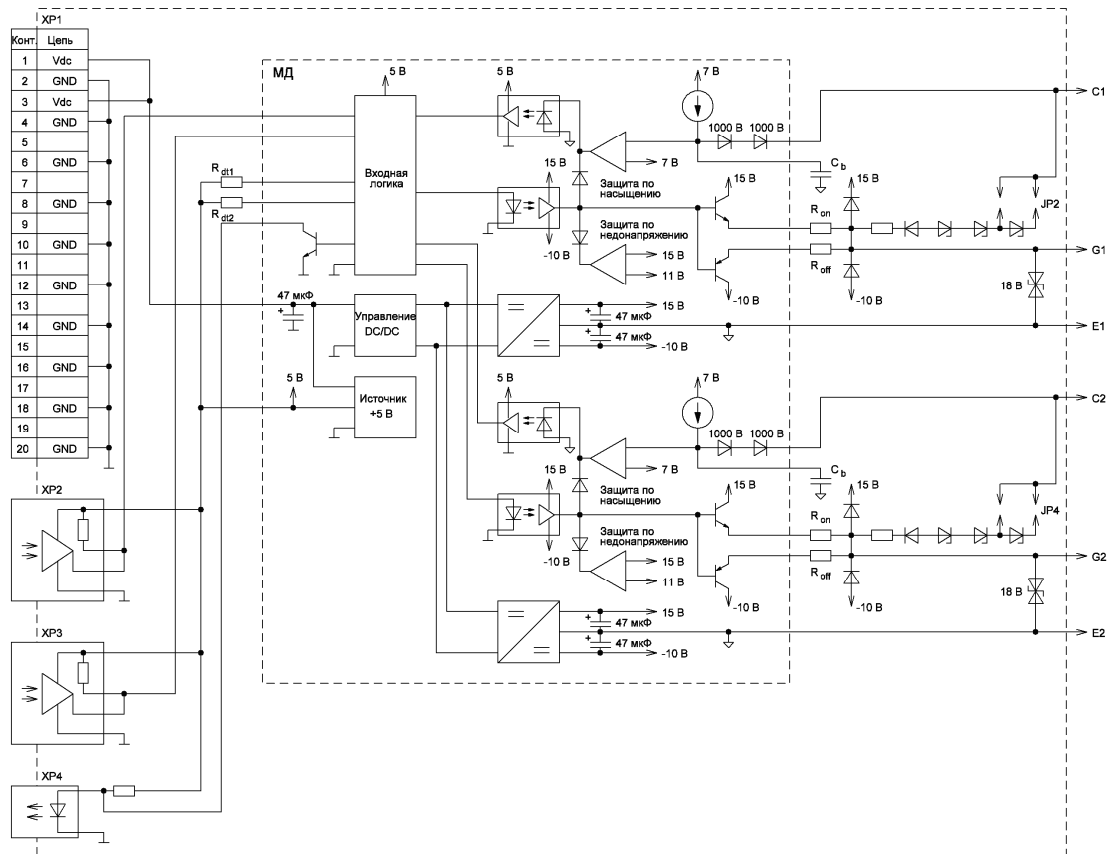


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

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 менее	тип	не более	
Параметры блока DC/DC						
Напряжение питания	U_S	В	13,5	15	16,5	
Ток потребления холостого хода	I_S	мА		180	200	$f_{упр} = 0\text{ Гц}$
Максимальный ток потребления	$I_{S\max}$	мА			550	под нагрузкой см. рисунки 5 и 6
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	P_{DC-DC}	Вт	3			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						
Длина волны, используемая при передаче и приеме сигнала	λ	нм		660		
Временные параметры						
Время задержки включения и выключения вход-выход	t_d (in-out)	мкс			0,5	см. рисунок 11
«Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов	t_{TD}	мкс	2			настраивается потребителем; см. рисунок 10
Максимальная рабочая частота	f_{\max}	кГц			100	без нагрузки; см. рисунки 5 и 6
Время задержки срабатывания защиты по ненасыщению	t_{BLOCK1}	мкс	2			настраивается потребителем; см. рисунок 9
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	+18	20		настраивается потребителем; см. рисунок 8
Максимальный выходной импульсный ток выключения	$I_{Omax\ off}$	А		-22	-18	
Средний выходной ток	I_O	мА			130	на каждый канал
Время нарастания и спада выходного сигнала	t_r (f)	нс			150	см. рисунок 11
Максимальный ток выхода сигнала аварии	$I_{ERR\ max}$	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 $I_{ERR} = 20\ mA$
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	

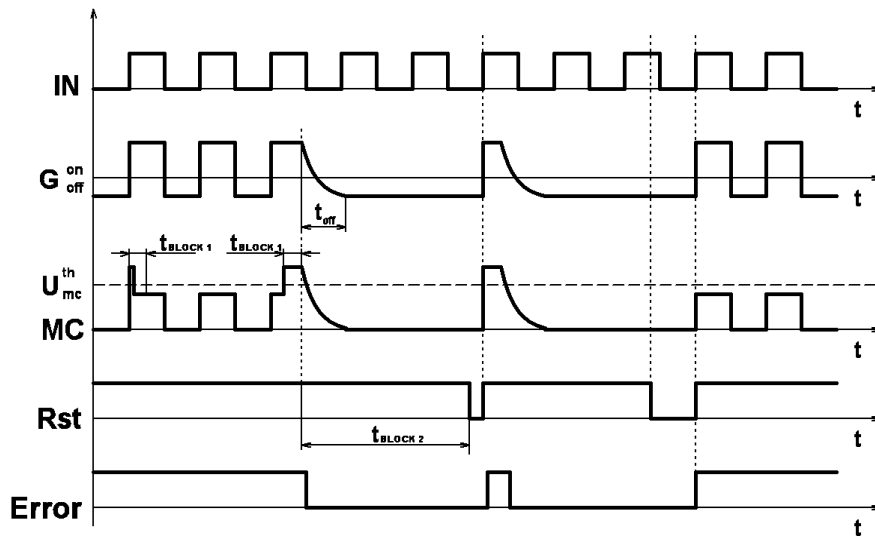
5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача светового импульса на приемники управляющего сигнала XP2 и XP3 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 XP4. 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 XP4 не появится.

При одновременной подаче световых импульсов на приемники управляющего сигнала XP2 и XP3 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»

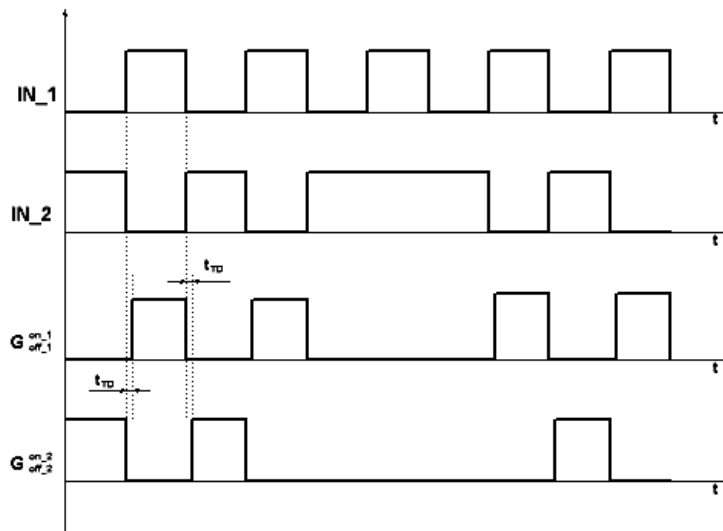


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

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 «U_{vlo}» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня питания соответствующего «U_{vlo+}»), 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 «U_{vlo}» 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_{b1}, C_{b2} – 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 закортить 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 DP2180П-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 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 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

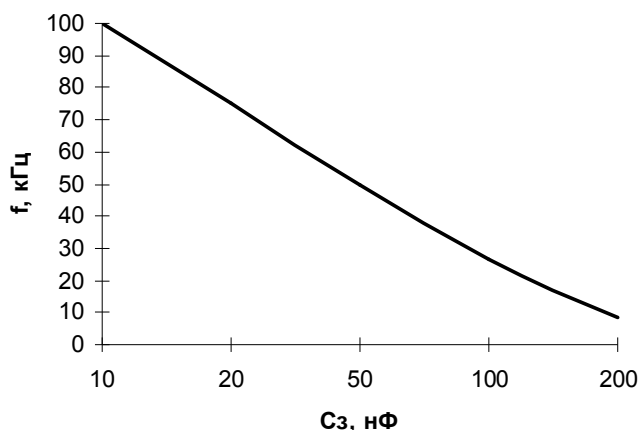


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

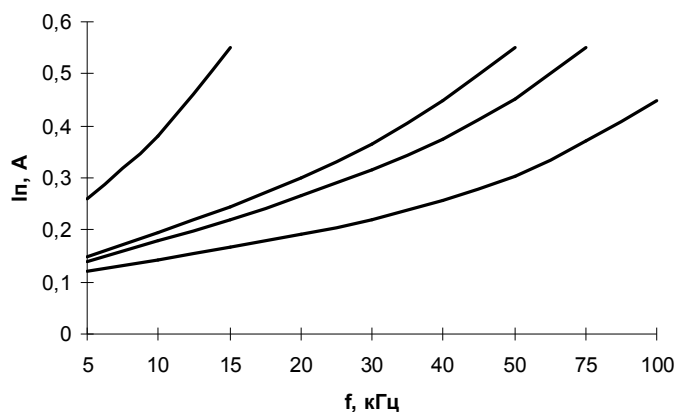


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

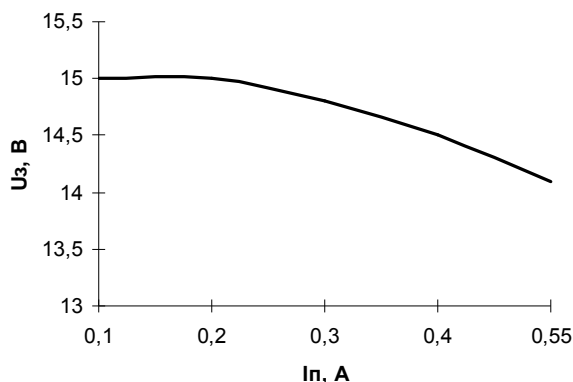


Рисунок 7 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

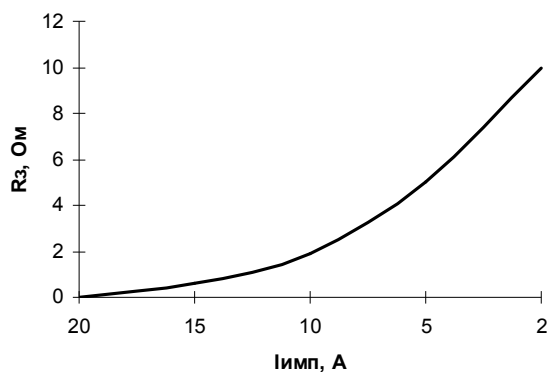


Рисунок 8 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

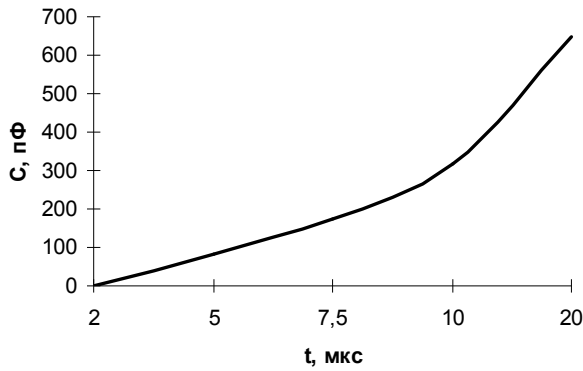


Рисунок 9 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости C_b

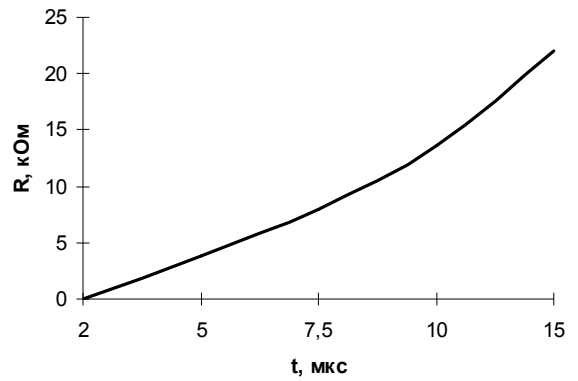


Рисунок 10 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов R_{dt}

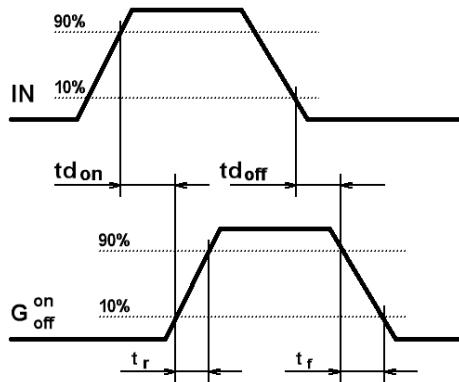


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

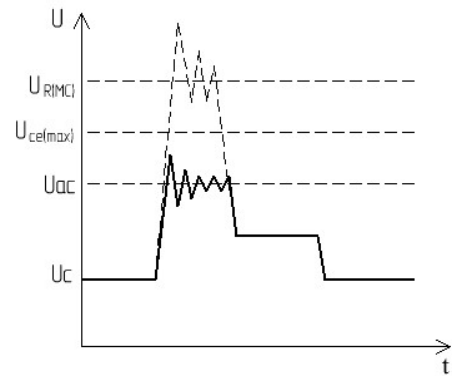


Рисунок 12 – График работы драйвера при срабатывании защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора где U_{ac} – напряжение срабатывания защиты от перенапряжения; $U_{ce(max)}$ – максимальное напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора, $U_{r(mc)}$ - максимально допустимое 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:	
- диапазон частот, Гц;	0,5 - 100
- амплитуда ускорения, m/c^2 (g)	150 (15)
Механический удар одиночного действия:	
- пиковое ударное ускорение, m/c^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; - предельная, °С	минус 45 минус 60
Повышенная температура окружающей среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+85 +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 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.

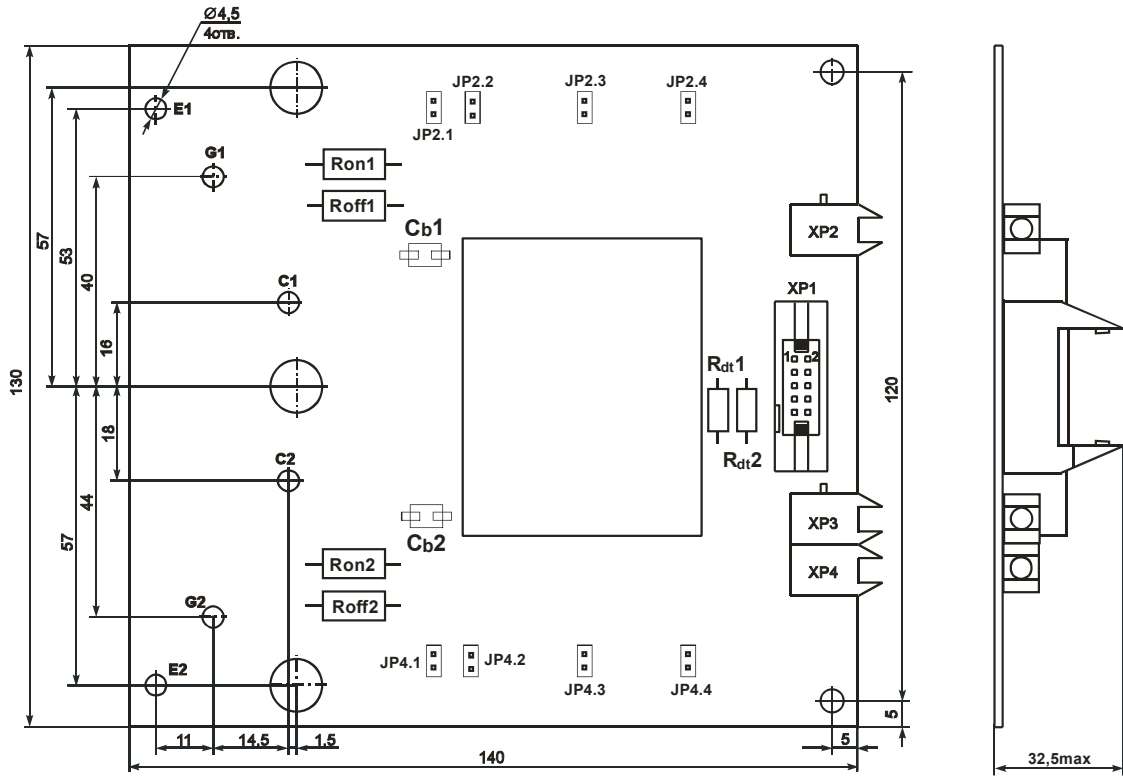


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

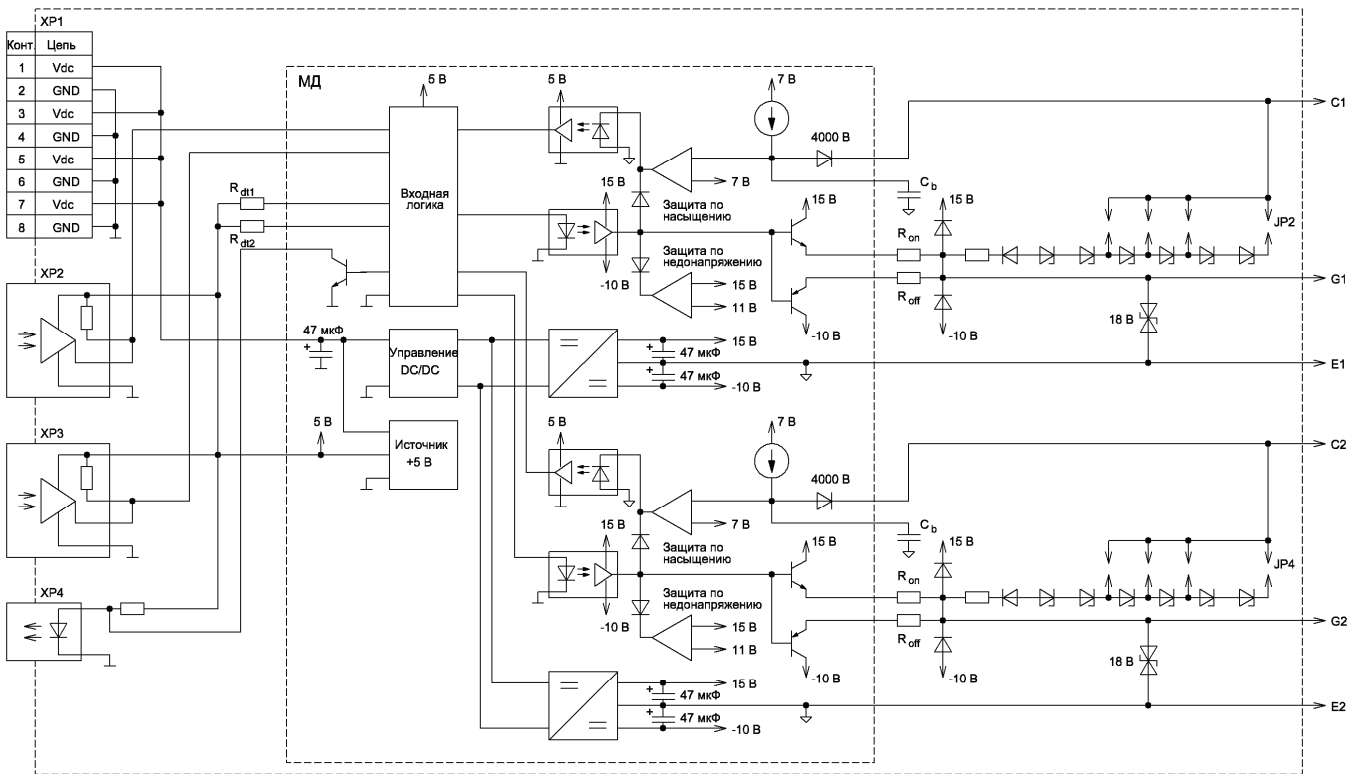


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

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_S	В	13,5	15	16,5	
Ток потребления холостого хода	I_S	мА		180	200	$f_{\text{упр}} = 0$ Гц
Максимальный ток потребления	$I_{S \text{ max}}$	мА			550	под нагрузкой см. рисунки 5 и 6
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	$P_{\text{DC-DC}}$	Вт	3			для каждого канала
Параметры монитора напряжения						
Порог включения защиты	$U_{\text{UVLO-}}$	В		11		выход DC-DC
Порог выключения защиты	$U_{\text{UVLO+}}$	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_d (in-out)	мкс			0,5	см. рисунок 11
«Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов	t_{TD}	мкс	2			настраивается потребителем; см. рисунок 10
Максимальная рабочая частота	f_{max}	кГц			100	без нагрузки; см. рисунки 5 и 6
Время задержки срабатывания защиты по ненасыщению	t_{BLOCK1}	мкс	2			настраивается потребителем; см. рисунок 9
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	$t_{d(\text{on-err})}$	мкс			2	
Выходные параметры						
Выходное напряжение высокого уровня	U_{OH}	В	+12	+15	+18	во всем диапазоне допустимых

Выходное напряжение низкого уровня	U_{OL}	В	-8	-10	-12	нагрузок
Максимальный выходной импульсный ток включения	$I_{Omax\ on}$	А	+18	20		настраивается потребителем; см. рисунок 8
Максимальный выходной импульсный ток выключения	$I_{Omax\ off}$	А		-22	-18	
Средний выходной ток	I_O	мА			130	на каждый канал
Время нарастания и спада выходного сигнала	$t_r(f)$	нс			150	см. рисунок 11
Напряжение насыщения, соответствующее срабатыванию защиты по ненасыщению	U_{Mc}^{Th}	В			5,0	
Расстояние передачи статусного сигнала	L_{err}	м	25			
Параметры изоляции						
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 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	
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
				2000		установлен JP2(4).3
				3000		установлен JP2(4).4
Параметры управляемого транзистора						
Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора	$U_{CE}(U_{DS})$	В			3300	
Параметры эксплуатации и хранения						
Рабочий диапазон температур	T_A	°С	-45		+85	
Температура хранения	T_S	°С	-60		+100	

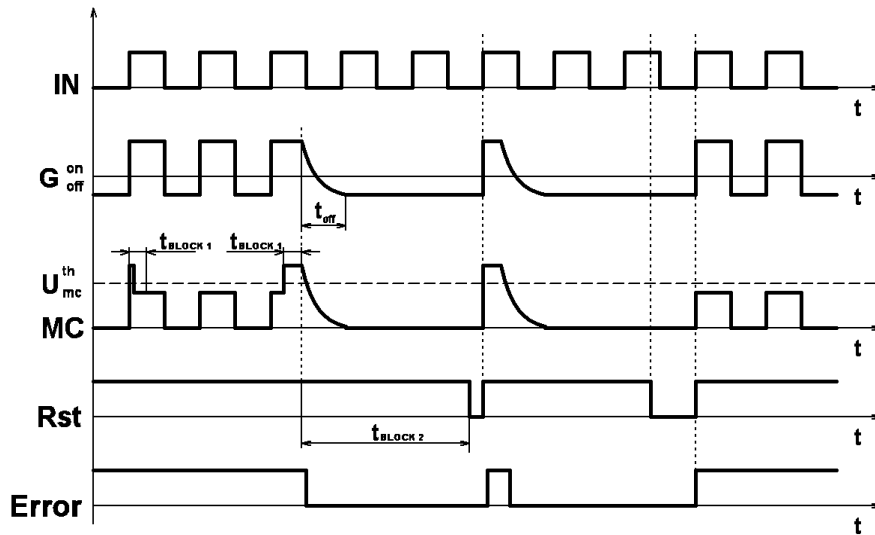
5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

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» перестает 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_{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 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»

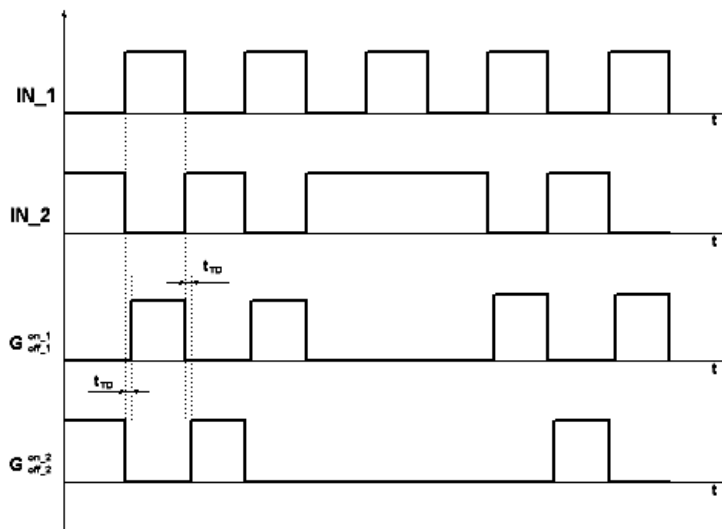


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

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 развязана 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 переключки. 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_{б1}, С_{б2} – 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 закортить 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

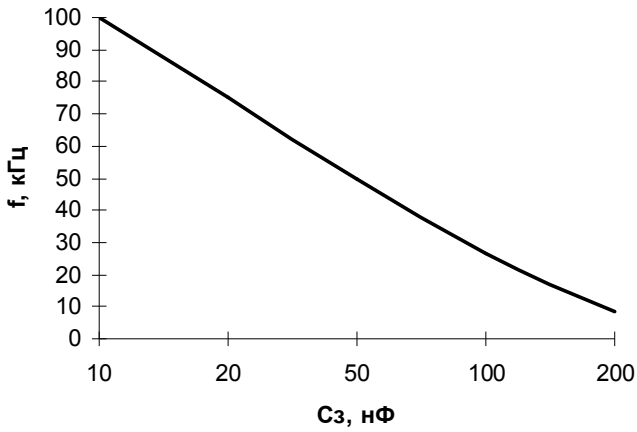


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

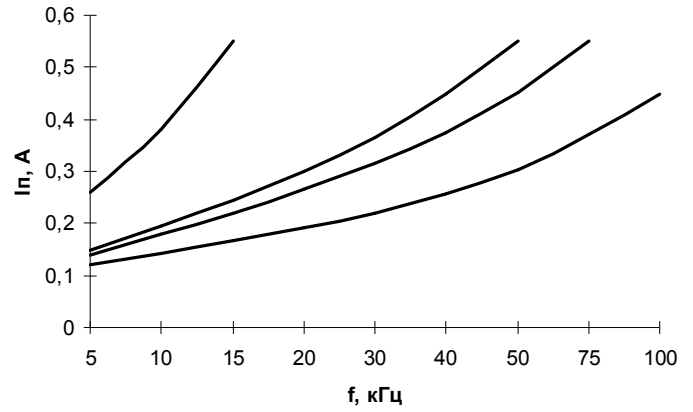


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

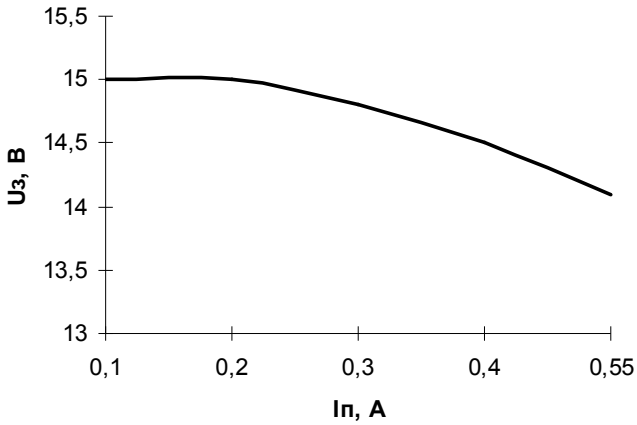


Рисунок 7 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

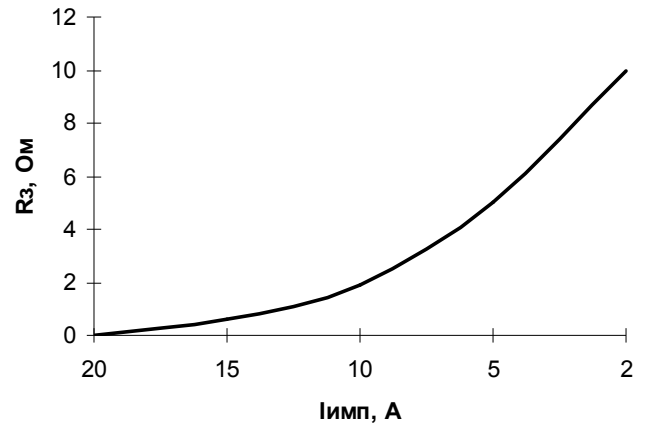


Рисунок 8 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

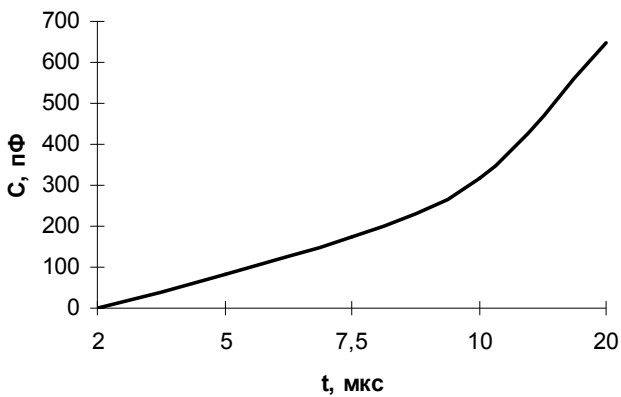


Рисунок 9 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости C_b

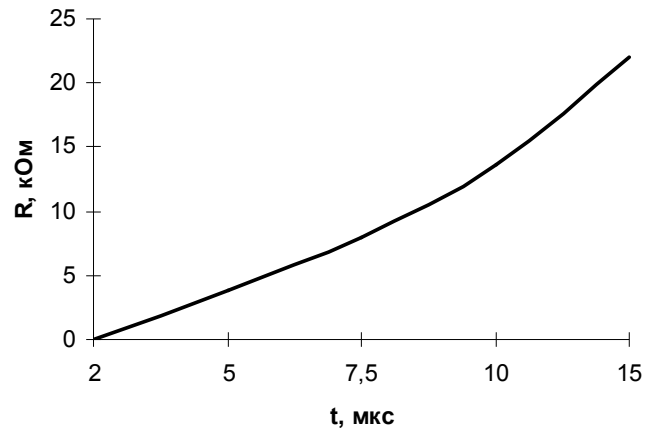


Рисунок 10 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов R_{dt}

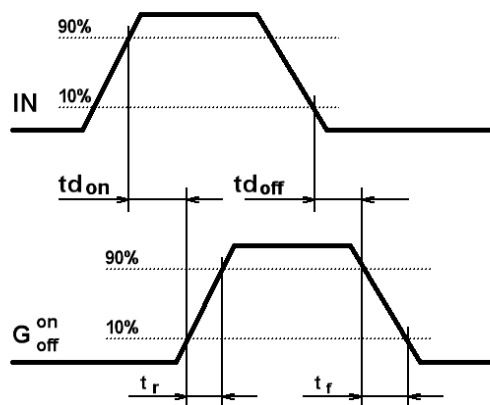


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера
 где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

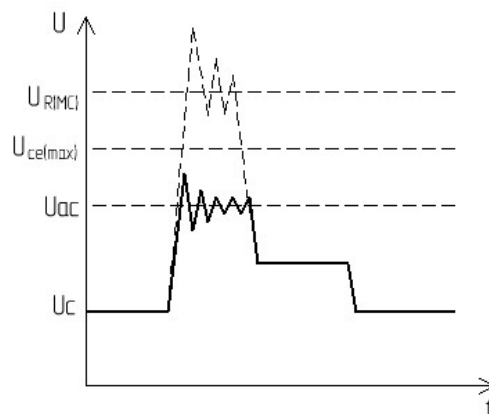


Рисунок 12 – График работы драйвера при срабатывании защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора
 где U_{ac} – напряжение срабатывания защиты от перенапряжения; $U_{ce(max)}$ – максимальное напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора, $U_{r(mc)}$ – максимально допустимое 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; - амплитуда ускорения, m/c^2 (g)	0,5 - 100 150 (15)
Механический удар одиночного действия: - пиковое ударное ускорение, m/c^2 (g); - длительность импульса ударного ускорения, мс	40 (4) 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

DP2180П–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 (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.

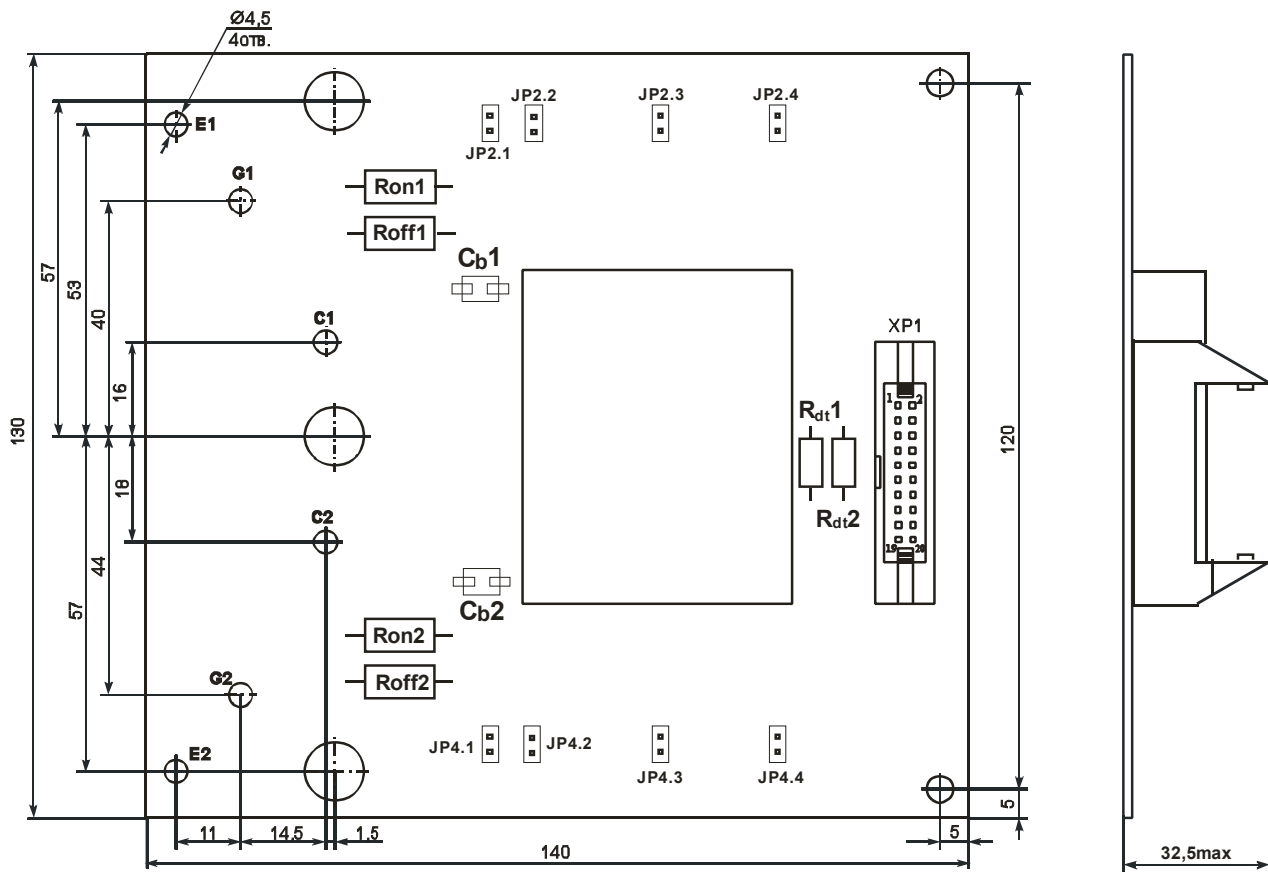


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

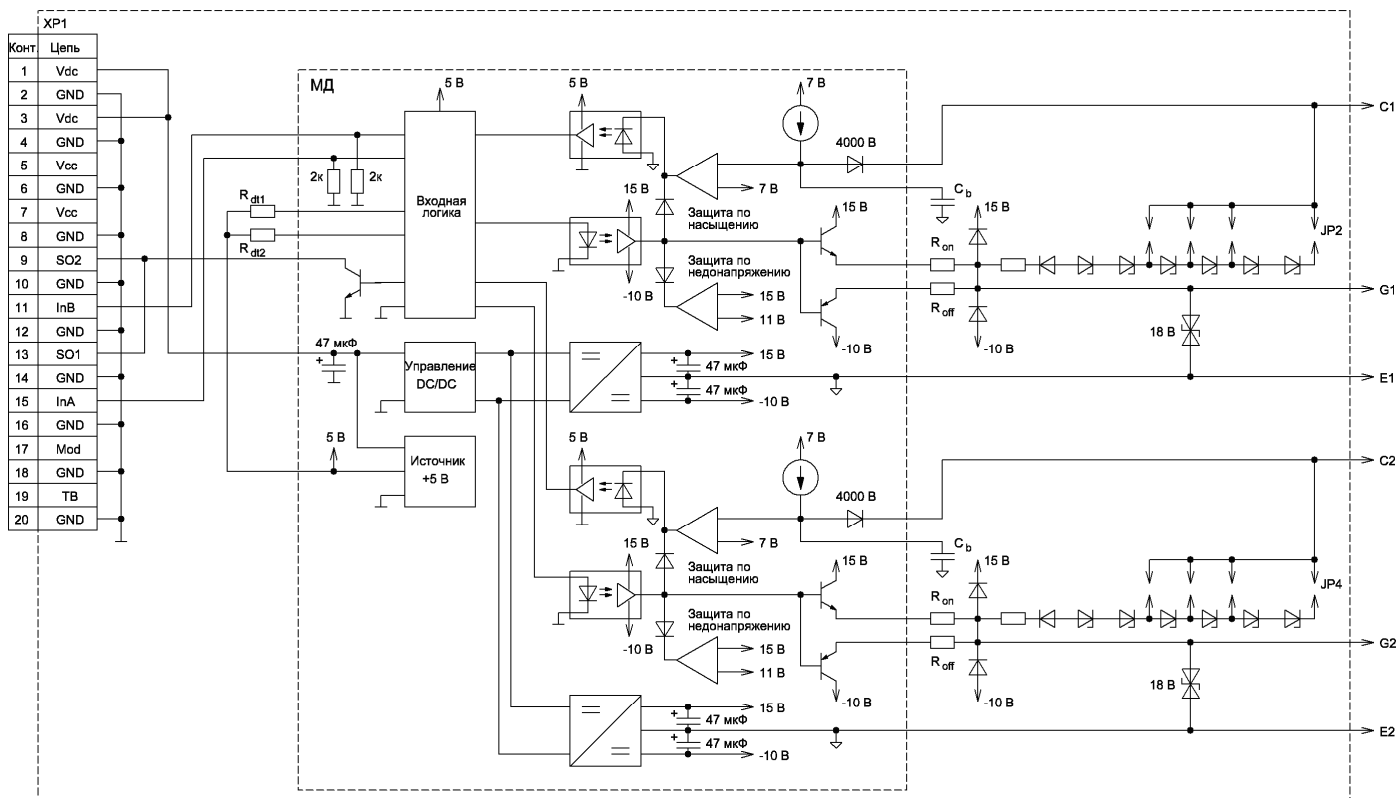


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

XP1 – вилка IDCC-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	Вывод 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	Вывод 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_S	В	13,5	15	16,5	
Ток потребления холостого хода	I_S	мА		80	120	$f_{упр} = 0$ Гц
Максимальный ток потребления	$I_{S\max}$	мА			550	под нагрузкой см. рисунки 5 и 6
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	P_{DC-DC}	Вт	3			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	
Входное напряжение низкого уровня	U_{IL}	В	-0,6	0	0,8	
Входное сопротивление	R_{IN}	кОм		2		
Временные параметры						
Время задержки включения и выключения вход-выход	t_d (in-out)	мкс			0,5	см. рисунок 11
«Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов	t_{TD}	мкс	2			настраивается потребителем; см. рисунок 10
Максимальная рабочая частота	f_{\max}	кГц			100	без нагрузки; см. рисунки 5 и 6

Время задержки срабатывания защиты по ненасыщению	t_{BLOCK1}	мкс	2			настраивается потребителем; см. рисунок 9
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	+18	20		настраивается потребителем; см. рисунок 8
Максимальный выходной импульсный ток выключения	$I_{Omax\ off}$	А		-22	-18	
Средний выходной ток	I_O	мА			130	на каждый канал
Время нарастания и спада выходного сигнала	$t_r(f)$	нс			150	см. рисунок 11
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 $I_{ERR} = 20\ мА$
Напряжение насыщения, соответствующее срабатыванию защиты по ненасыщению	$U_{Mс}^{Th}$	В			5,0	
Параметры изоляции						
Максимально допустимое 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 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	
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
				2000		установлен JP2(4).3
				3000		установлен JP2(4).4
Параметры управляемого транзистора						
Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора	$U_{CE} (U_{DS})$	В			3300	
Параметры эксплуатации и хранения						
Рабочий диапазон температур	T_A	°С	-45		+85	
Температура хранения	T_s	°С	-60		+100	

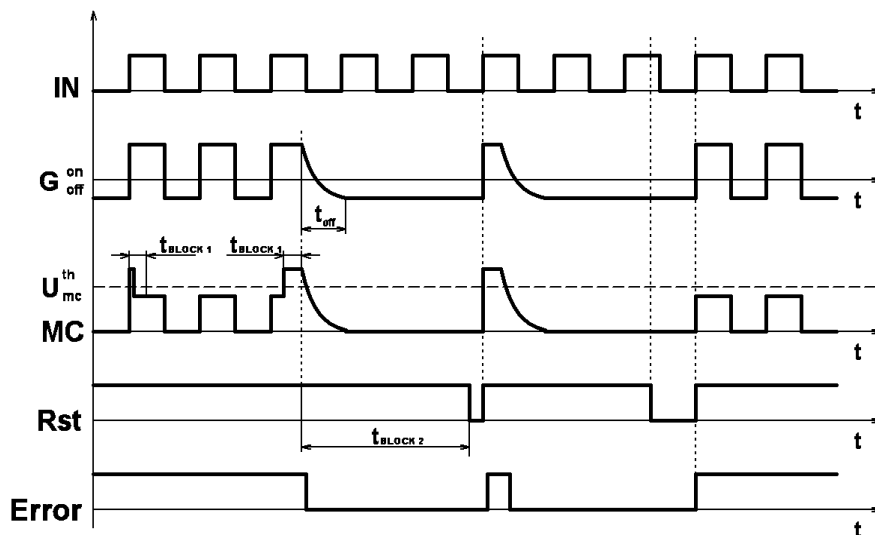
5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

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.

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



Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

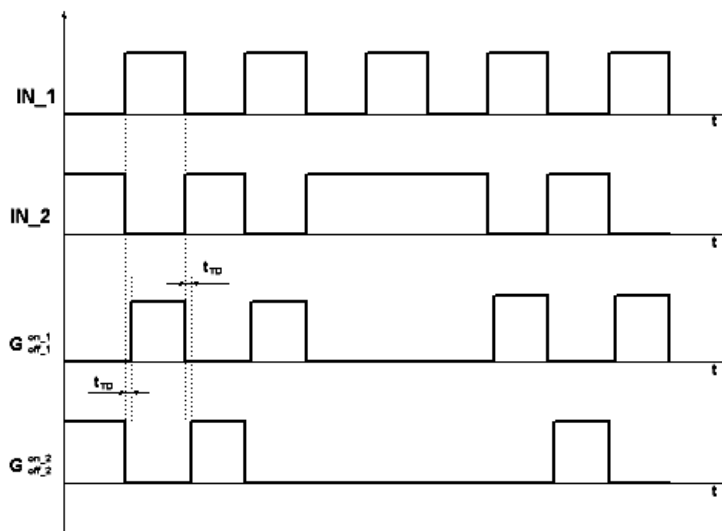


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

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 – выходы, 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 «U_{uvlo+}»), 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_{uvlo-}» 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 развязана 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_{b1}, C_{b2} – 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.

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 закортить 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

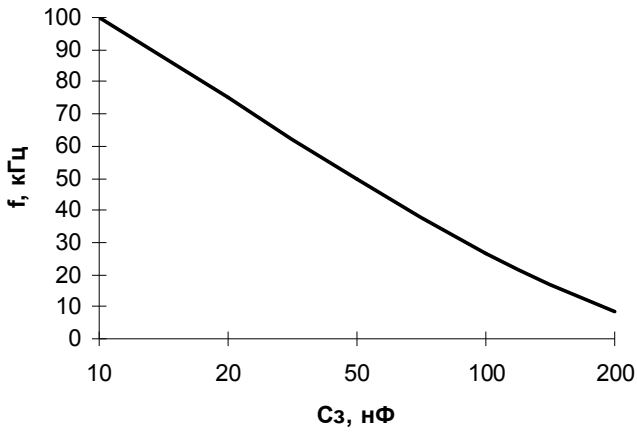


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

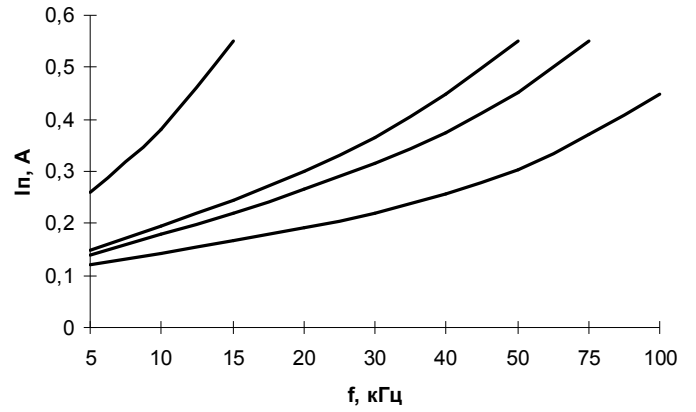


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

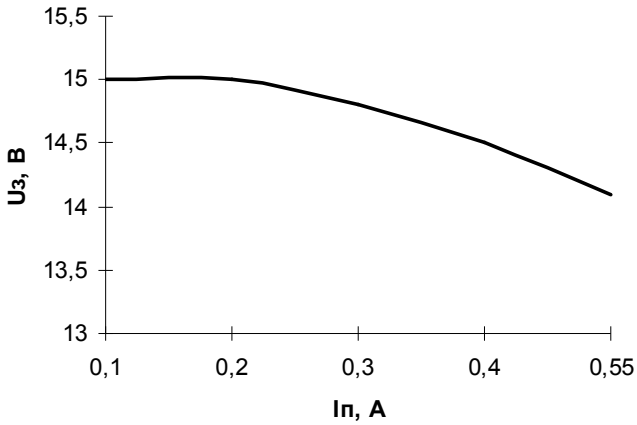


Рисунок 7 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

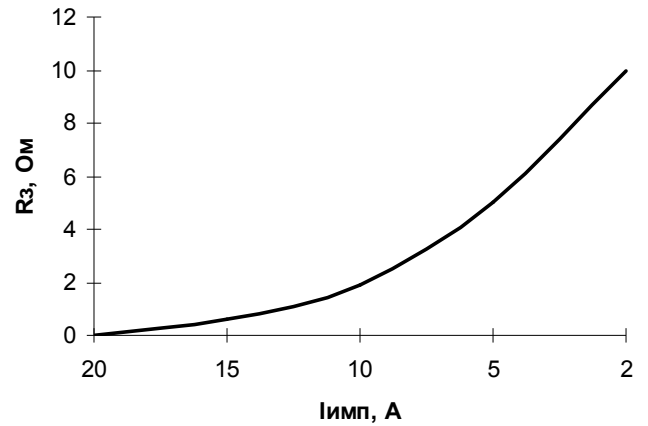


Рисунок 8 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

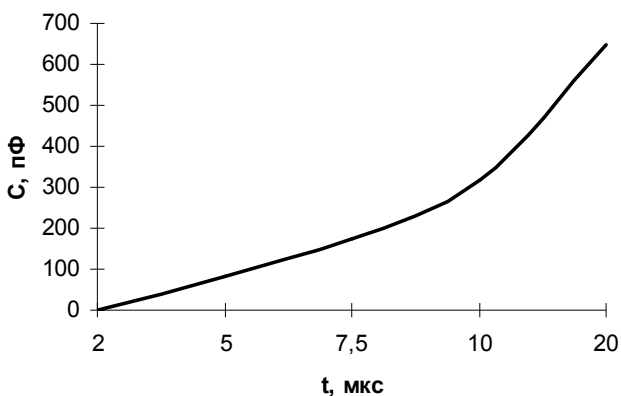


Рисунок 9 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости C_b

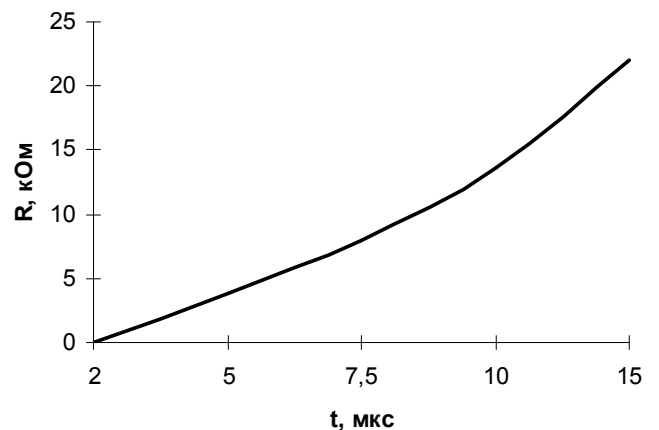


Рисунок 10 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов R_{dt}

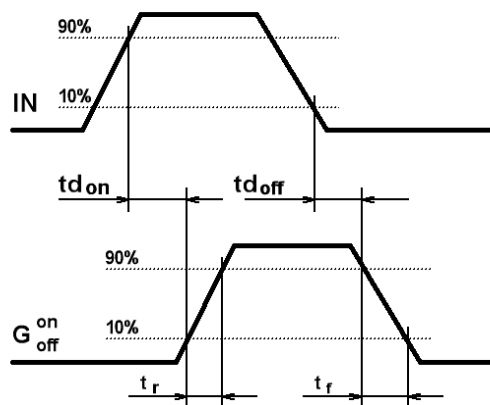


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера
 где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

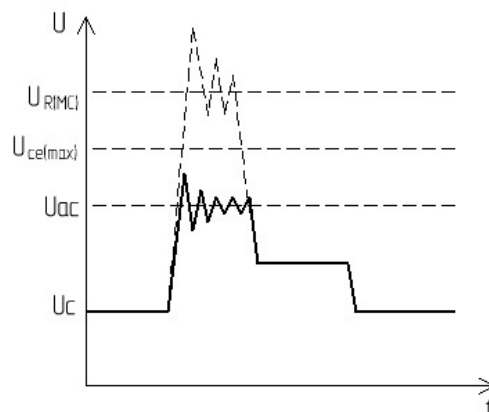


Рисунок 12 – График работы драйвера при срабатывании защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора
 где Uac – напряжение срабатывания защиты от перенапряжения; Uce(max) – максимальное напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора, U_r(mc) – максимально допустимое обратное напряжение 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; - амплитуда ускорения, м/с ² (g)	0,5 - 100 150 (15)
Механический удар одиночного действия: - пиковое ударное ускорение, м/с ² (g); - длительность импульса ударного ускорения, мс	40 (4) 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 (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.

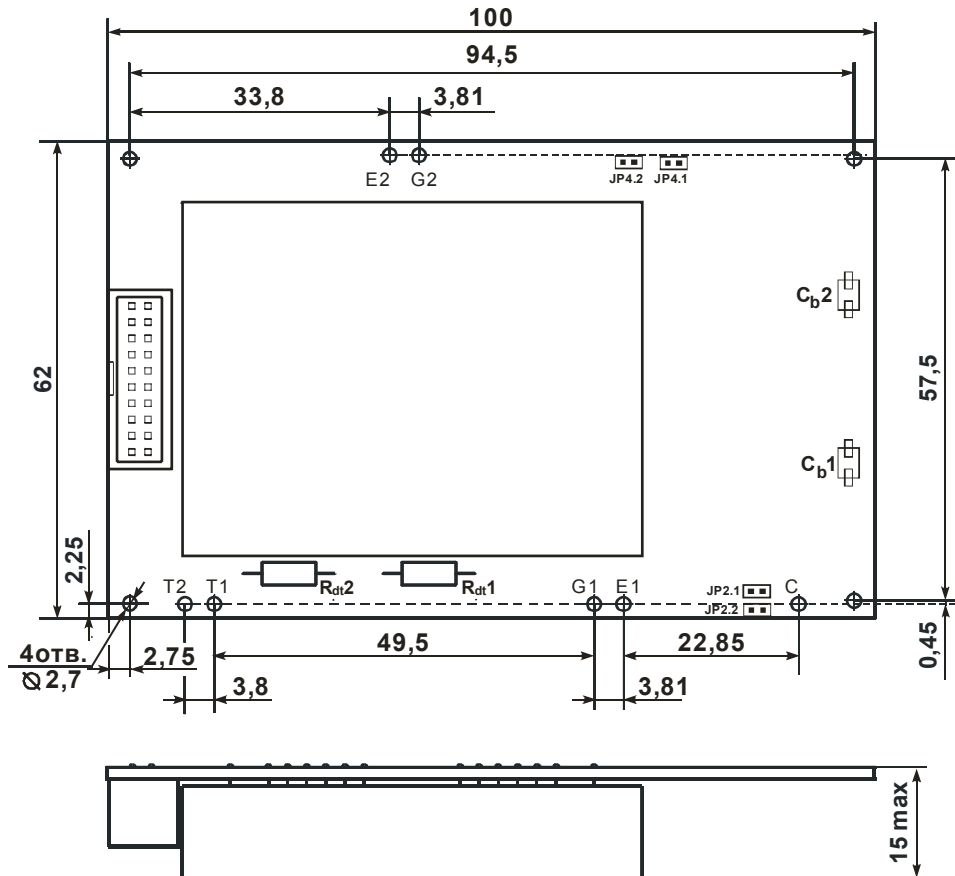


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

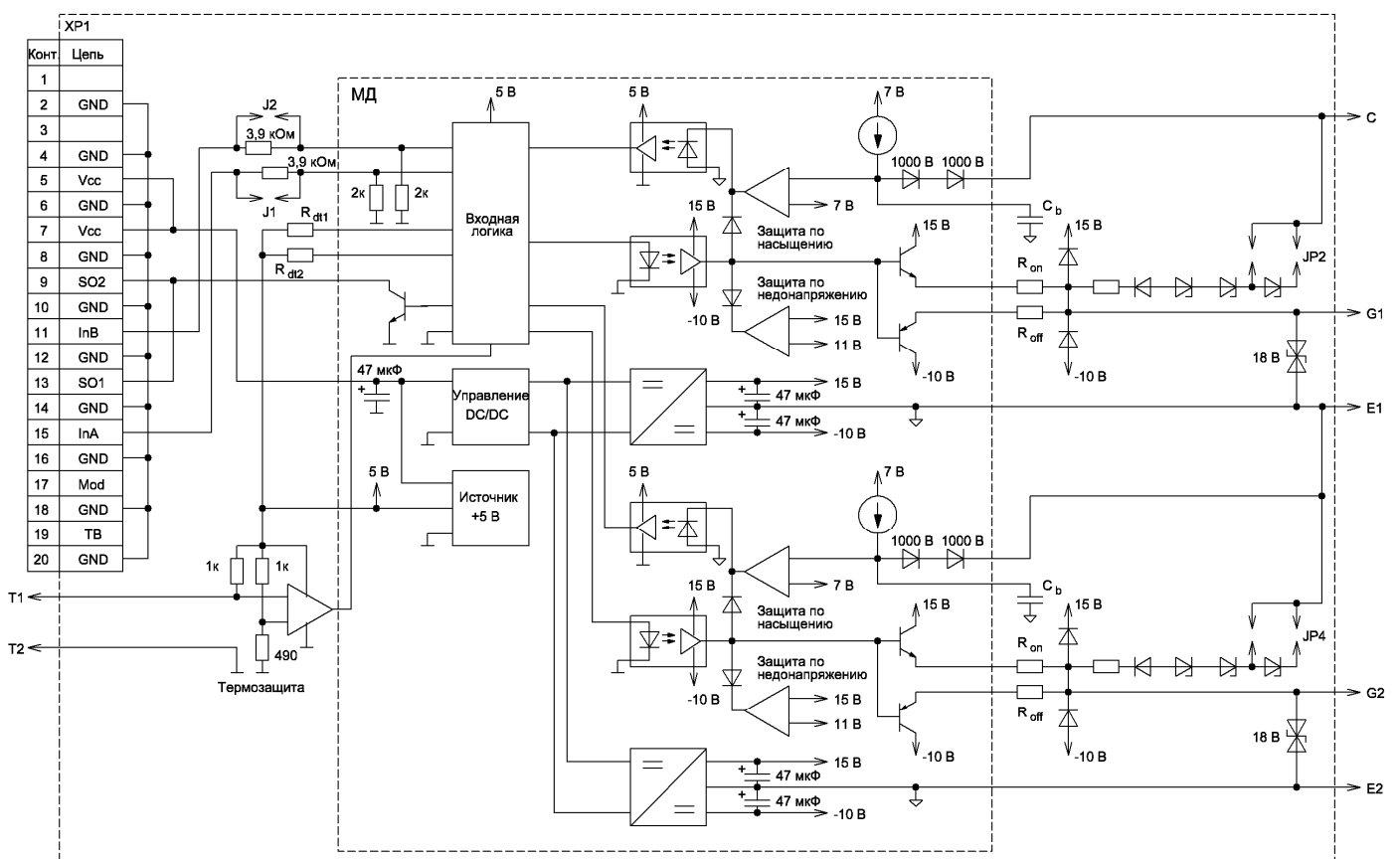


Рисунок 2– Функциональная схема драйвер

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	Вывод 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	Вывод 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_S	В	13,5	15	16,5	
Ток потребления холостого хода	I_S	мА		90	120	$f_{\text{упр}} = 0$ Гц
Максимальный ток потребления	$I_{S\text{max}}$	мА			550	под нагрузкой см. рисунки 5 и 6
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	$P_{\text{DC-DC}}$	Вт	3			для каждого канала
Параметры монитора напряжения						
Порог включения защиты	$U_{\text{UVLO-}}$	В		11		выход DC-DC
Порог выключения защиты	$U_{\text{UVLO+}}$	В		12		
Параметры температурной защиты						
Сопротивление терморезистора соот. срабатыванию защиты	R_t	Ом		490		
Температура модуля, соот. срабатыванию защиты	T_B	°C		95		
Гистерезис температурной защиты	η	%	10	13		
Параметры входов управления						
Входное напряжение высокого уровня	U_{IH}	В	3	5	5,6	Перемычки J1, J2 установлены
Входное напряжение низкого уровня	U_{IL}	В	-0,6	0	0,8	
Входное сопротивление	R_{IN}	кОм		2		
Входное напряжение высокого уровня	U_{IH}	В	9	15	16,8	Перемычки J1, J2 не установлены
Входное напряжение низкого уровня	U_{IL}	В	-0,6	0	2,4	
Входное сопротивление	R_{IN}	кОм		5,9		

Временные параметры						
Время задержки включения и выключения вход-выход	t_d (in-out)	мкс			0,5	см. рисунок 11
«Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов	t_{TD}	мкс	2			настраивается потребителем; см. рисунок 10
Максимальная рабочая частота	f_{max}	кГц			100	без нагрузки; см. рисунки 5 и 6
Время задержки срабатывания защиты по ненасыщению	t_{BLOCK1}	мкс	2			настраивается потребителем; см. рисунок 9
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	+18	20		настраивается потребителем; см. рисунок 8
Максимальный выходной импульсный ток выключения	$I_{Omax\ off}$	А		-22	-18	
Средний выходной ток	I_O	мА			130	на каждый канал
Время нарастания и спада выходного сигнала	$t_r(f)$	нс			150	см. рисунок 11
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_{OERR}	В		0,3	0,7	при $I_{ERR} = 20$ мА
Напряжение насыщения, соответствующее срабатыванию защиты по ненасыщению	U_{mc}^{Th}	В			5,8	настраивается потребителем, см. таблицу 3
Параметры изоляции						
Максимально допустимое обратное напряжение на коллекторе	U_C	В			2000	
Напряжение изоляции между входом и выходом	$U_{ISO(N-OUT)}$	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 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	°С	-45		+85	
Температура хранения	T_S	°С	-60		+100	

5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

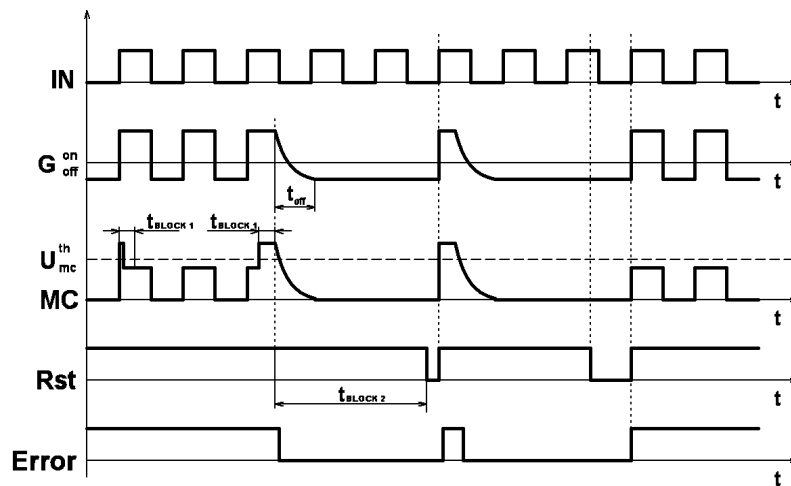
Подача «лог.1» на управляющий вход «INa» или «INb» приведет к открытию соответствующего управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более, чем на U_{mc}^{Th} за время, превышающее t_{BLOCK1} приведет к срабатыванию защиты по превышению падения напряжения в открытом состоянии (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»

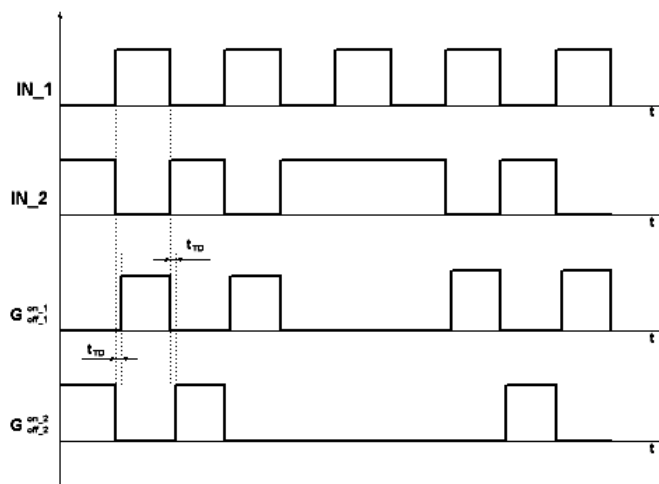


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

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 развязана 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 переключки. 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_{b1}, C_{b2} – 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 – выходы 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.

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 – переключки 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

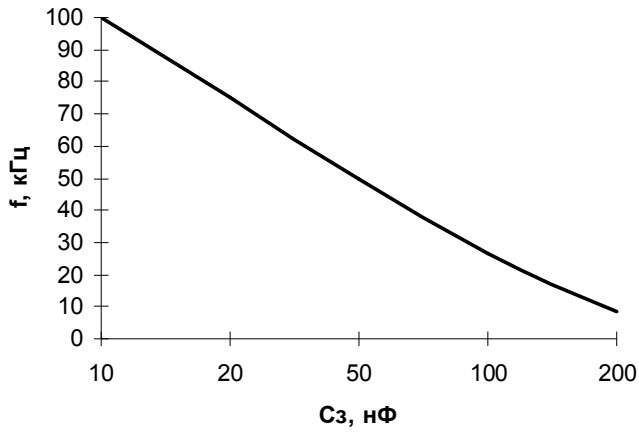


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

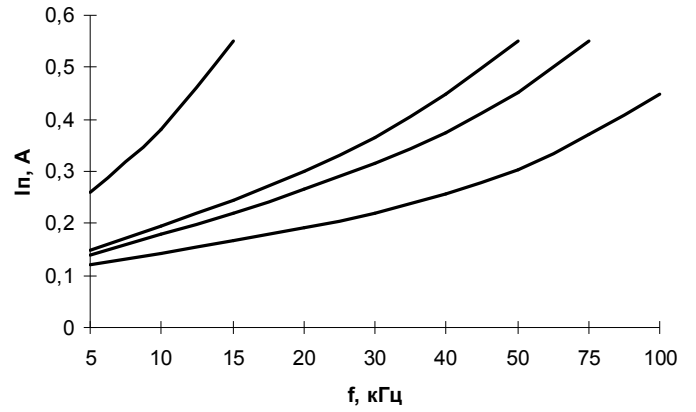


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

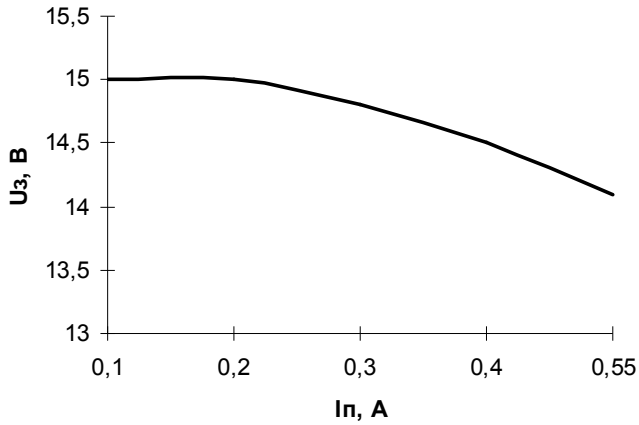


Рисунок 7 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

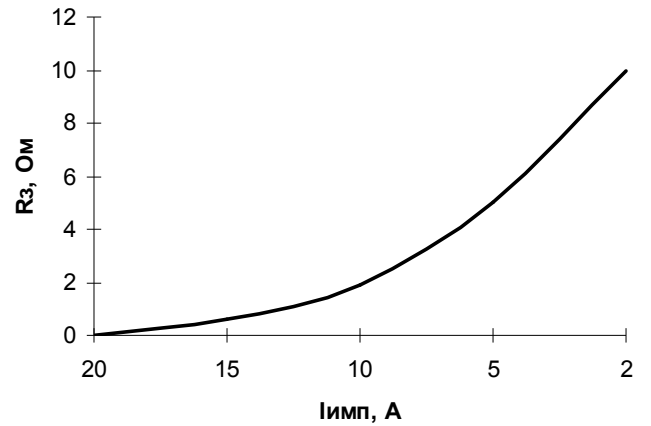


Рисунок 8 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

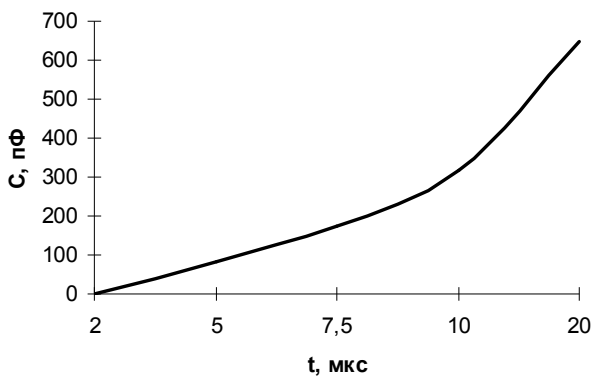


Рисунок 9 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости C_b

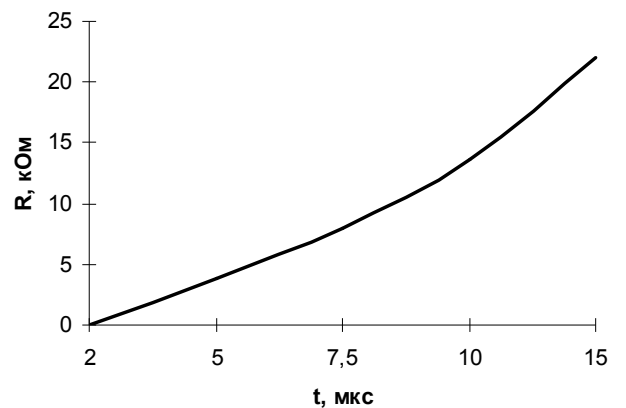


Рисунок 10 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов R_{dt}

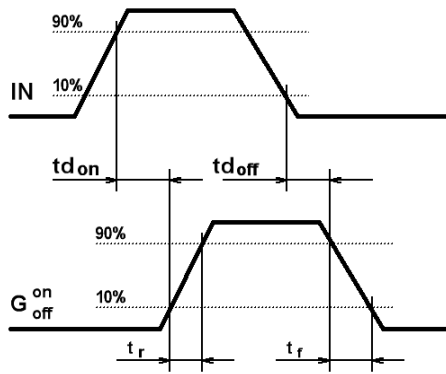


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера
 где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

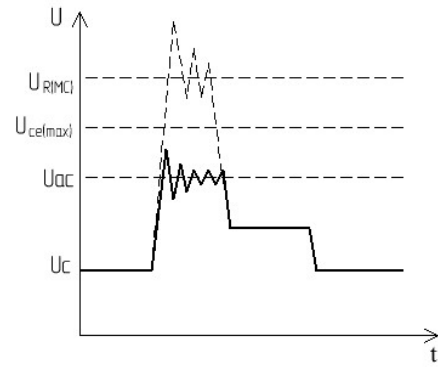


Рисунок 12 – График работы драйвера при срабатывании защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора
 где U_{ac} – напряжение срабатывания защиты от перенапряжения; $U_{ce(max)}$ – максимальное напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора, $U_r(mс)$ - максимально допустимое обратное 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/c^2 (g)	150 (15)
Механический удар одиночного действия:	
- пиковое ударное ускорение, m/c^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.

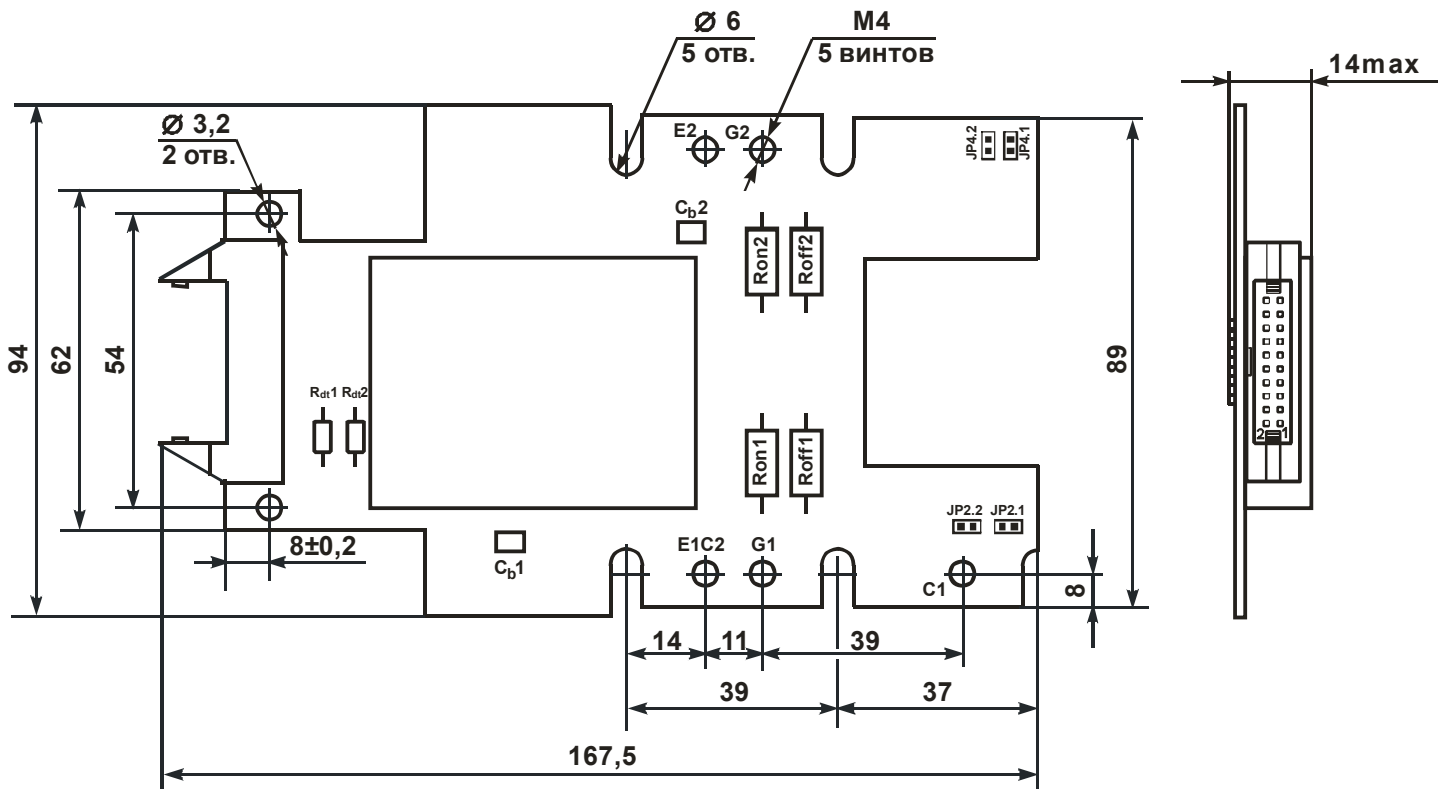


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

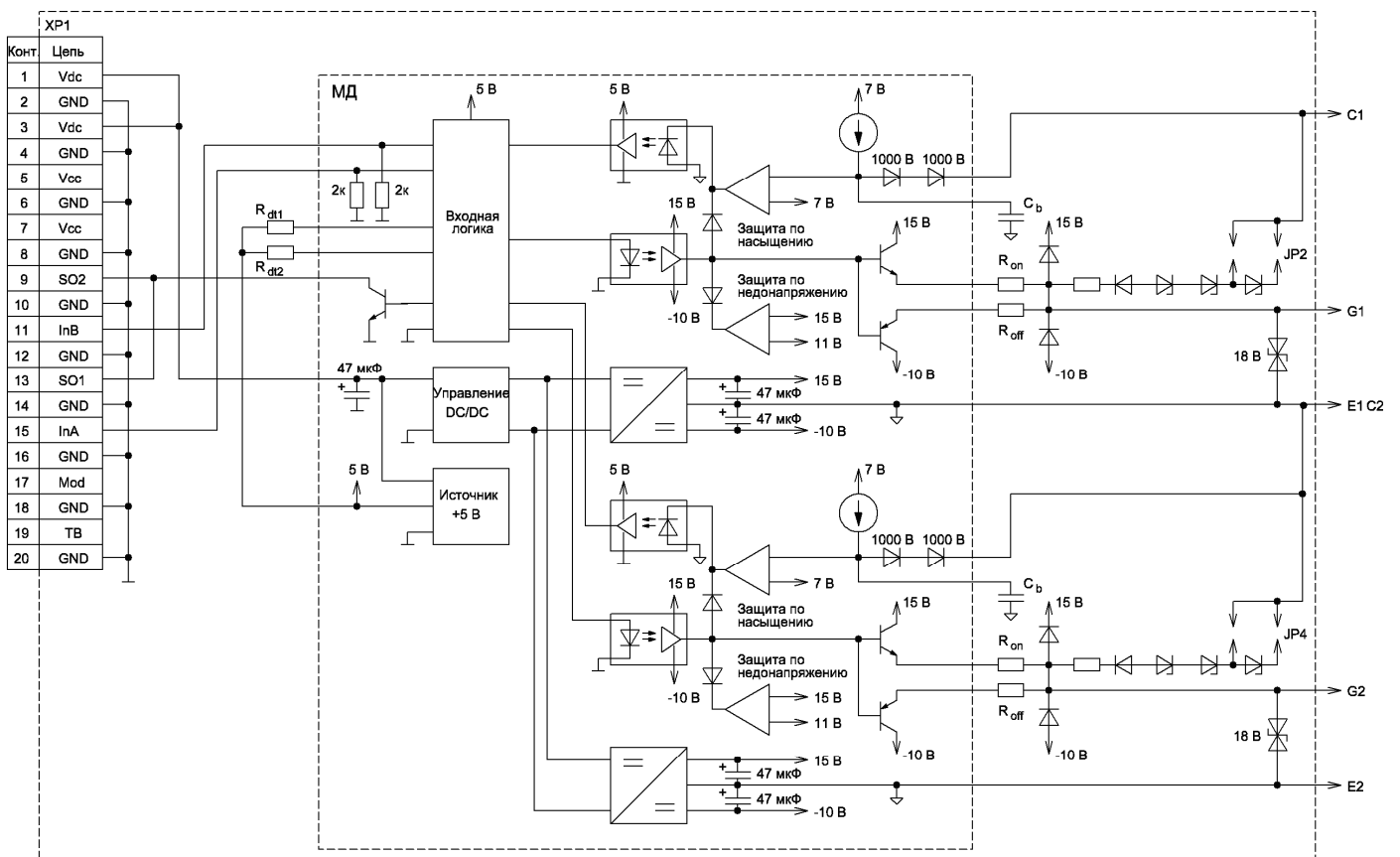


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

XP1 – вилка IDCC-20MR; 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	Вывод 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	Вывод 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_S	В	13,5	15	16,5	
Ток потребления холостого хода	I_S	мА		80	120	$f_{упр} = 0$ Гц
Максимальный ток потребления	$I_{S\max}$	мА			550	под нагрузкой см. рисунки 5 и 6
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	P_{DC-DC}	Вт	3			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	
Входное напряжение низкого уровня	U_{IL}	В	-0,6	0	0,8	
Входное сопротивление	R_{IN}	кОм		2		
Временные параметры						
Время задержки включения и выключения вход-выход	t_d (in-out)	мкс			0,5	см. рисунок 11
«Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов	t_{TD}	мкс	2			настраивается потребителем; см. рисунок 10
Максимальная рабочая частота	f_{\max}	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_{BLOCK1}	мкс	2			настраивается потребителем; см. рисунок 9
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	+18	20		настраивается потребителем; см. рисунок 8
Максимальный выходной импульсный ток выключения	$I_{Omax\ off}$	А		-22	-18	
Средний выходной ток	I_O	мА			130	на каждый канал
Время нарастания и спада выходного сигнала	$t_r(f)$	нс			150	см. рисунок 11
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 $I_{ERR} = 20\ мА$
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	°С	-45		+85	
Температура хранения	T_S	°С	-60		+100	

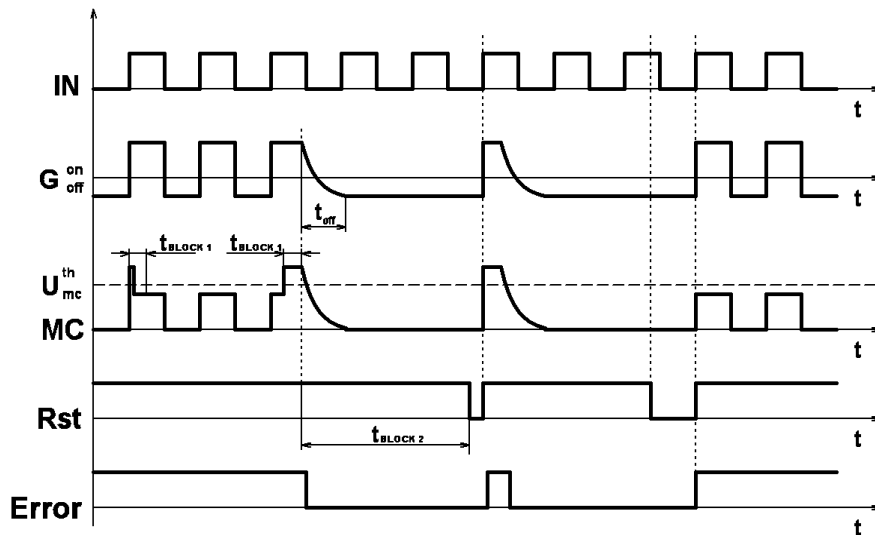
5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

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.

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



Rst – Периодический внутренний сигнал сброса «аварии»

Рисунок 3 – Функциональная диаграмма работы драйвера при «аварии»

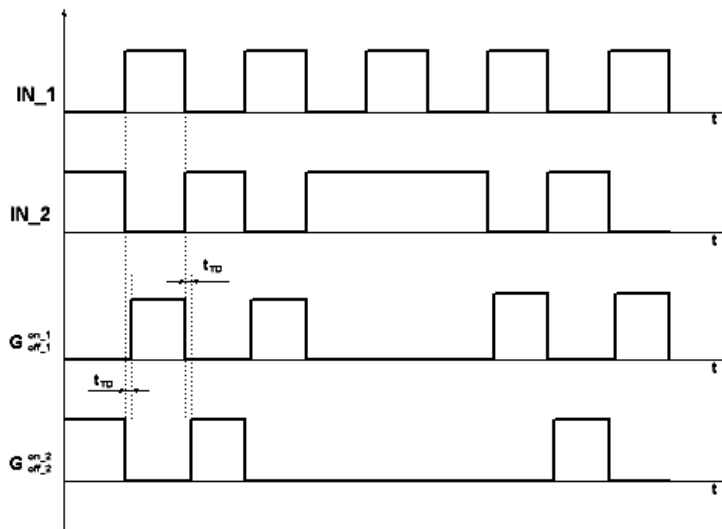


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

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 – выходы, 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 «U_{uvlo+}»), 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_{uvlo-}» 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 развязана 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_{b1}, C_{b2} – 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.

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 закортить 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

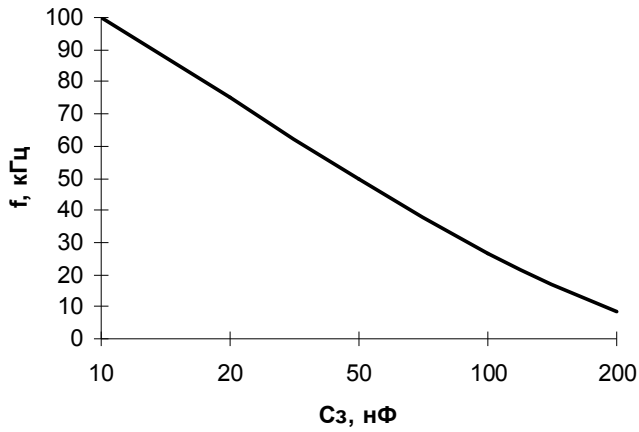


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

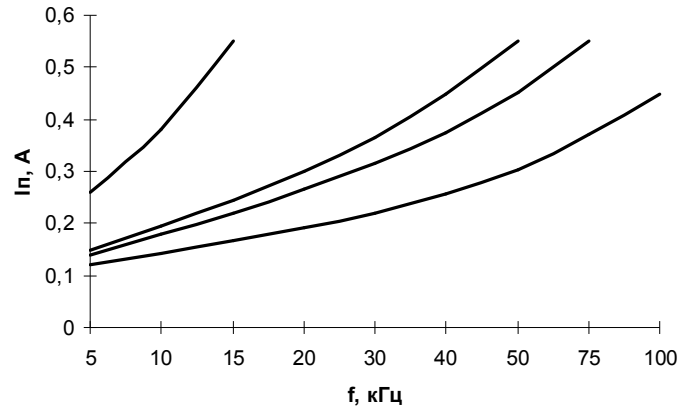


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

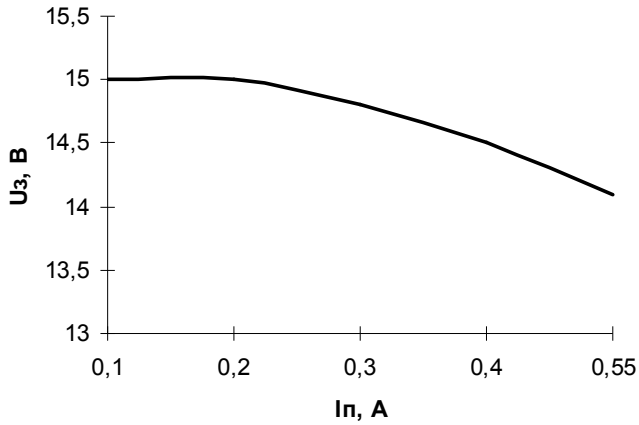


Рисунок 7 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

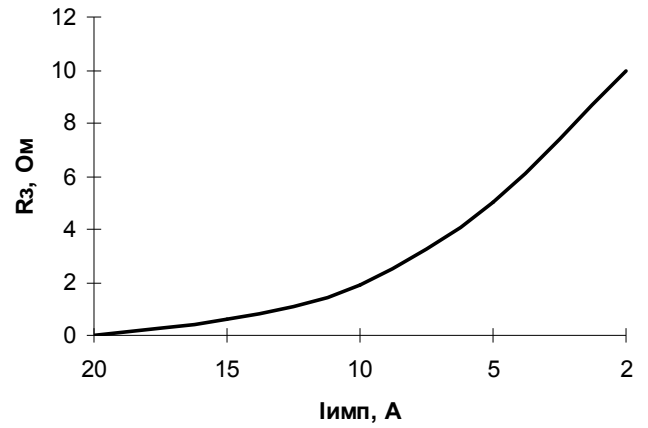


Рисунок 8 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

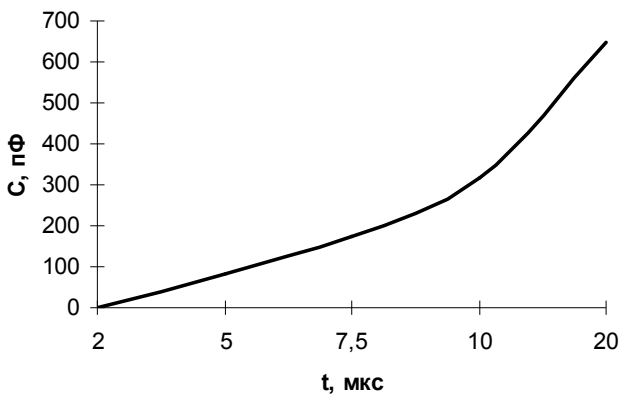


Рисунок 9 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости C_b

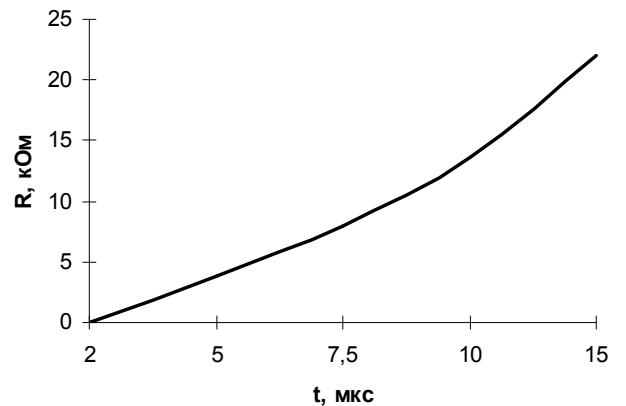


Рисунок 10 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов R_{dt}

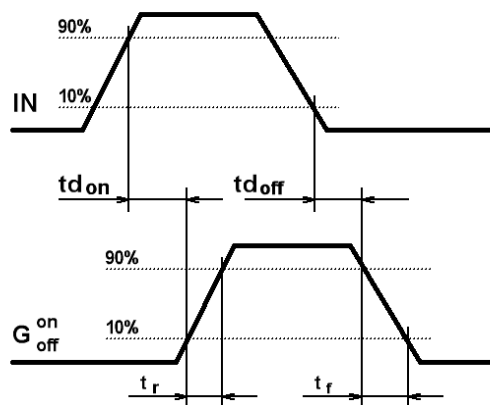


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера
 где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

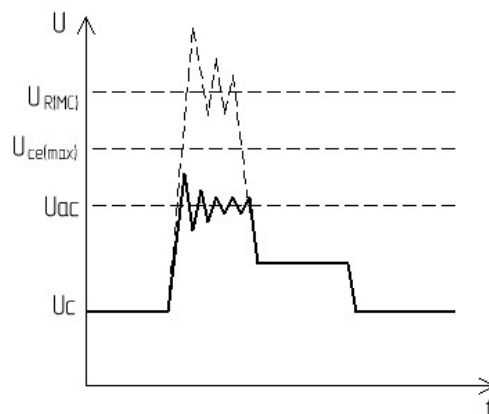


Рисунок 12 – График работы драйвера при срабатывании защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора
 где Uac – напряжение срабатывания защиты от перенапряжения; Ucel(max) – максимальное напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора, U_r(mc) – максимально допустимое обратное напряжение 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; - амплитуда ускорения, м/с ² (g)	0,5 - 100 150 (15)
Механический удар одиночного действия: - пиковое ударное ускорение, м/с ² (g); - длительность импульса ударного ускорения, мс	40 (4) 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

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.

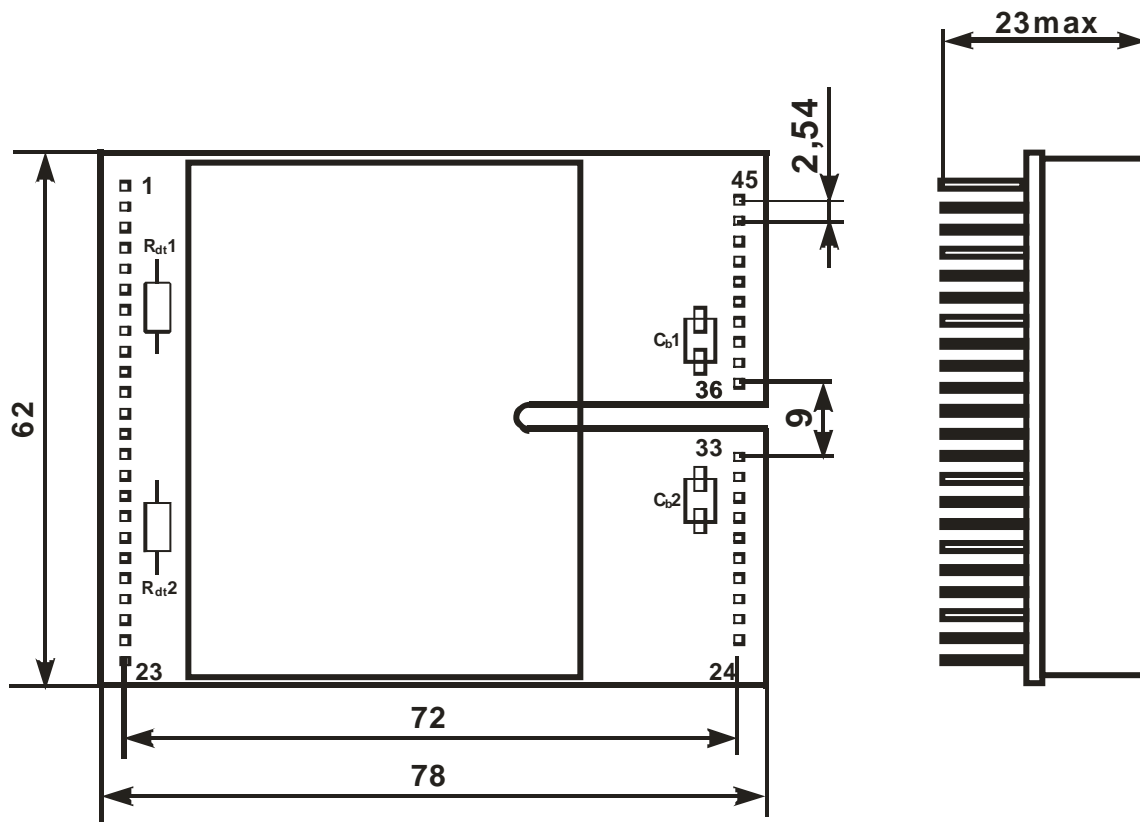


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

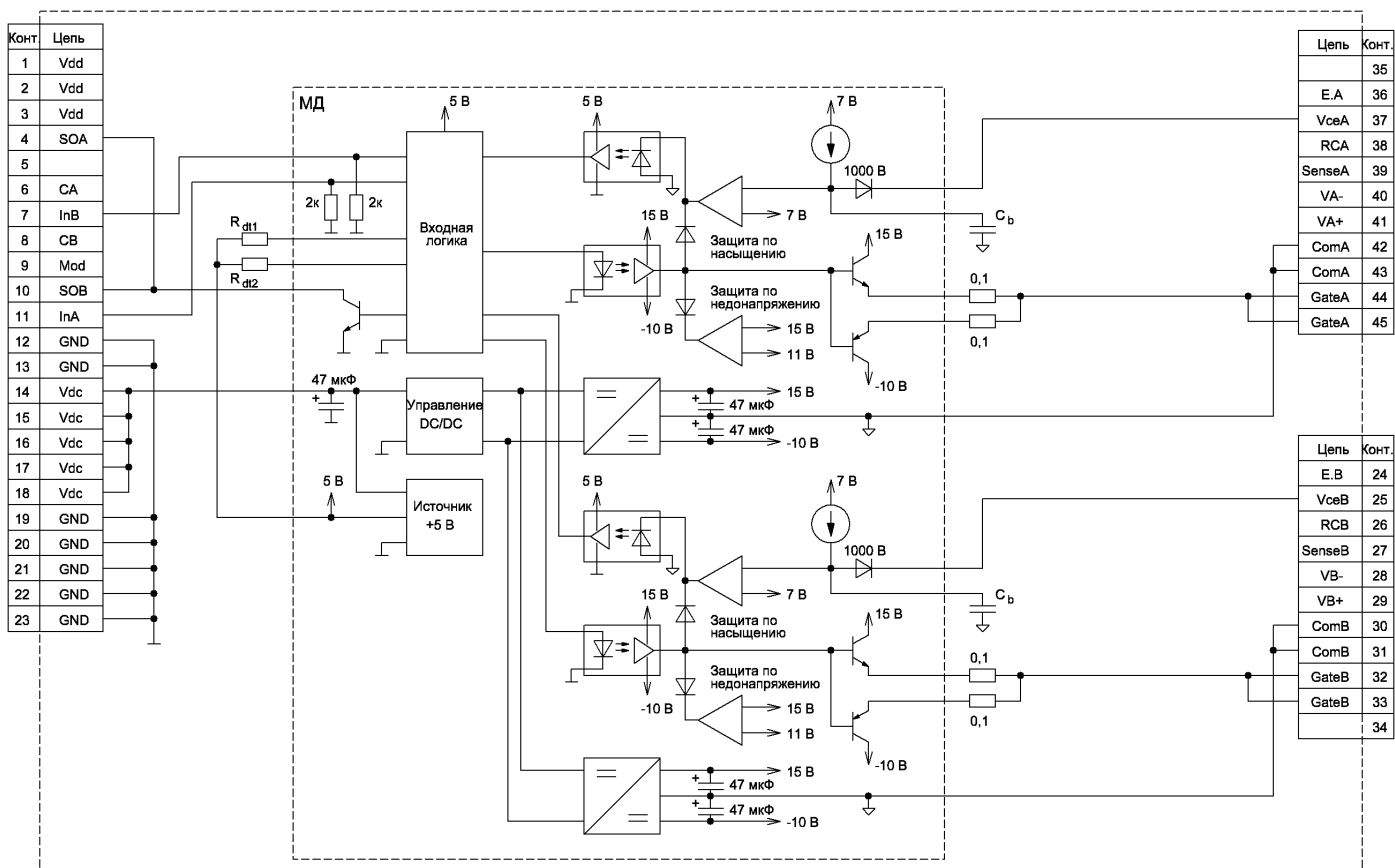


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

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 $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$)

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	I_S	мА		80	120	$f_{упр} = 0\text{ Гц}$
Максимальный ток потребления	$I_{S\text{ max}}$	мА			550	под нагрузкой см. рисунки 5 и 6
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	P_{DC-DC}	Вт	3			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	
Входное напряжение низкого уровня	U_{IL}	В	-0,6	0	0,8	
Входное сопротивление	R_{IN}	кОм		2		
Временные параметры						
Время задержки включения и выключения вход-выход	$t_d\text{ (in-out)}$	мкс			0,5	см. рисунок 11
«Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов	t_{TD}	мкс	2			настраивается потребителем; см. рисунок 10
Максимальная рабочая частота	f_{max}	кГц			100	без нагрузки; см. рисунки 5 и 6
Время задержки срабатывания защиты по ненасыщению	t_{BLOCK1}	мкс	2			настраивается потребителем; см. рисунок 9
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	+18	20		настраивается потребителем; см. рисунок 8
Максимальный выходной импульсный ток выключения	$I_{Omax\ off}$	А		-22	-18	
Средний выходной ток	I_O	мА			130	на каждый канал
Время нарастания и спада выходного сигнала	$t_r\text{ (f)}$	нс			150	см. рисунок 11
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 $I_{ERR} = 20\ mA$
Напряжение насыщения, соответствующее срабатыванию защиты по ненасыщению	U_{mc}^{th}	В			5,8	
Параметры изоляции						
Максимально допустимое 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	
Параметры управляемого транзистора						
Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора	$U_{CE} (U_{DS})$	В			1700	при установке дополнительных диодов
Параметры эксплуатации и хранения						
Рабочий диапазон температур	T_A	°C	-45		+85	
Температура хранения	T_s	°C	-60		+100	

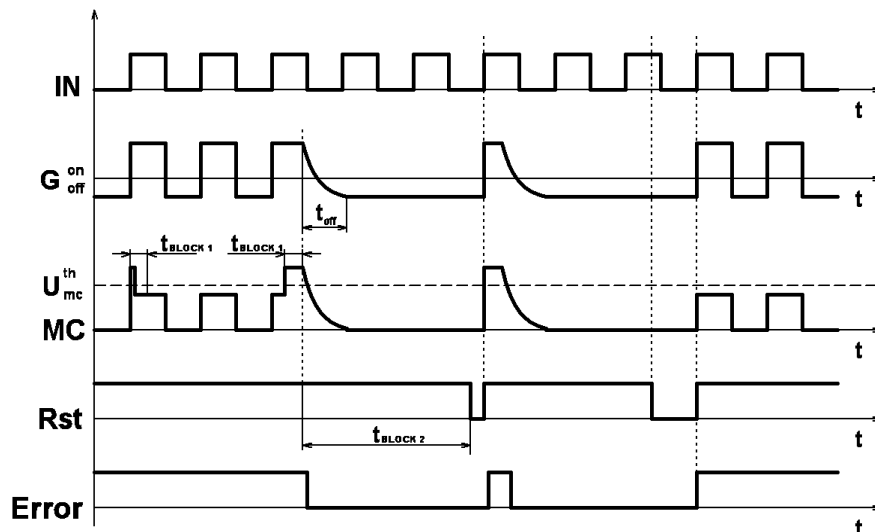
5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

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»

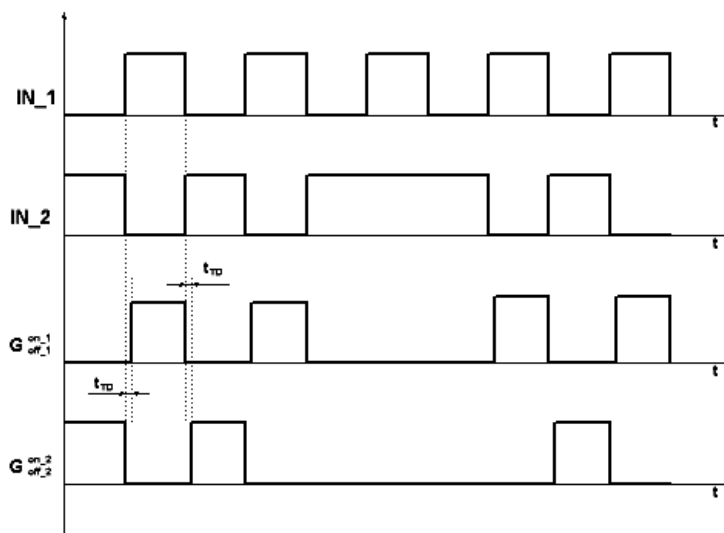


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

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, произойдет 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 – выходы, 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_{vlo}» 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_{b1}, C_{b2} – 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_{ceA} (V_{ceB}). 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 «С» 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 2SD300С для конкретного модуля рекомендуется настроить драйвер ДР2180П-Б2 соответственно 2SD300С. При настройке драйвера следует придерживаться следующей методики:

1. Отключить драйвер 2SD300С 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 2SD300С, 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 2SD300С 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 2SD300С.

8 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

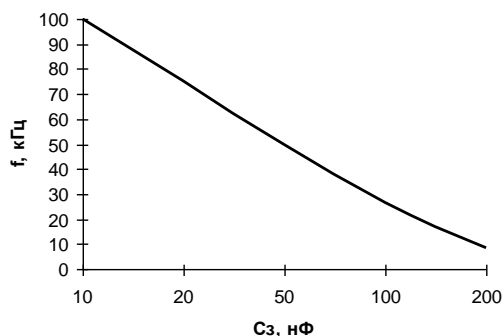


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

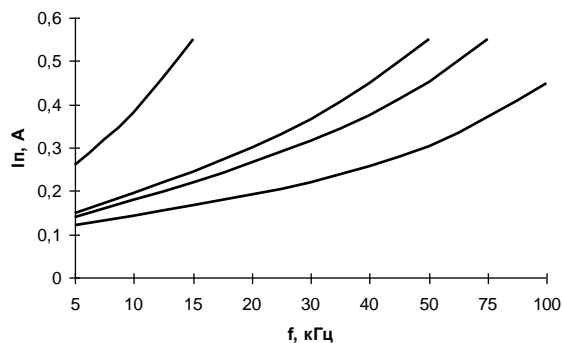


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

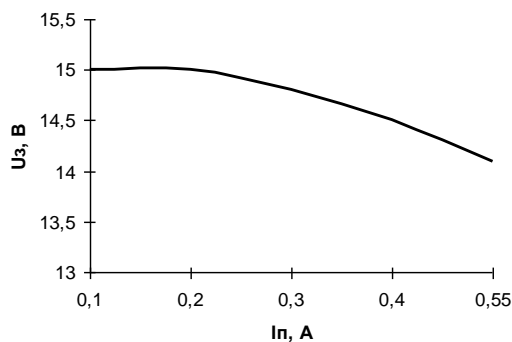


Рисунок 7 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

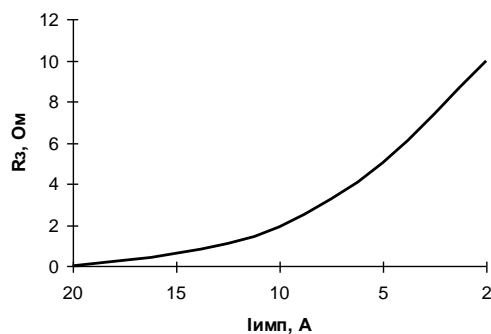


Рисунок 8 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

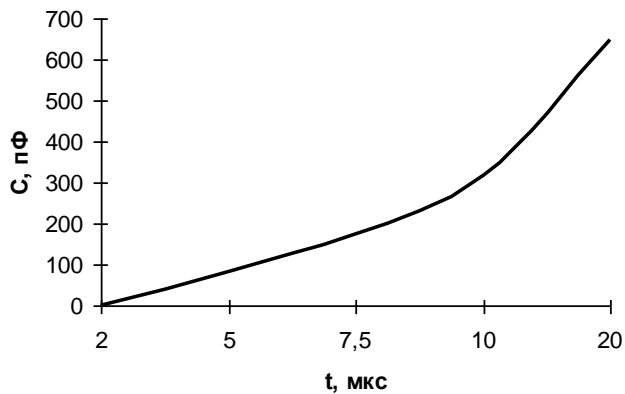


Рисунок 9 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости C_b

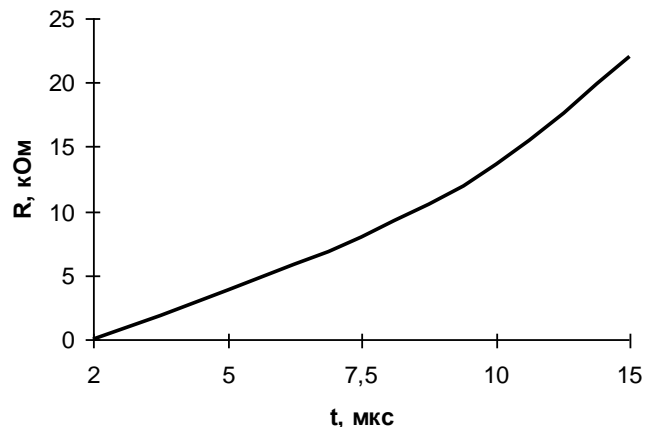


Рисунок 10 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов R_{dt}

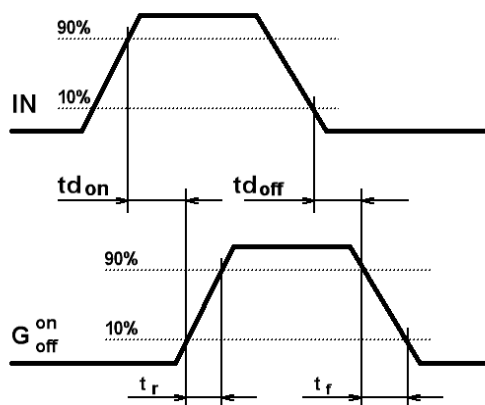


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

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/c^2 (g)	150 (15)
Механический удар одиночного действия:	
- пиковое ударное ускорение, m/c^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: - рабочая, °С; - предельная, °С	минус 45 минус 60
Повышенная температура окружающей среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+85 +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–Б1 АНАЛОГ 2SD315А1

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 2SD315А1.

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.

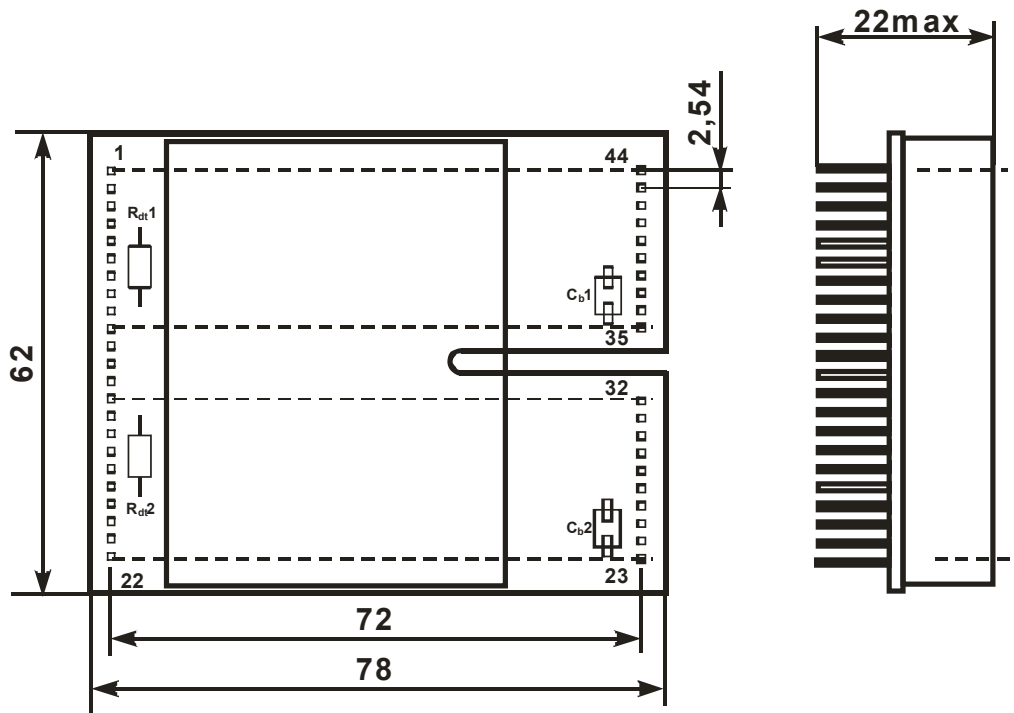


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

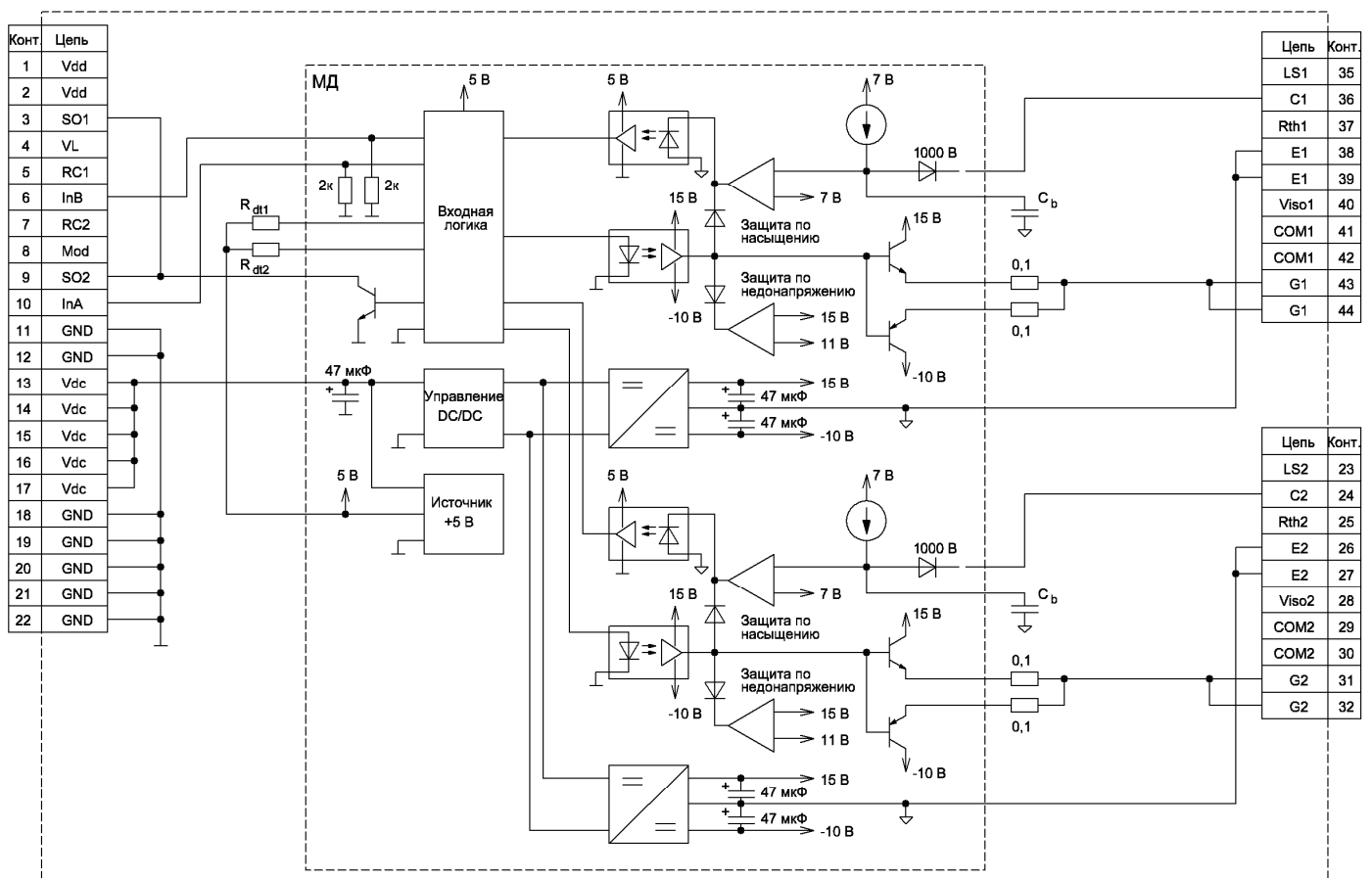


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов драйвера

Номер вывода	Обозначение вывода	Назначение выводов
1	-	Незадействован
2	-	Незадействован
3	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_S	В	13,5	15	16,5	
Ток потребления холостого хода	I_S	мА		80	120	$f_{упр} = 0\text{ Гц}$
Максимальный ток потребления	$I_{S\max}$	мА			550	под нагрузкой см. рисунки 5 и 6
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	P_{DC-DC}	Вт	3			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	
Входное напряжение низкого уровня	U_{IL}	В	-0,6	0	0,8	
Входное сопротивление	R_{IN}	кОм		2		
Временные параметры						
Время задержки включения и выключения вход-выход	$t_d\text{ (in-out)}$	мкс			0,5	см. рисунок 11
«Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов	t_{TD}	мкс	2			настраивается потребителем; см. рисунок 10
Максимальная рабочая частота	f_{\max}	кГц			100	без нагрузки; см. рисунки 5 и 6
Время задержки срабатывания защиты по ненасыщению	t_{BLOCK1}	мкс	2			настраивается потребителем; см. рисунок 9
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	+18	20		настраивается потребителем; см. рисунок 8
Максимальный выходной импульсный ток выключения	$I_{Omax\ off}$	А		-22	-18	
Средний выходной ток	I_O	мА			130	на каждый канал
Время нарастания и спада выходного сигнала	$t_r\text{ (f)}$	нс			150	см. рисунок 11
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 $I_{ERR} = 20\ mA$
Напряжение насыщения, соответствующее срабатыванию защиты по ненасыщению	U_{mc}^{th}	В			6,0	
Параметры изоляции						
Максимально допустимое 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	
Параметры управляемого транзистора						
Максимально допустимое напряжение управляемого транзистора	$U_{CE} (U_{DS})$	В			3300	при установке дополнительных диодов
Параметры эксплуатации и хранения						
Рабочий диапазон температур	T_A	°C	-45		+85	
Температура хранения	T_S	°C	-60		+100	

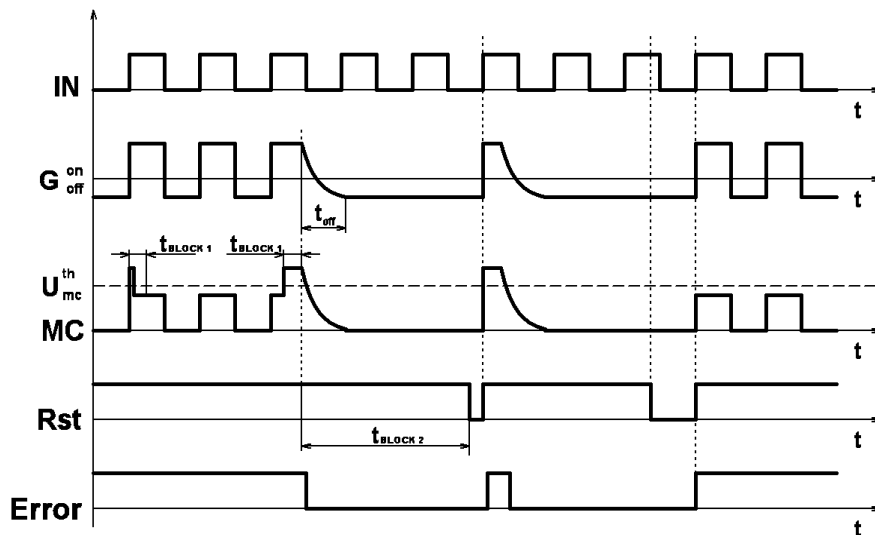
5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

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»

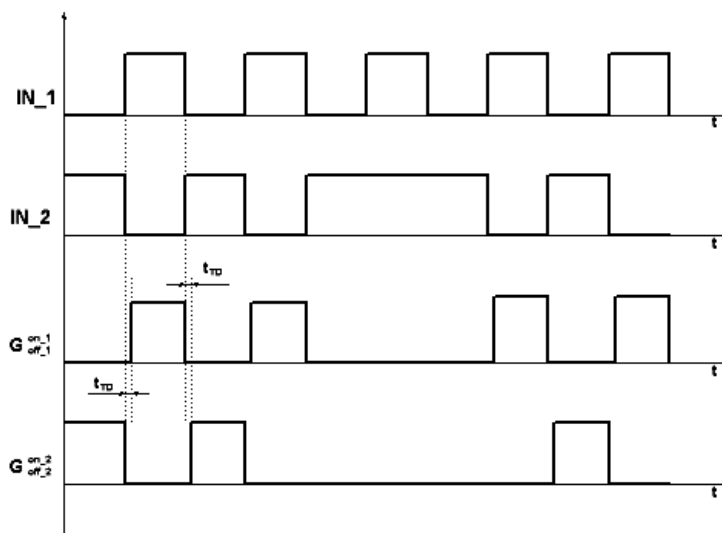


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

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, произойдет 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 – выходы, 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_{vlo}» 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_{b1}, C_{b2} – 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 «С» 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

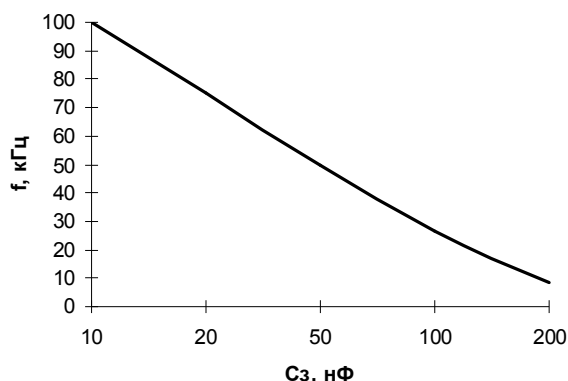


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

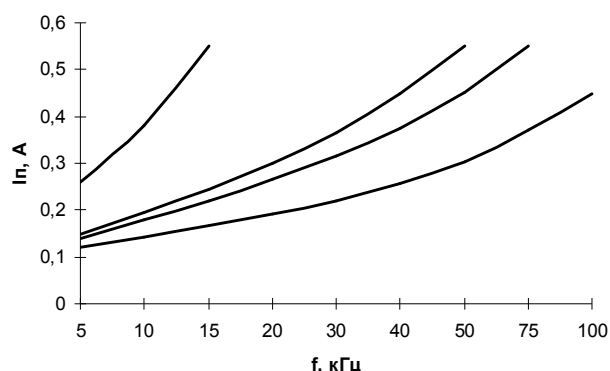


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

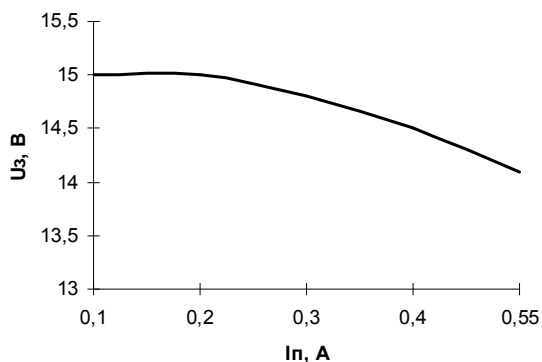


Рисунок 7 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

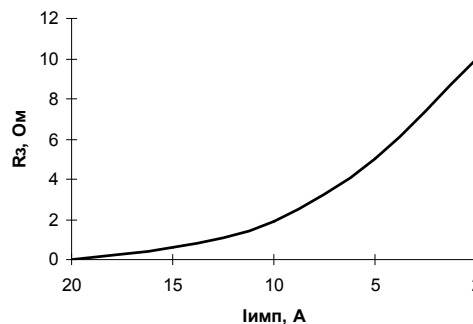


Рисунок 8 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

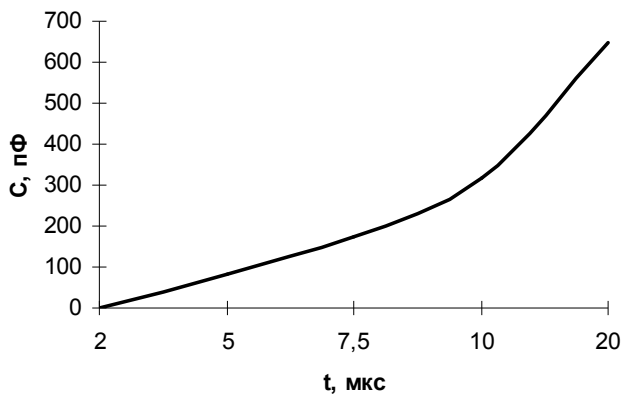


Рисунок 9 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости C_b

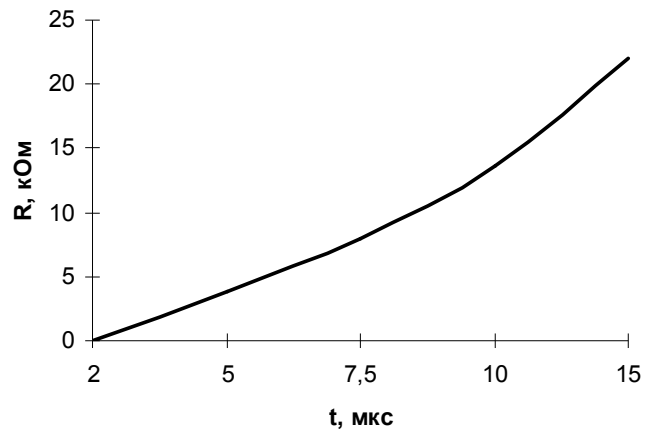


Рисунок 10 – График зависимости длительности «мёртвого» времени от номинала подстроечных резисторов R_{dt}

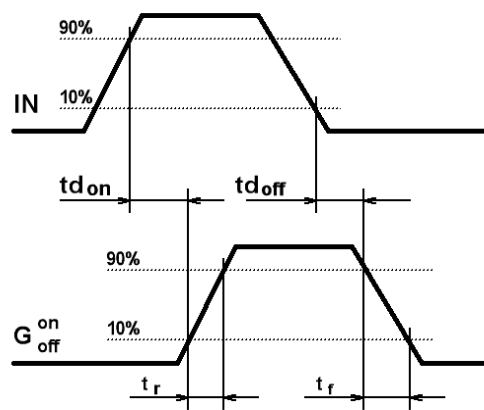


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

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/c^2 (g)	150 (15)
Механический удар одиночного действия:	
- пиковое ударное ускорение, m/c^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: - рабочая, °С; - предельная, °С	минус 45 минус 60
Повышенная температура окружающей среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+85 +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 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 Skuper 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 Сопровождение резисторов в выходной цепи (R_{on}, R_{off});
 - 2 Блокировку одновременного включения верхнего и нижнего плеча;
 - 3 Контроль напряжения насыщения на коллекторе управляемого транзистора, его защитное отключение при выходе из состояния насыщения;
 - 4 Задержку на переключение верхнего и нижнего плеча;
 - 5 Контроль напряжения питания драйвера (встроенные компараторы) на выходе DC-DC преобразователя;
 - 6 Регулировку порога защитного отключения по напряжению насыщения;
 - 7 Обеспечение плавного перехода драйвера из активного состояния в неактивное при «аварийной» ситуации (выход управляемого транзистора из режима насыщения);
 - 8 Блокировку управления при «аварии»;
 - 9 Сигнализацию о наличии аварии;
 - 10 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.

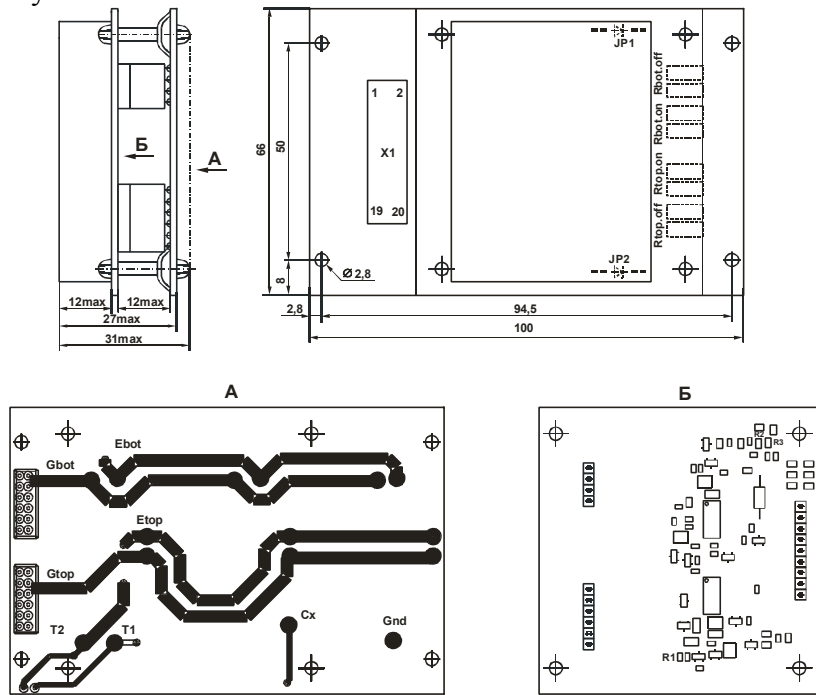


Рисунок 1 – Габаритный чертёж

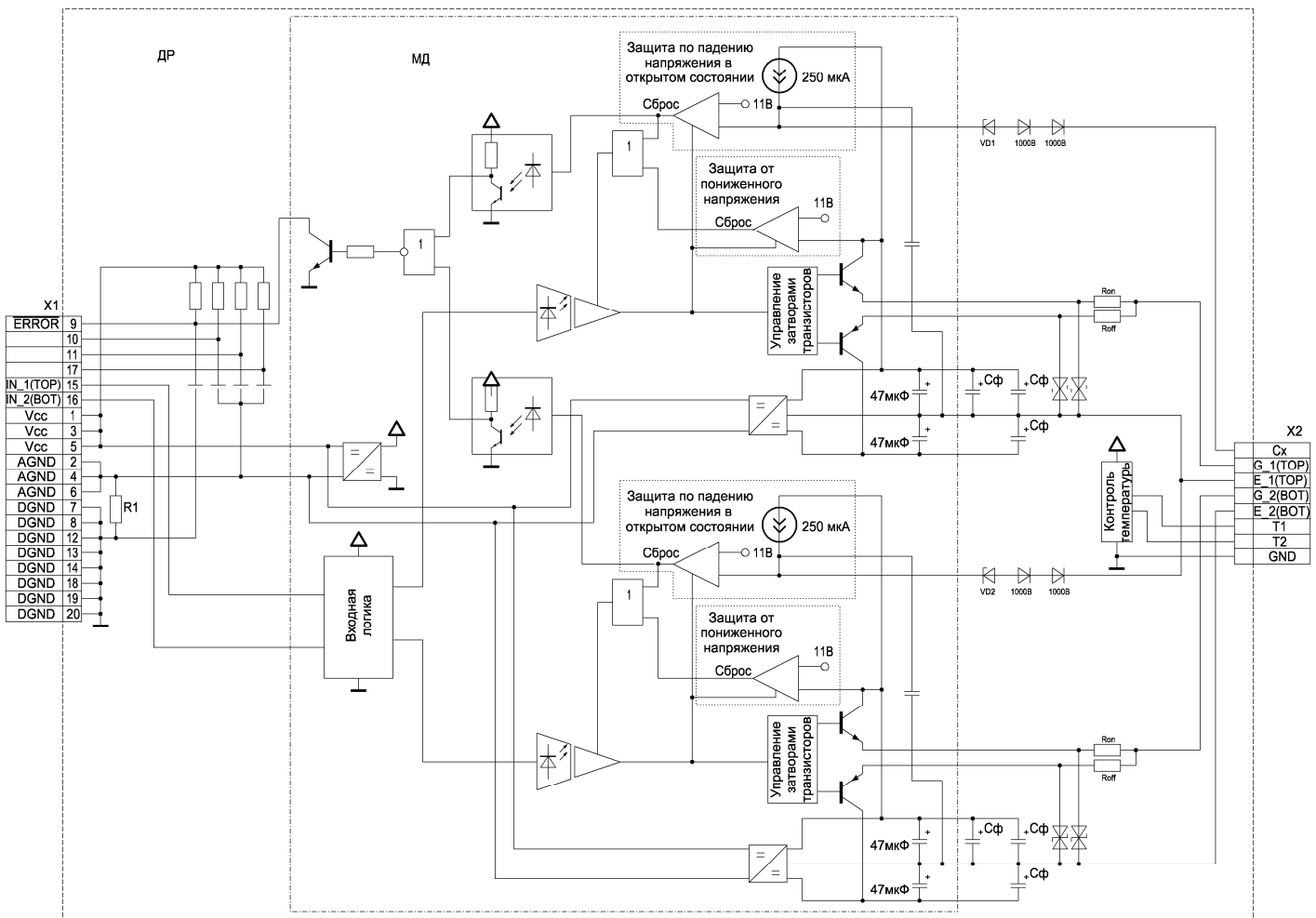


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

3.3 Назначение выводов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Назначение выводов драйвера

Выводы	Обозначение выводов	Назначение выводов
X1.1	V _S	Питание драйвера
X1.2	AGND	Общей питания драйвера
X1.3	V _S	Питание драйвера
X1.4	AGND	Общий питания драйвера
X1.5	V _S	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. 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 _S	В	13,5	15	16,5	
Максимальный ток потребления	I _S	мА		230	250	без нагрузки, см. рисунки 5 и 6
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	P _{DC-DC}	Вт	4			для каждого канала
Параметры монитора напряжения						
Порог выключения	U _{UVLO+}	В		11		выход DC-DC
Порог включения	U _{UVLO-}	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	°С		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 всем 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	$U_{МС}^{Th}$	В		11		без дополнительных элементов

Параметры изоляции					
Максимально допустимое 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	

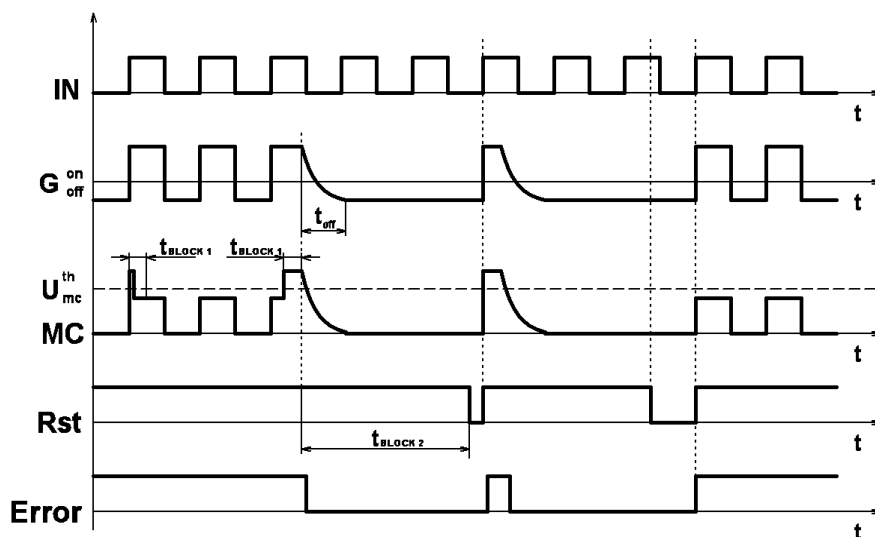
5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

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»), подвешанный 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»

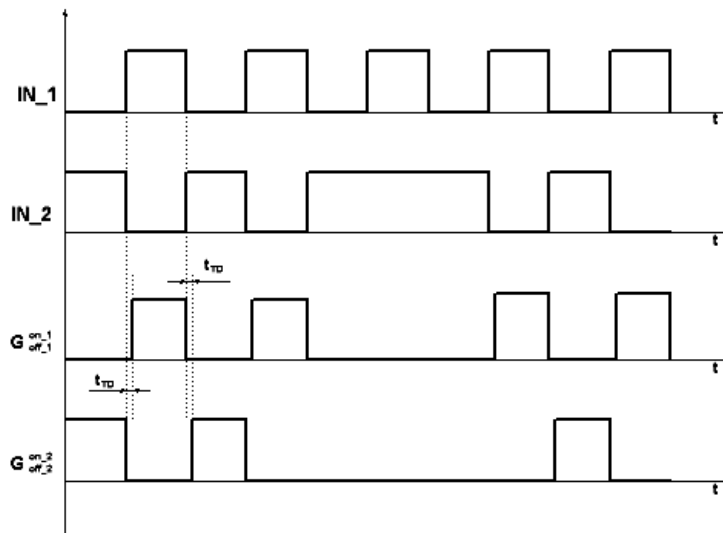


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

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 «U_{uvlo}» транзисторы будут закрыты независимо от входных сигналов управления (сигналы восстановятся при достижении уровня напряжения питания соответствующего «U_{uvlo+}»), 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_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_{uvlo}» 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 произойдет блокировка работы драйвера и управляемые транзисторы будут закрыты вплоть до снижения температуры до допустимого уровня. При срабатывании температурной защиты на выходе «Ергог» 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

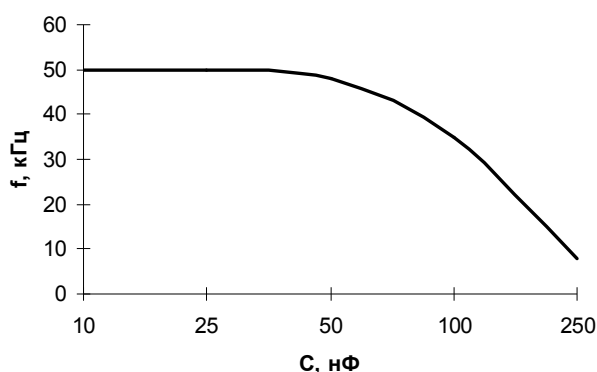


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления драйвера от частоты сигнала управления без нагрузки

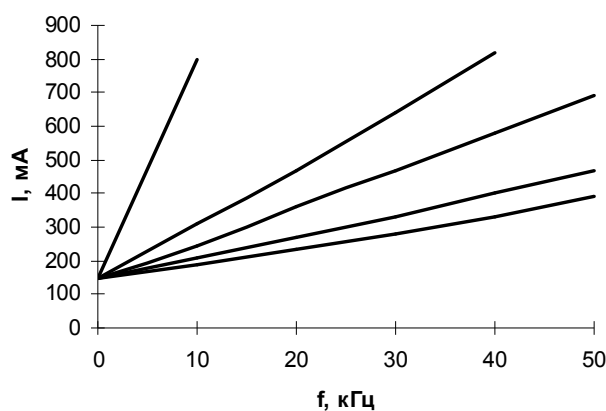


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом)

для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ и 250 нФ

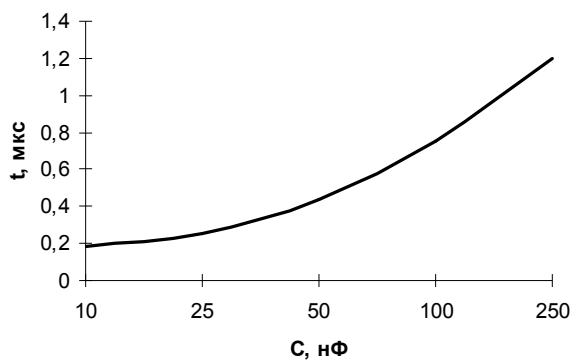


Рисунок 7 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

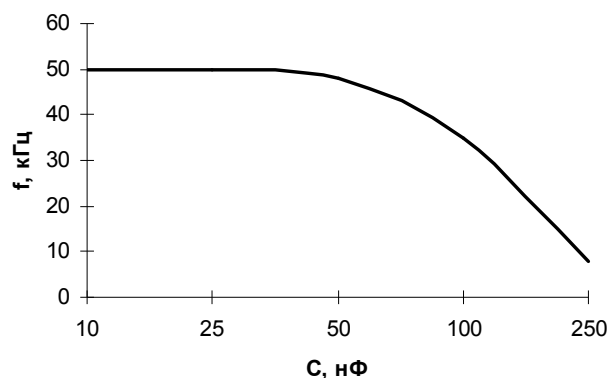


Рисунок 8 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

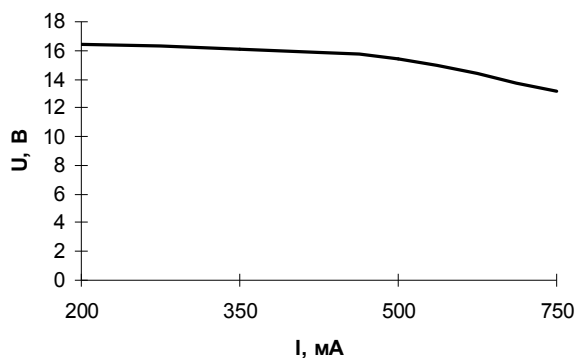


Рисунок 9 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

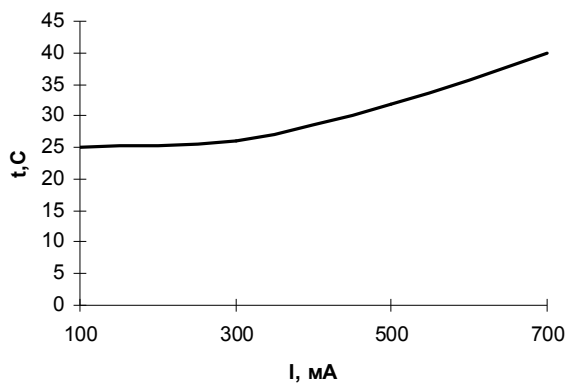


Рисунок 10 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

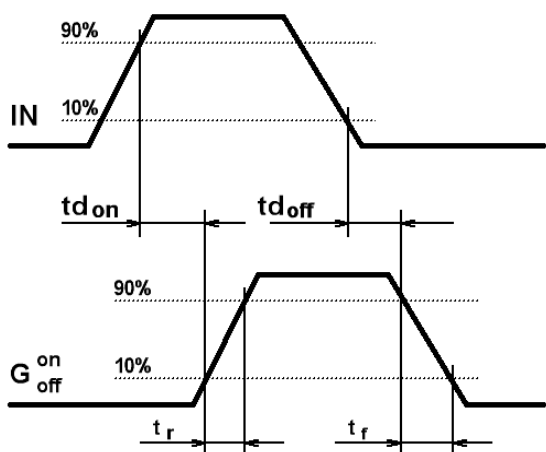


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера

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, м/с ² (g)	150 (15)
Механический удар одиночного действия:	
- пиковое ударное ускорение, 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:	
- 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 468332.033 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.

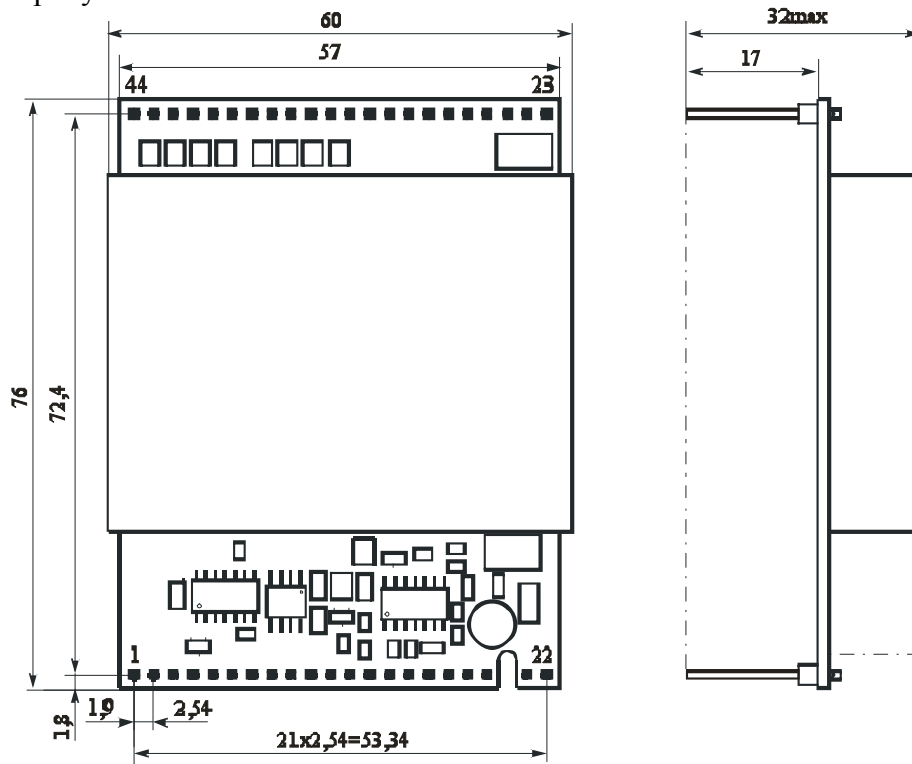


Рисунок 1 – Габаритный чертёж

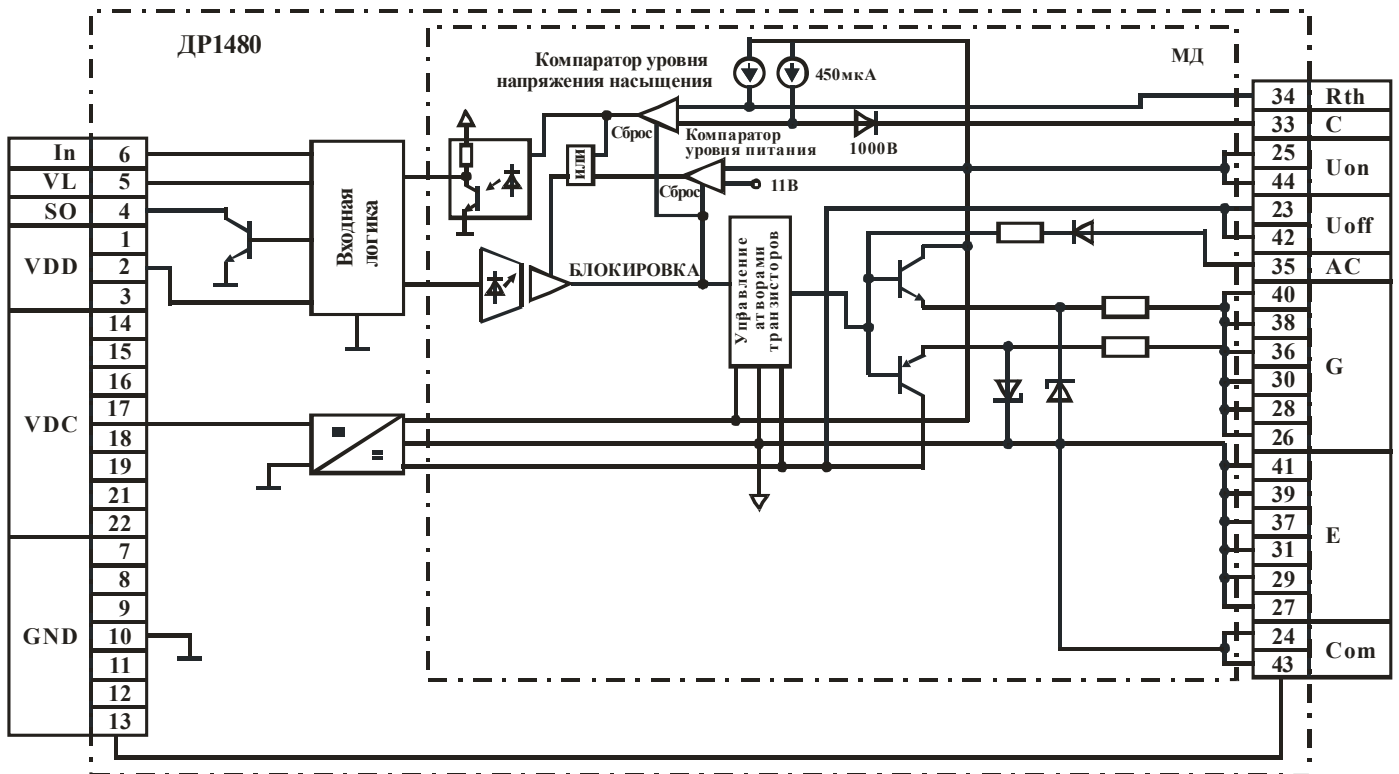


Рисунок 2– Функциональная схема и схема включения драйвера

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_S	В	13,5	15	16,5	
Максимальный ток потребления по входу VDC	I_S	мА			100	f = 0 Гц, см. рисунки 11 и 12
Максимальный ток потребления по входу VDD	I_S	мА			50	
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	P_{DC-DC}	Вт	10			
Параметры монитора напряжения						
Порог выключения	U_{UVLO+}	В		11		выход DC-DC
Порог включения	U_{UVLO-}	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		
Временные параметры						
Время задержки включения сигнала между входом и выходом	$t_{d\ on(in-out)}$	мкс			0,5	см. рисунок 20
Время задержки выключения сигнала между входом и выходом	$t_{d\ off(in-out)}$	мкс			0,5	см. рисунок 20
Максимальная рабочая частота	f_{max}	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	
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 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_{OERR}	В	0	0,3	0,7	при $I_{ERR} = 20$ мА
Пороговое напряжение на измерительном входе С, вызывающее аварийное отключение	U_{MC}^{Th}	В			15	настраивается потребителем, см. рисунок 18
Параметры изоляции						
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	
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» приведет к открытию управляемого транзистора. Увеличение падения напряжения в открытом состоянии более чем на U_{MC}^{Th} за время, превышающее $t_{BЛОСК1}$, 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.

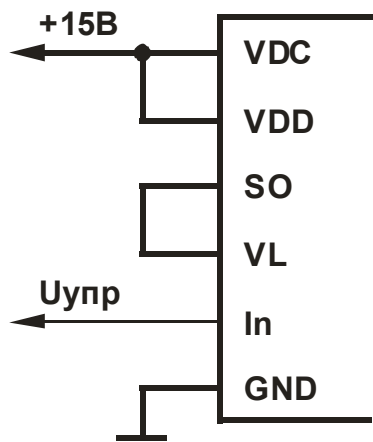


Рисунок 3 – Схема подключения драйвера к цепям управления

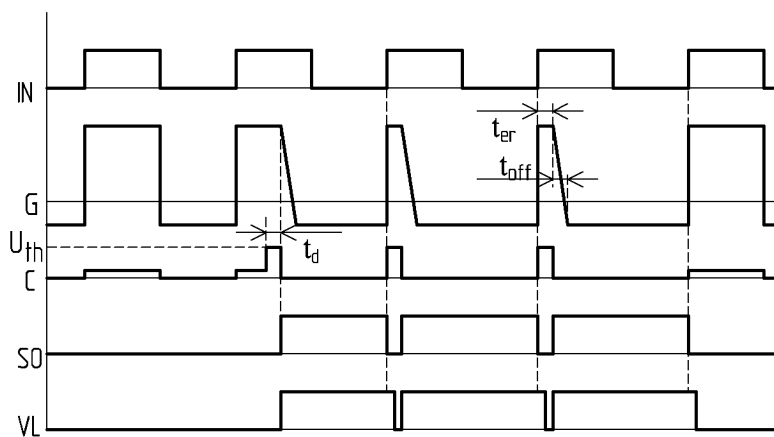


Рисунок 4 – Диаграмма работы драйвера подключенного по схеме рисунка 3

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.

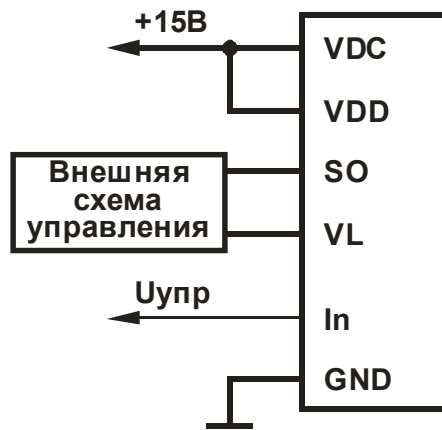


Рисунок 5 – Схема подключения драйвера к цепям управления с внешним перезапуском

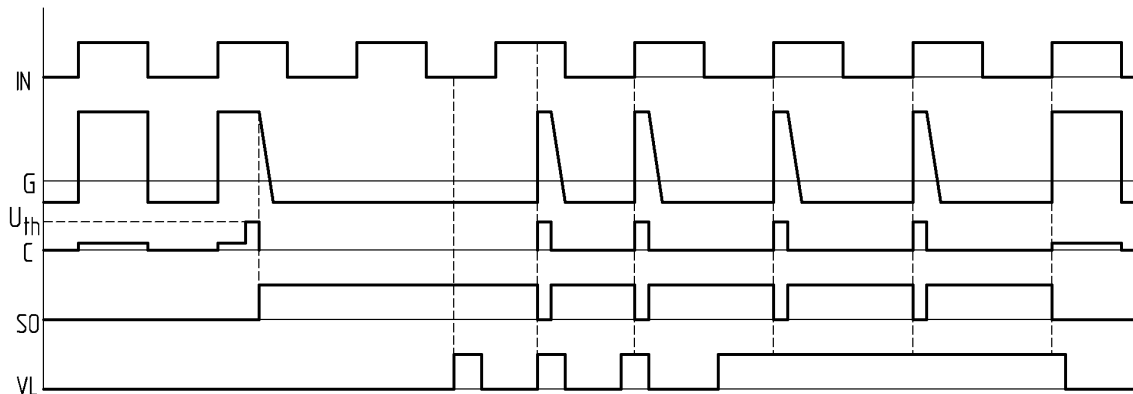


Рисунок 6 – Диаграмма работы драйвера подключенного по схеме рисунка 5

Если необходим перезапуск импульсами с частотой, отличной от частоты следования импульсов управления, то рекомендуется схема подключения, приведённая на рисунке 7..

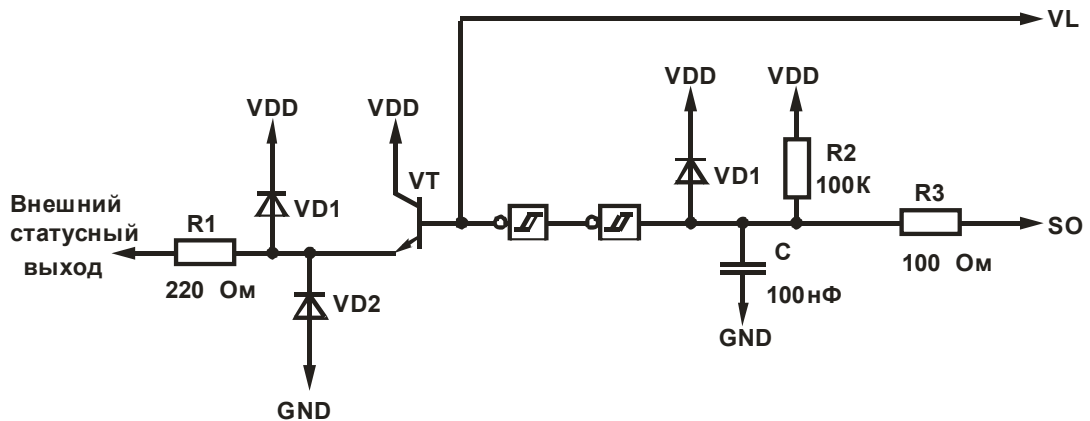


Рисунок 7 – Схема подключения внешнего периодического перезапуска

В данном случае длительность паузы между импульсами переброса драйвера настраивается конденсатором С (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, произойдет 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 приведет 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.

S – вывод подключения коллектора (стока) управляемого транзистора. Вывод предназначен для контроля падения напряжения (защита по насыщению) на транзисторе. Рекомендуемая схема подключения представлена на рисунке 8.

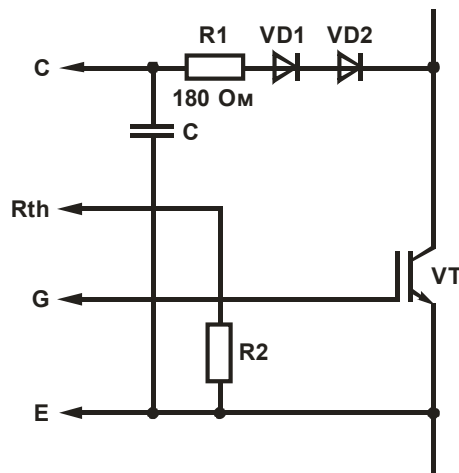


Рисунок 8 – Схема подключения драйвера и его цепей защиты к управляемому силовому транзистору

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.

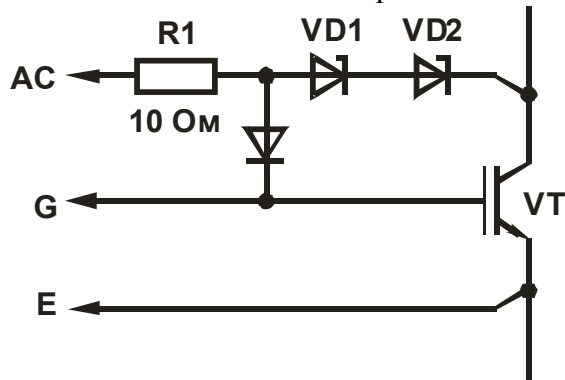


Рисунок 9 – Схема подключения активной защиты

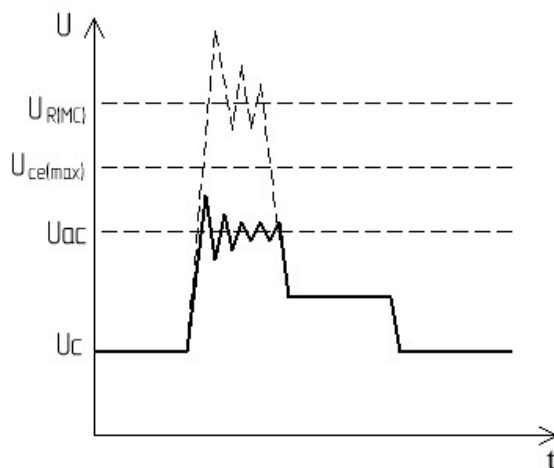


Рисунок 10 – График работы драйвера при срабатывании активной защиты

Где $U_{ас}$ – максимально-допустимое напряжение управляемого транзистора (напряжение срабатывания активной защиты); $U_{с}$ – напряжение на коллекторе управляемого транзистора, $U_{r(mс)}$ - максимально допустимое обратное напряжение на выводе «С», $U_{ce(max)}$ – 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

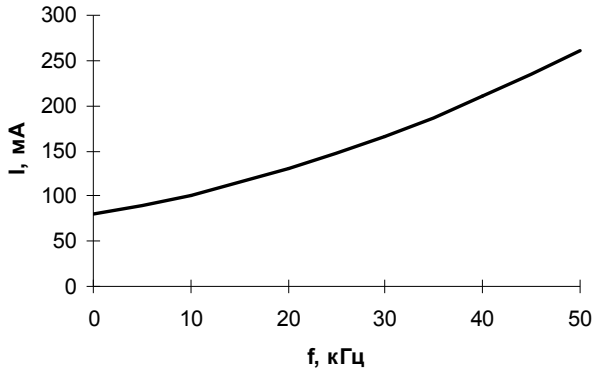


Рисунок 11 – График зависимости тока потребления драйвера по входу VDC от частоты сигнала управления без нагрузки

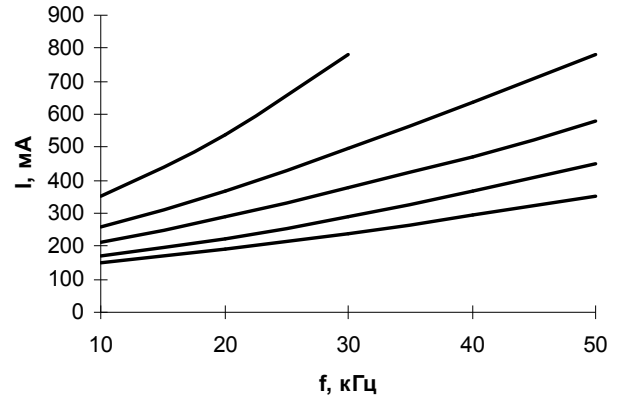


Рисунок 12 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ и 250 нФ

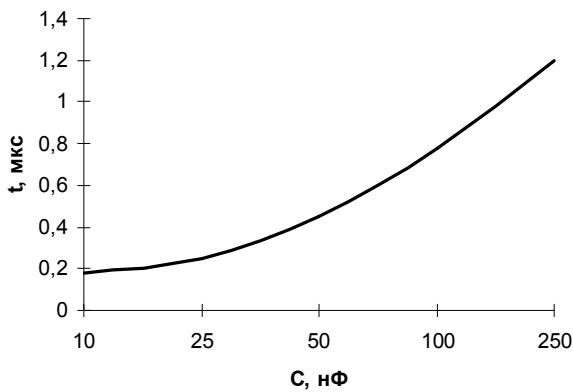


Рисунок 13 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

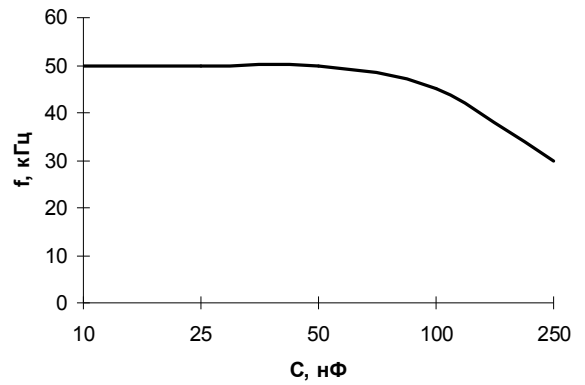


Рисунок 14 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

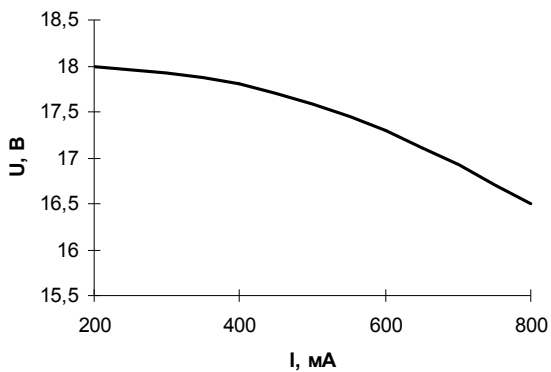


Рисунок 15 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

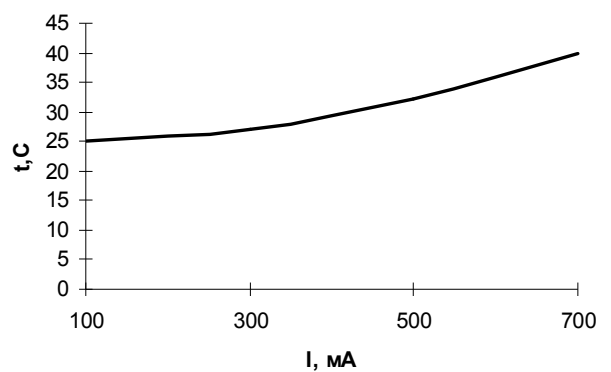


Рисунок 16 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

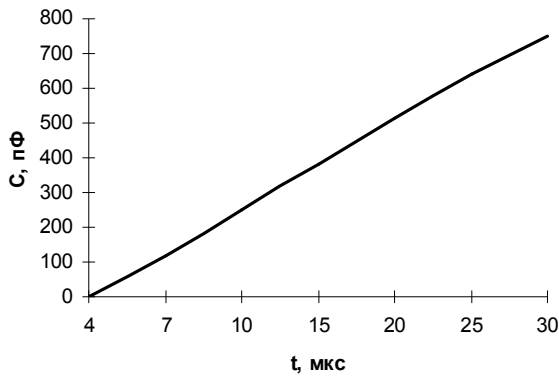


Рисунок 17 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от подстроечной ёмкости

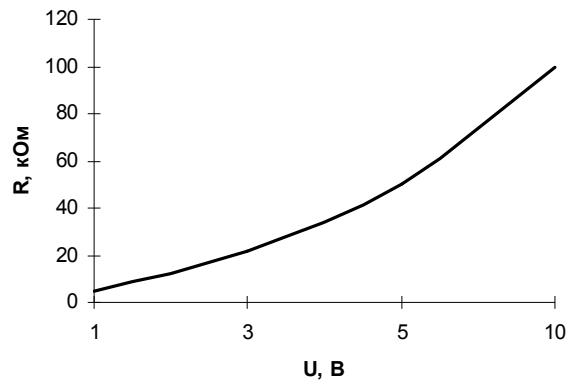


Рисунок 18 – График зависимости напряжения срабатывания защиты по насыщению от номинала подстроечного резистора (с одним последовательно установленным диодом)

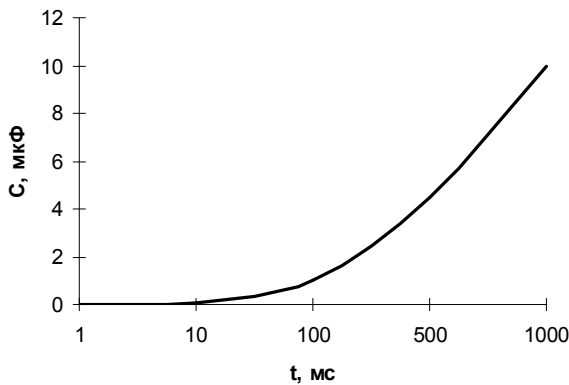


Рисунок 19 – Зависимость длительности паузы между сбросом от номинала подстроечного конденсатора

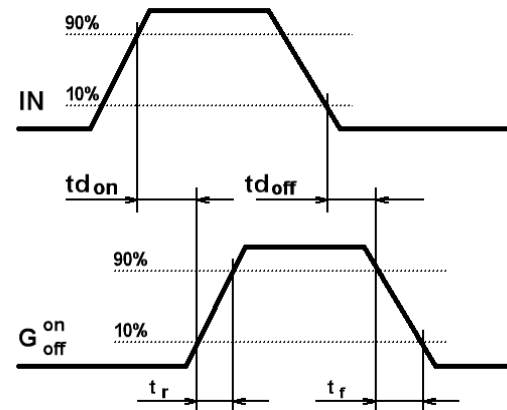


Рисунок 20 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

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, m/c^2 (g)	150 (15)
Механический удар одиночного действия:	
- пиковое ударное ускорение, m/c^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: - рабочая, °С; - предельная, °С	минус 45 минус 60
Повышенная температура окружающей среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+85 +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.

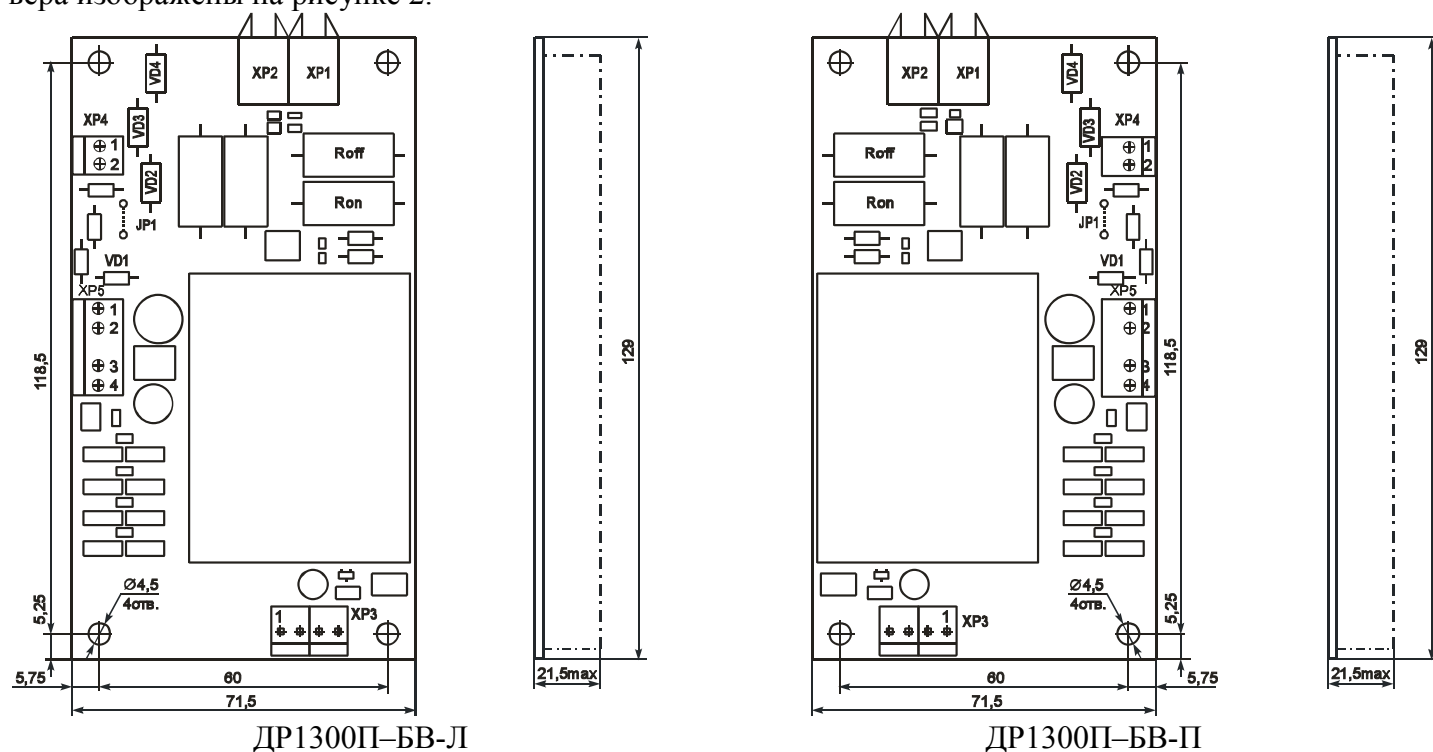


Рисунок 1 – Габаритные и присоединительные размеры драйверов

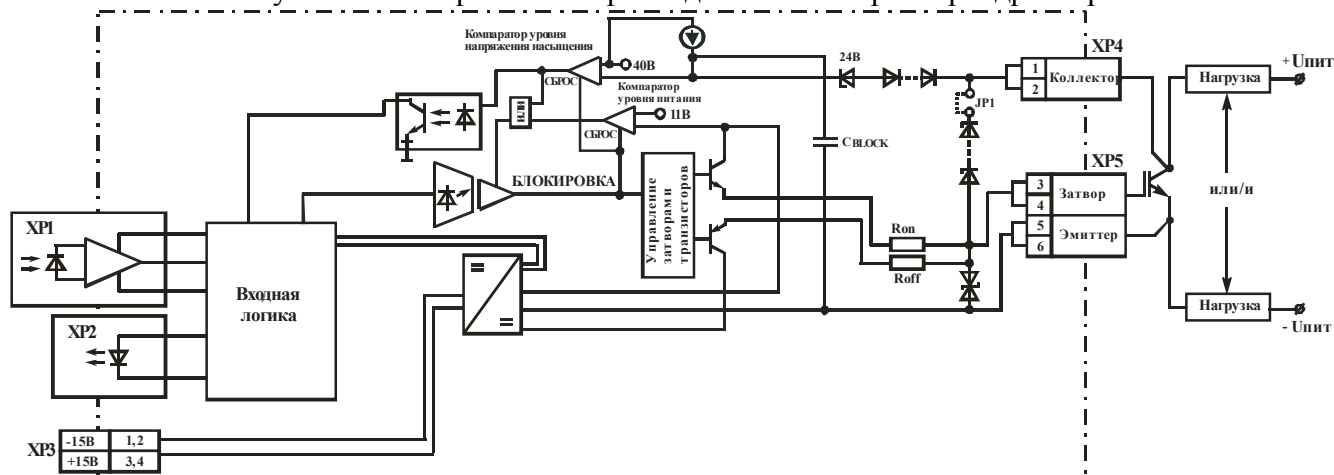


Рисунок 2 – Схема электрическая функциональная

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*
	Затвор	3, 4	PWL-5*
		Эмиттер	

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_S	В	13,5	15	16,5	
Максимальный ток потребления	I_S	мА			250	без нагрузки, см. рисунки 4 и 5
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	P_{DC-DC}	Вт	10			
Параметры монитора напряжения						
Порог выключения	U_{UVLO+}	В		11		выход DC-DC
Порог включения	U_{UVLO-}	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	$t_{d\ on(in-out)}$	мкс			1	см. рисунок 10
Время задержки выключения сигнала между входом и выходом	$t_{d\ off(in-out)}$	мкс			1	см. рисунок 10
Максимальная рабочая частота	f_{max}	кГц			50	без нагрузки; см. раздел 6 и рисунок 7
Время блокировки контроля падения напряжения на управляемом транзисторе в открытом состоянии	t_{BLOCK1}	мкс	3		30	настраивается потребителем; см. раздел 6 и рисунки 3 и 12
Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»	t_{BLOCK2}	мс		280		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 всем диапазоне допустимых нагрузок
Максимальный выходной импульсный ток	I_{Omax}	А	-30		+30	настраивается потребителем; см. раздел 6
Выходной средний ток	I_O	А			0,75	
Время нарастания выходного сигнала	t_r	нс			150	без нагрузки, см. раздел 6
Время спада выходного сигнала	t_f	нс			150	без нагрузки, см. раздел 6
Пороговое напряжение на измерительном входе «Коллектор», вызывающее аварийное отключение	U_{MC}^{Th}	В		13		без дополнительных элементов

Продолжение таблицы 2

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение			Примечания
			не менее	тип	не более	
Напряжение срабатывания «активной защиты»	U _{ас}	В		800		ДР1300П-БВ-12
				1200		ДР1300П-БВ-17
Параметры изоляции						
Максимально допустимое обратное напряжение на выводе «Коллектор»	U _{R(MC)}	В			3000	
Напряжение изоляции между входом и выходом по постоянному току	U _{ISO(IN-OUT)}	В			7000	1 мин, DC
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	

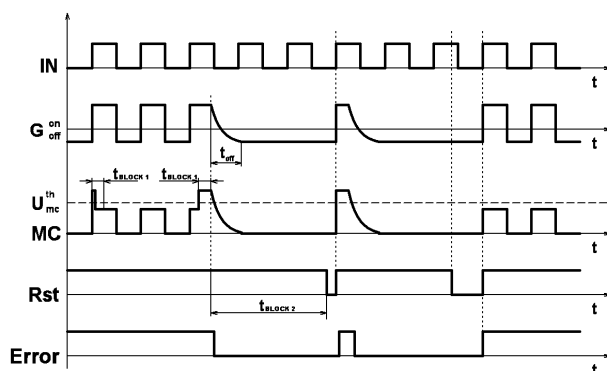
5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

Подача светового импульса на приемник управляющего сигнала XP1 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 XP2. 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_{ас} 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_{uvlo-»», 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_{uvlo+»», сигналы управления восстановятся. При срабатывании защиты от пониженного напряжения питания сигнал ошибки на передатчике XP2 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 (Ron, Roff) 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 ± 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

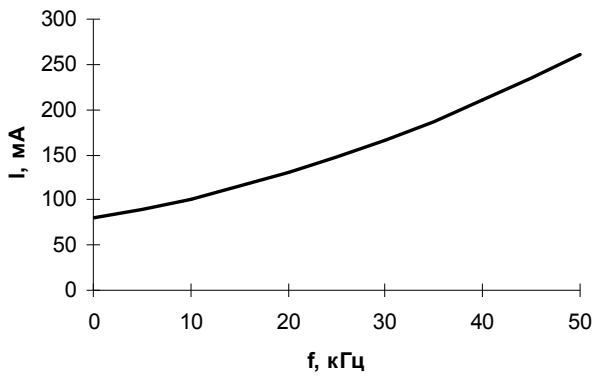


Рисунок 4 – График зависимости тока потребления драйвера от частоты сигнала управления без нагрузки

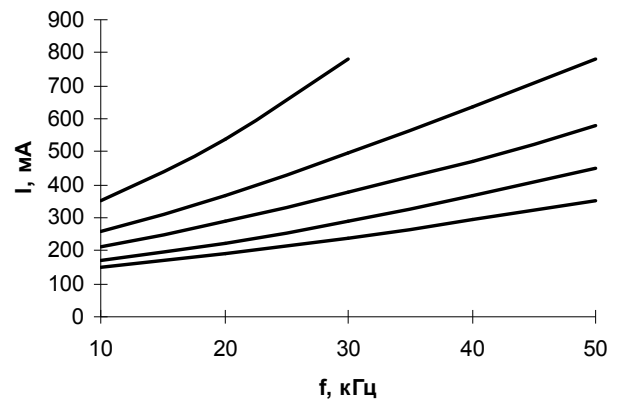


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ и 250 нФ

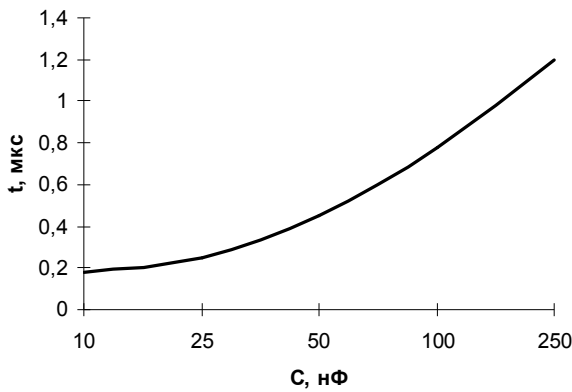


Рисунок 6 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

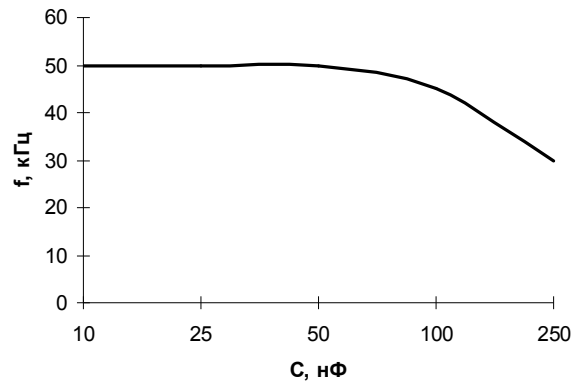


Рисунок 7 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

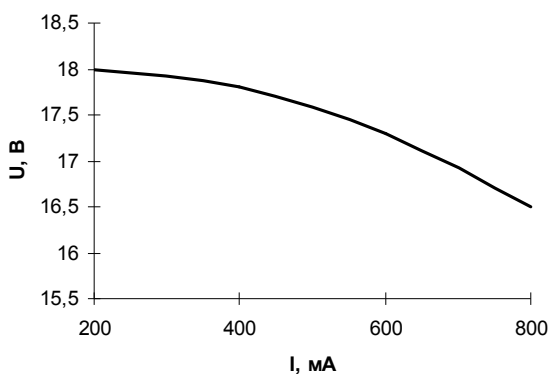


Рисунок 8 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

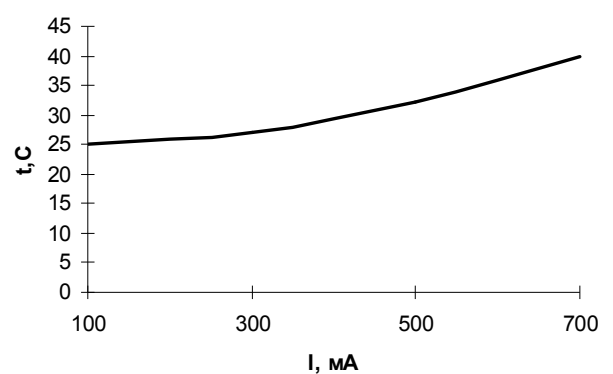


Рисунок 9 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

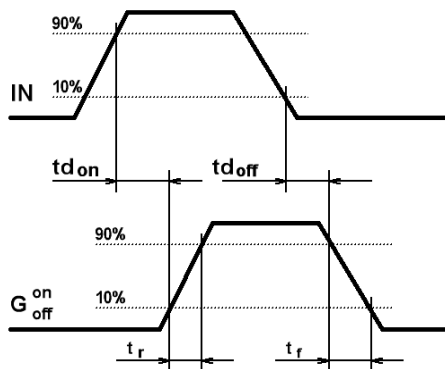


Рисунок 10 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера

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

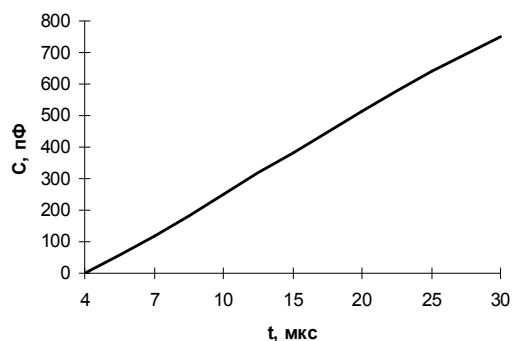


Рисунок 12 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от подстроечной ёмкости

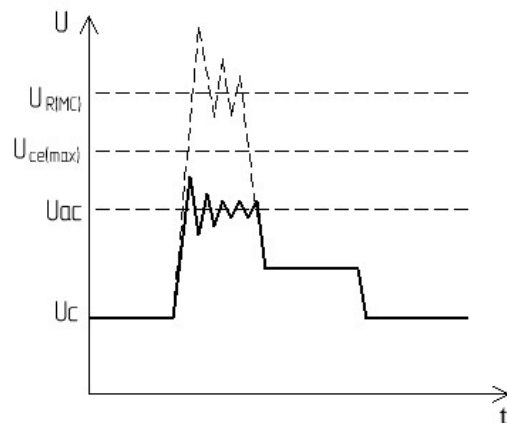


Рисунок 11 – График работы драйвера при срабатывании активной защиты

где U_{ac} – максимально-допустимое напряжение управляемого транзистора (напряжение срабатывания активной защиты); U_c – напряжение на коллекторе управляемого транзистора, U_r (мс) - 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/c^2 (g)	150 (15)
Механический удар одиночного действия:	
- пиковое ударное ускорение, m/c^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:	
- 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 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.

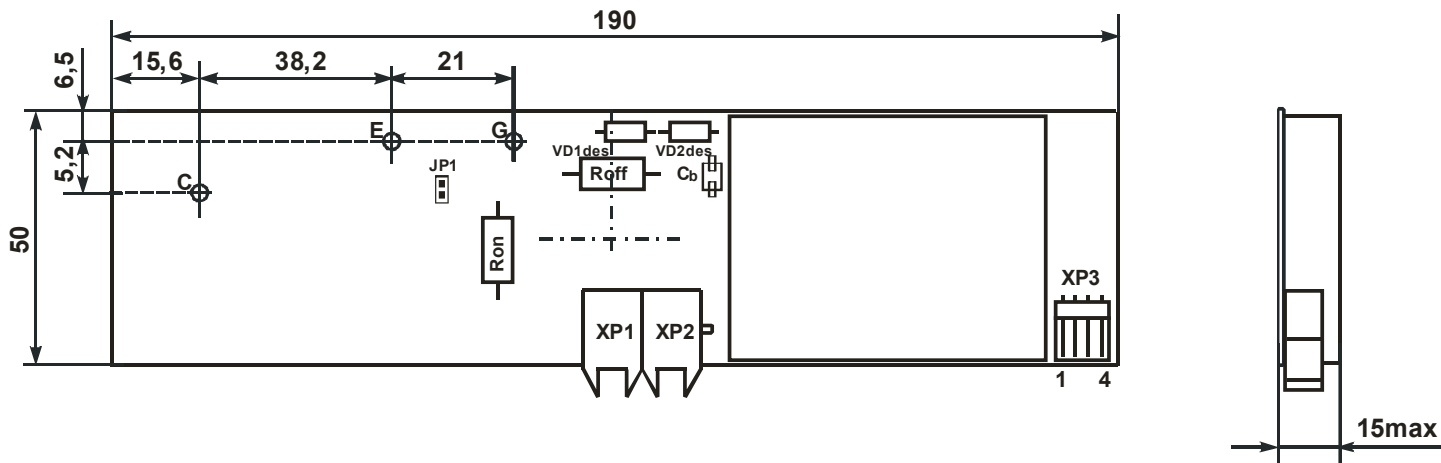


Рисунок 1 – Габаритный чертеж драйвера

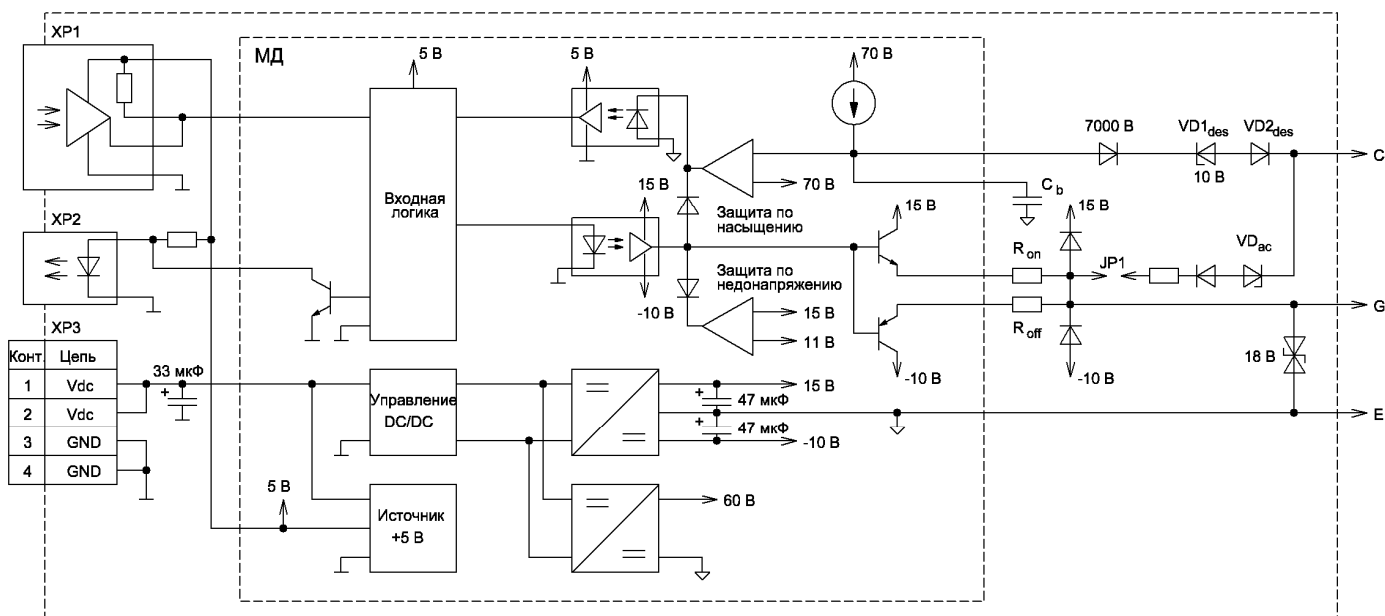


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

- 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_S	В	13,5	15	16,5	
Ток потребления холостого хода	I_S	мА		100	120	$f_{упр} = 0\text{ Гц}$
Максимальный ток потребления	$I_{S\max}$	мА			500	под нагрузкой см. рисунки 5 и 6
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	P_{DC-DC}	Вт	6			
Параметры монитора напряжения						
Порог включения защиты	U_{UVLO-}	В		11		выход DC-DC
Порог выключения защиты	U_{UVLO+}	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	$t_d(\text{in-out})$	мкс			0,5	см. рисунок 9
Максимальная рабочая частота	f_{\max}	кГц			50	без нагрузки; см. рисунки 5 и 6
Время задержки срабатывания защиты по ненасыщению	t_{BLOCK1}	мкс	5			настраивается потребителем; см. рисунок 8
Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»	t_{BLOCK2}	с		1		
Время плавного аварийного отключения управляемого транзистора	t_{off}	мкс		3		
Время задержки включения сигнала аварии	$t_{d(\text{on-err})}$	мкс			3	
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	$I_{O\max\text{ on}}$	А	+28	+31		настраивается потребителем; см. рисунок 8
Максимальный выходной импульсный ток выключения	$I_{O\max\text{ off}}$	А		-31	-28	
Средний выходной ток	I_O	мА			200	
Время нарастания и спада выходного сигнала	$t_r(f)$	нс			150	см. рисунок 9
Напряжение насыщения, соответствующее срабатыванию защиты по ненасыщению	U_{Mc}^{Th}	В		65	70	настраивается потребителем
Расстояние передачи статусного сигнала	L_{err}	м	25			

Параметры изоляции						
Максимально допустимое обратное напряжение на коллекторе	U_C	В			7000	
Напряжение изоляции между входом и выходом (DC, 1 мин)	$U_{ISO(IN-OUT)}$	В			4000	ДР1280П-БВ-12 ДР1280П-БВ-17
					7500	ДР1280П-БВ-25 ДР1280П-БВ-33
					10000	ДР1280П-БВ-45
					12000	ДР1280П-БВ-65
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			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	$U_{CE} (U_{DS})$	В			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_A	°C	-45		+85	
Температура хранения	T_s	°C	-60		+100	

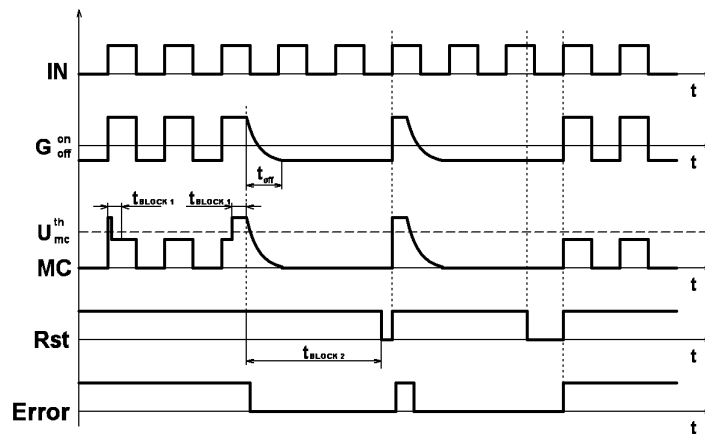
5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

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 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» свыше 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 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 XR1. Представляет собой микросхему преобразователя световых импульсов в логические сигналы управления. Длина волны, используемая при передаче и приеме сигнала равна 660 нс.

Передачик 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 « 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.

XR3 – 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 « U_{uvlo} » 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 (R_{on} , R_{off}) 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 С_б – 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 С_б в соответствии с рисунком 8 выставить длительность задержки срабатывания защиты;

- резисторами R_{g 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

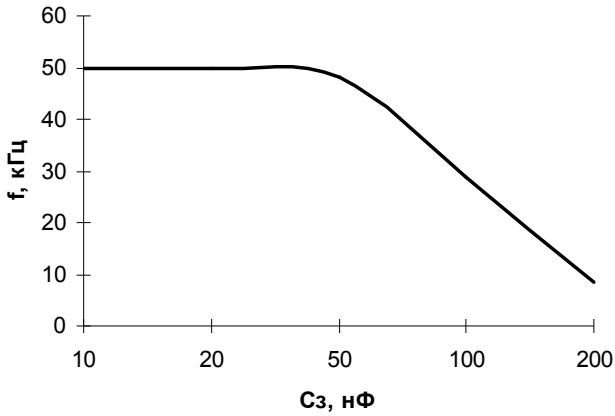


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера в зависимости от частоты и ёмкости затвора (с затворным резистором 1 Ом)

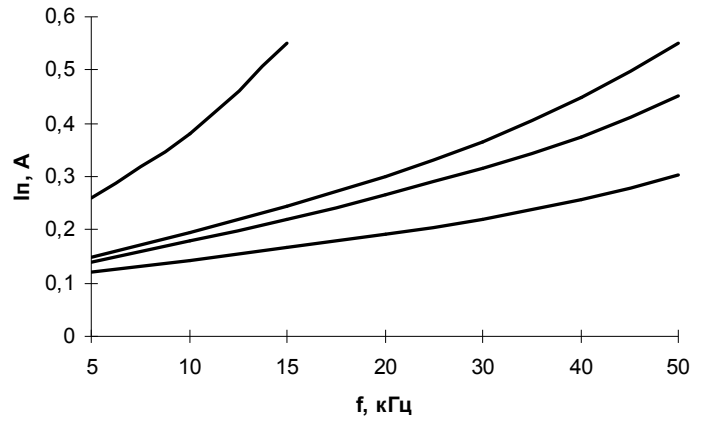


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 1 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ

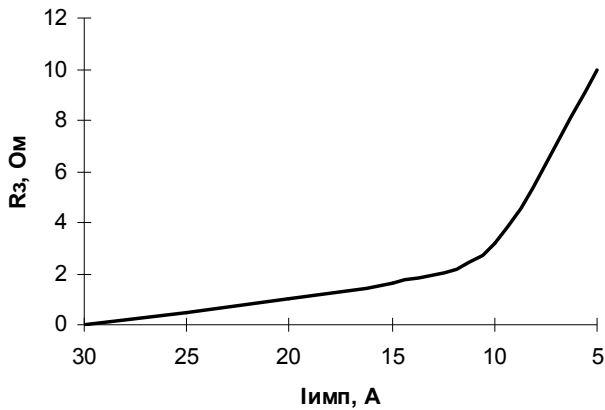


Рисунок 7 – График зависимости выходного импульсного тока от номинала затворных резисторов

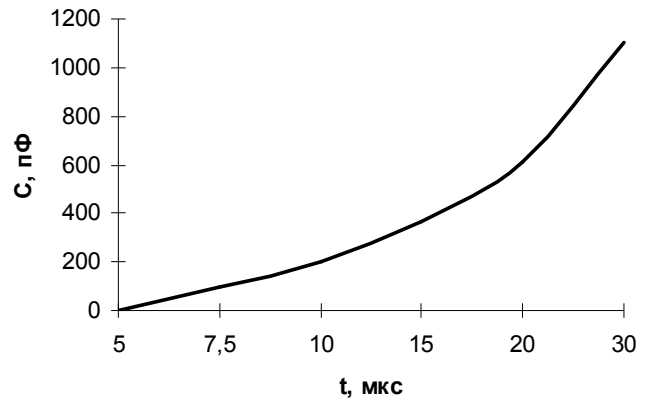


Рисунок 8 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от номинала подстроечной ёмкости C_b

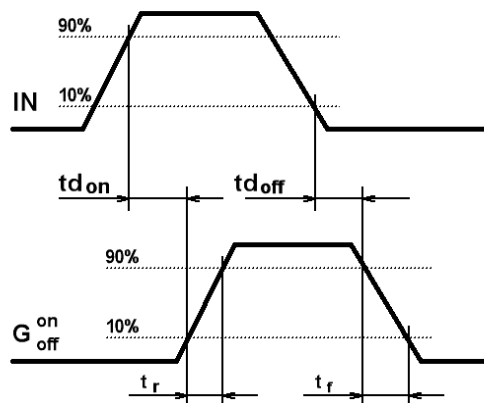


Рисунок 9 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

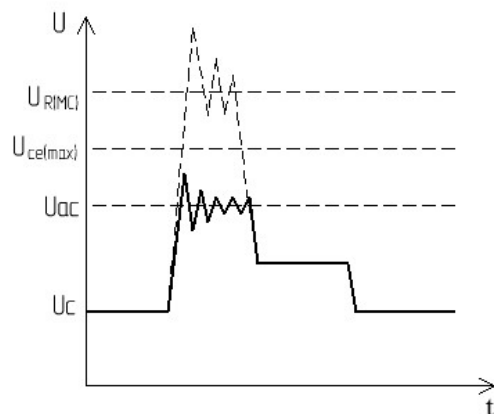


Рисунок 10 – График работы драйвера при срабатывании защиты от перенапряжения коллектор-эмиттер управляемого транзистора
 где $U_{ас}$ – напряжение срабатывания защиты от перенапряжения; $U_{сел(max)}$ – максимальное напряжение коллектор-эмиттер силового транзистора, $U_{р(мс)}$ - максимально допустимое 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:	
- диапазон частот, Гц;	0,5 - 100
- амплитуда ускорения, m/c^2 (g)	150 (15)
Механический удар одиночного действия:	
- пиковое ударное ускорение, m/c^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 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.

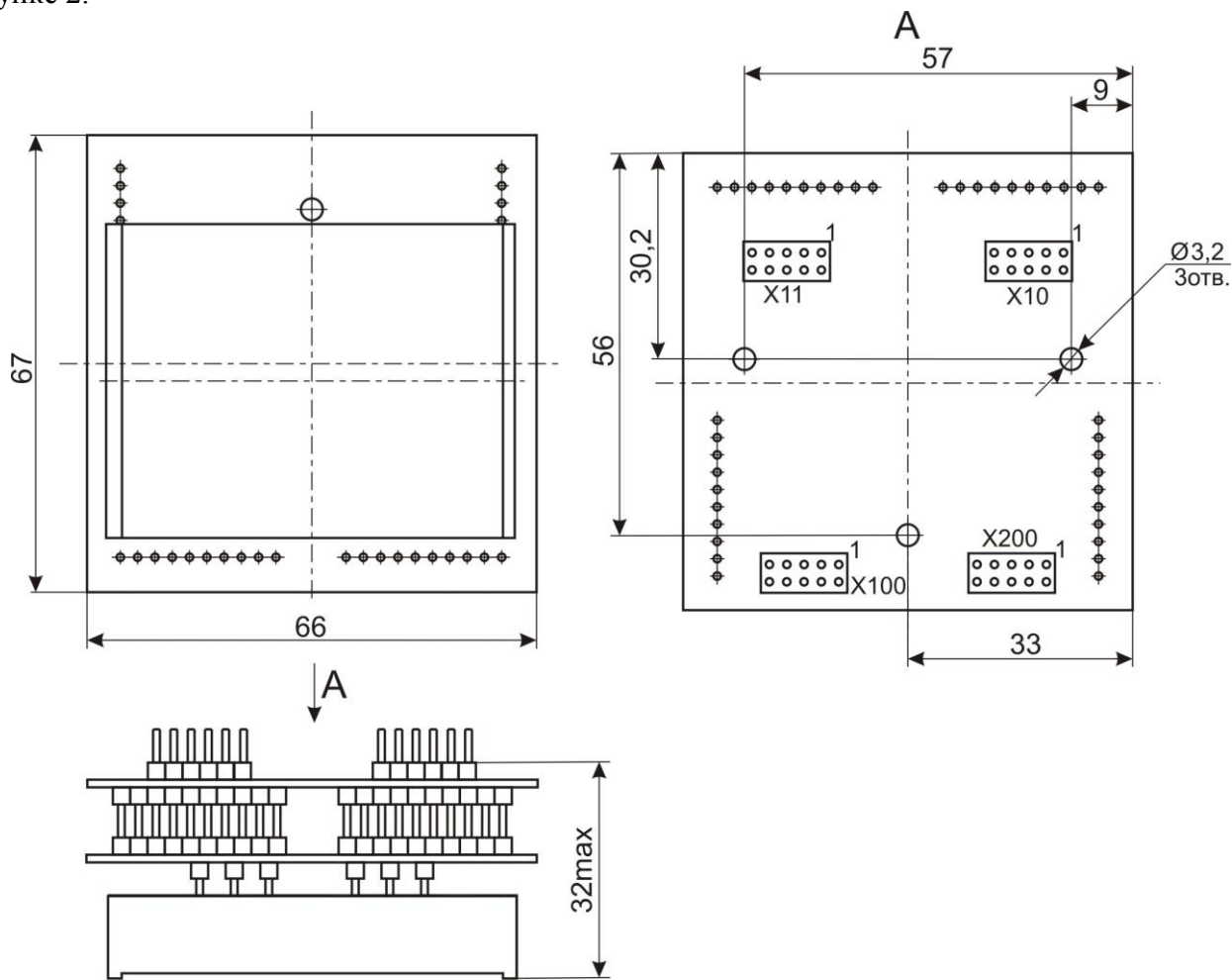


Рисунок 1 – Габаритный чертёж драйвера

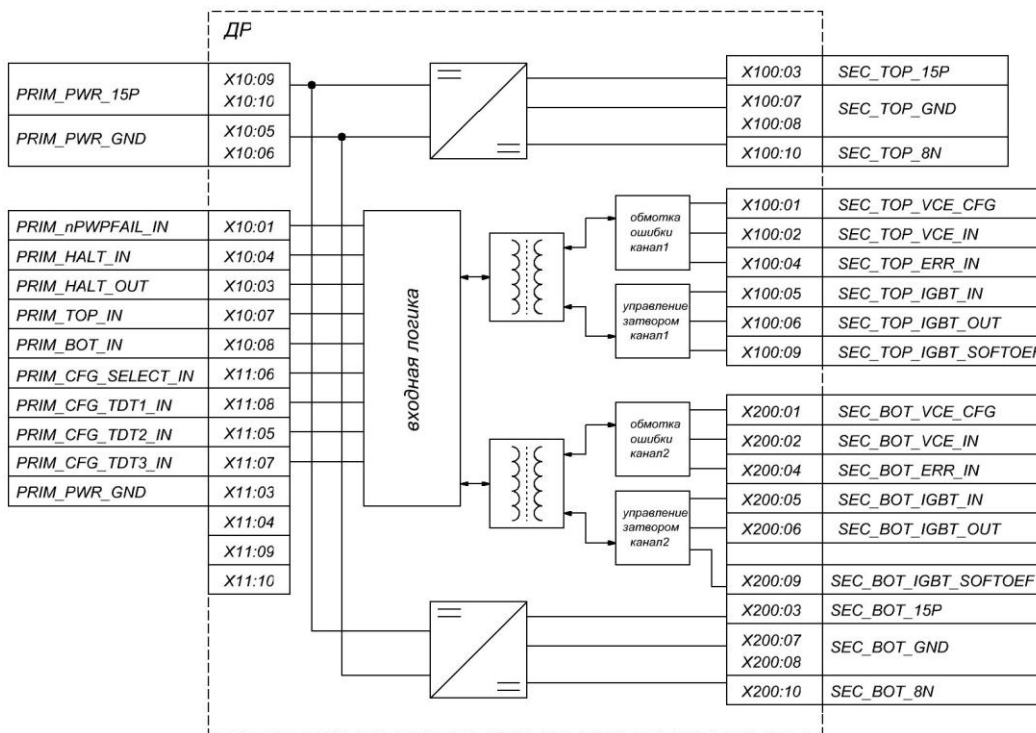


Рисунок 2– Функциональная схема драйвера

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. 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. 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 $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение			Примечания
			не менее	тип	не более	
Параметры блока DC/DC						
Номинальное напряжение питания	U_S	В	13,5	15	16,5	
Максимальный ток потребления	I_S	мА	90		200	$f = 0\text{ Гц}$
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	P_{DC-DC}	Вт		5		для каждого канала
Параметры монитора напряжения						
Порог выключения	U_{UVLO+}	В		-	-	выход DC-DC
Порог включения	U_{UVLO-}	В	11		12	выход DC-DC
Параметры входов управления						
Входное напряжение высокого уровня	U_{IH}	В	15	15	15	
			-0,3	0	0	
Входное сопротивление	R_{IN}	кОм		100		
Временные параметры						
Время задержки включения сигнала между входом и выходом	$t_{d\ on(in-out)}$	мкс			2	см. рисунок 7
Время задержки выключения сигнала между входом и выходом	$t_{d\ off(in-out)}$	мкс			2	см. рисунок 7
«Мертвое» время между изменениями сигнала на выходах первого и второго каналов	t_{TD}	мкс	Нет задержек		4	настраивается потребителем; см. раздел 6
Максимальная рабочая частота	f_{max}	кГц			50	без нагрузки; см. рисунок 5
Время блокировки контроля падения напряжения на управляемом транзисторе в открытом состоянии	t_{BLOCK1}	мкс	2		20	
Время блокировки управляемого транзистора после «аварии»	t_{BLOCK2}	с		3		
Время плавного аварийного отключения транзистора	t_{off}	мкс		5		
Выходные параметры						
Выходное напряжение высокого уровня	U_{OH}	В			15	во всем диапазоне допустимых нагрузок
Выходное напряжение низкого уровня	U_{OL}	В			-7	
Максимальный выходной импульсный ток	I_{Omax}	А			15	
Средний выходной ток	I_O	мА				на каждый канал
Максимальный ток статусного вывода «Error»	$I_{ERR\ max}$	мА			30	
Максимальное напряжение на статусном выводе «Error»	$U_{ERR\ max}$	В		15		
Остаточное напряжение по выходу сигнала «Error»	$U_{O\ ERR}$	В	0,3		0,7	при $I_{ERR} = 20\text{ мА}$
Пороговое напряжение на измерительном входе МС, вызывающее аварийное отключение	U_{MC}^{Th}	В	4,5		12,7	

Продолжение таблицы 2

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 выходами 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	°С	-45		+85	
Температура хранения	T_s	°С	-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.

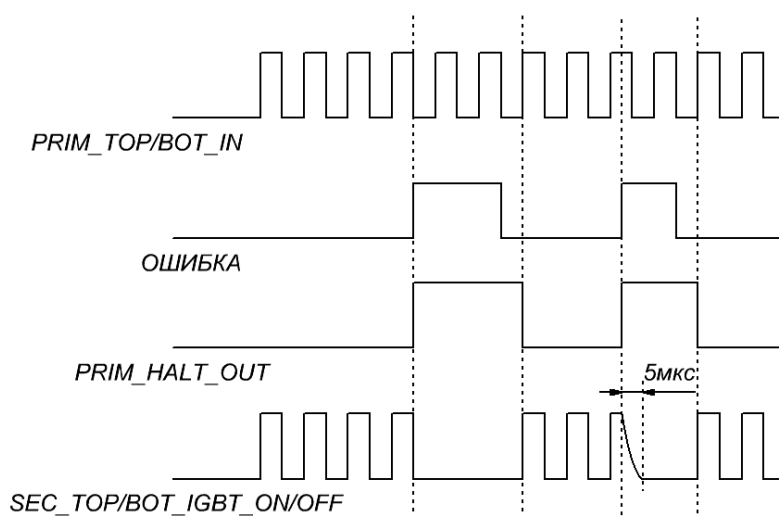


Рисунок 3 – Диаграмма работы одного канала драйвера

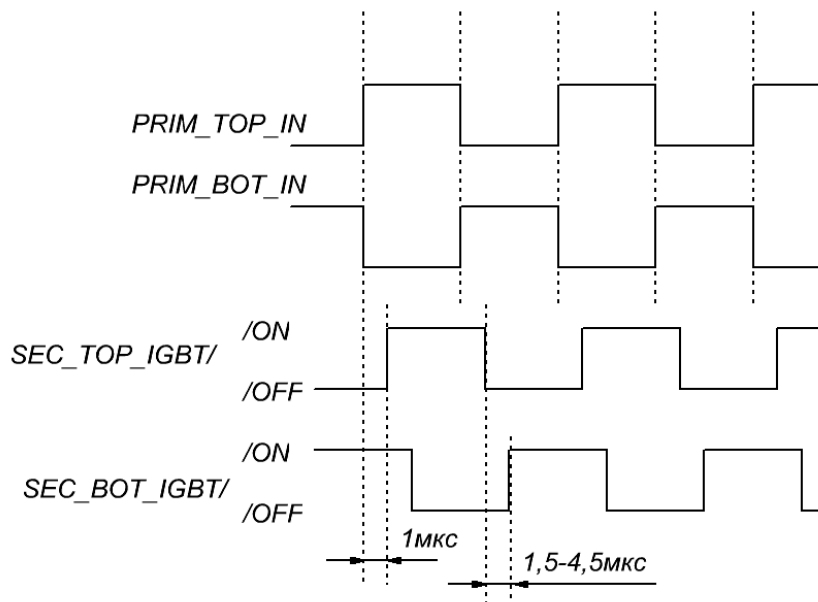


Рисунок 4 – Диаграмма работы двух каналов драйвера

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 между каналами (мкс)	PRIM_CFG_TPT1_IN	PRIM_CFG_TPT2_IN	PRIM_CFG_TPT3_IN	PRIM_CFG_SELECT_IN
2	0В	-	-	-
3	-	0В	-	-
4	-	-	-	-
без блокировки каналов	-	-	-	0В

6 ГРАФИКИ, ПОЯСНЯЮЩИЕ РАБОТУ ДРАЙВЕРА

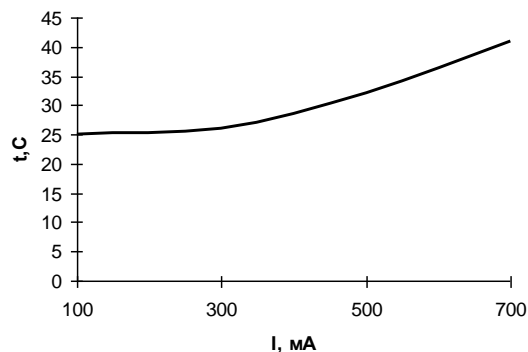
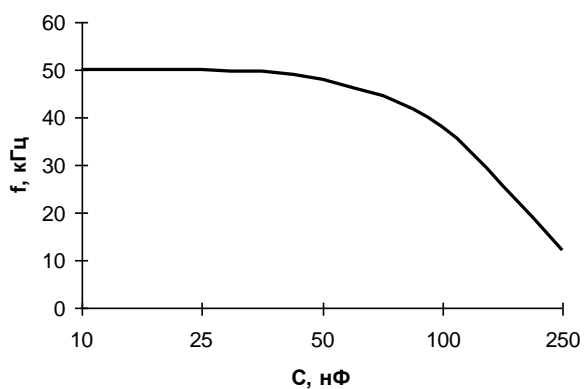


Рисунок 5 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

Рисунок 6 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

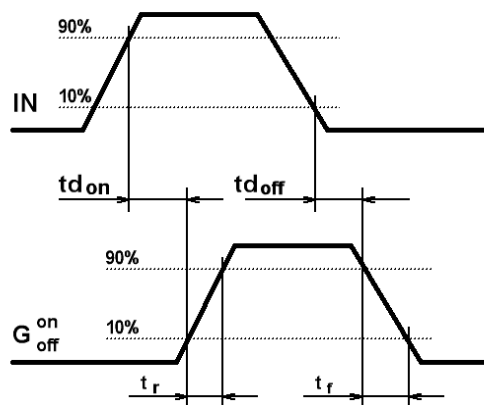


Рисунок 7 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

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: - диапазон частот, Гц; - амплитуда ускорения, m/c^2 (g)	0,5 - 100 150 (15)
Механический удар одиночного действия: - пиковое ударное ускорение, m/c^2 (g); - длительность импульса ударного ускорения, мс	40 (4) 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: - рабочая, °C; - предельная, °C	минус 45 минус 60
Повышенная температура окружающей среды: - рабочая, °C; - предельная, °C	+85 +100
Относительная влажность при температуре 35 °C без конденсации влаги, %, не более	98
Изменение температуры среды, °C	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.

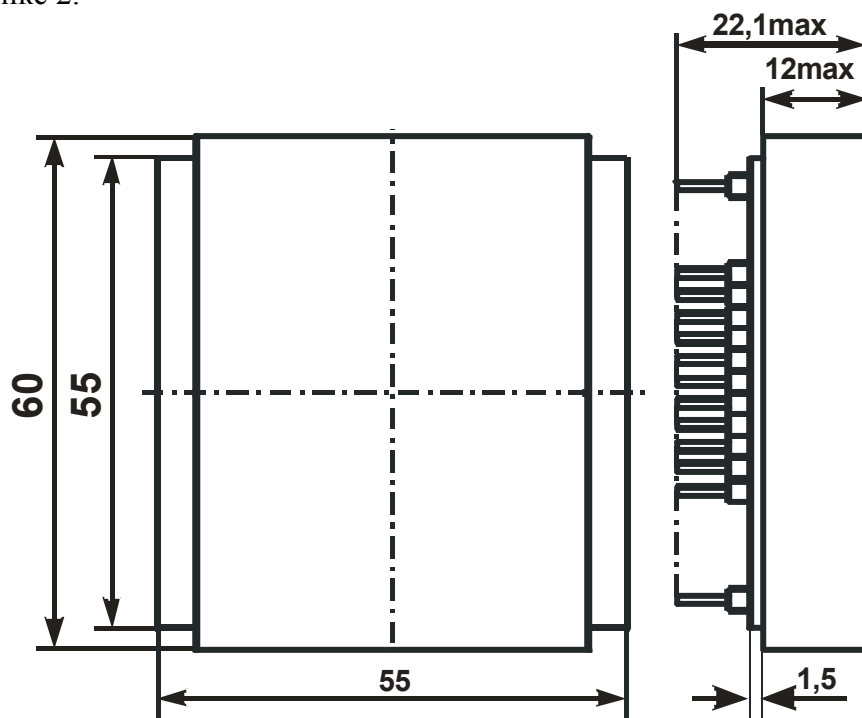


Рисунок 1 – Габаритный чертёж драйвера

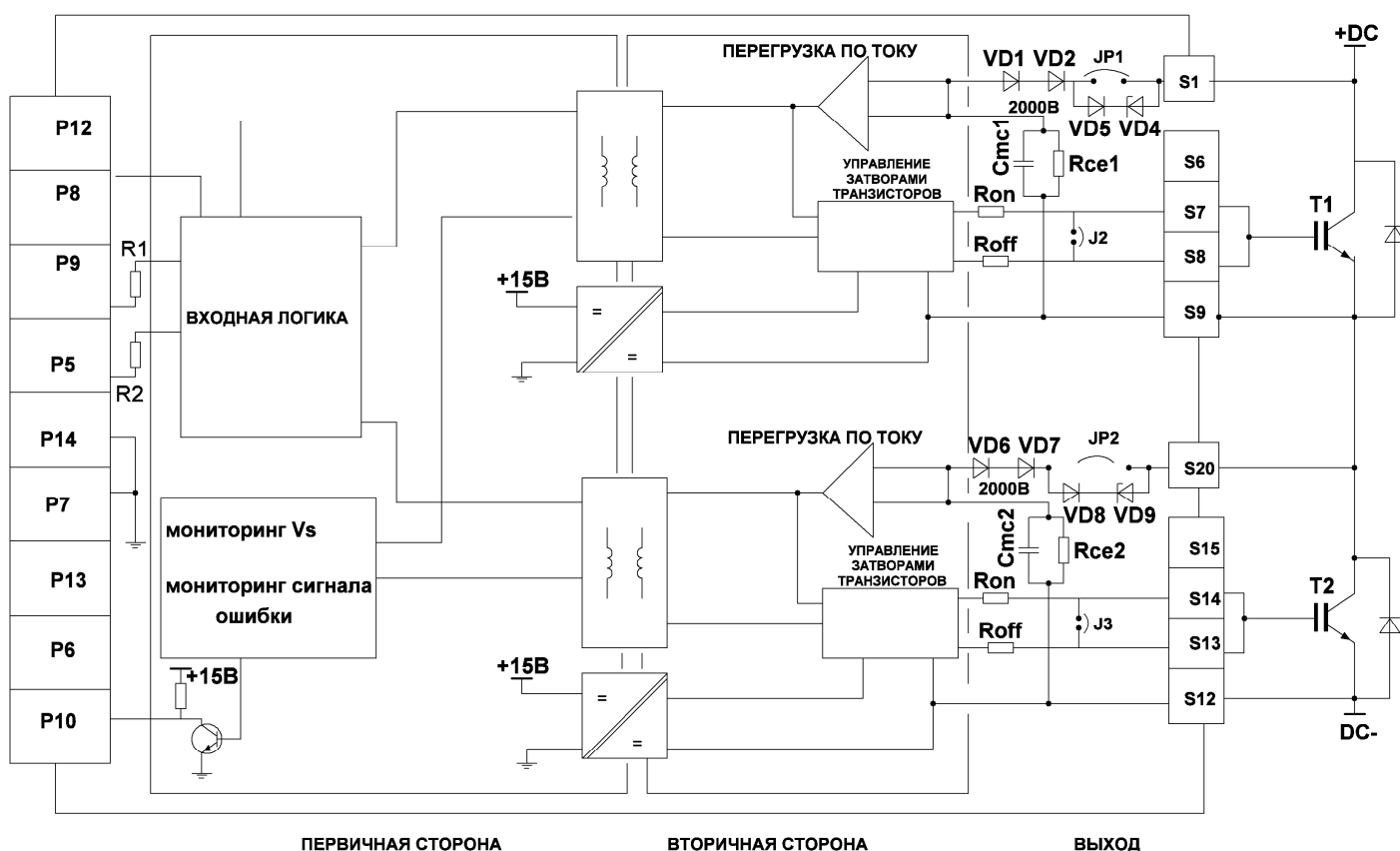


Рисунок 2– Функциональная схема и схема включения драйвера

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

РАЗЪЁМ ХР1 (ПЕРВИЧНАЯ СТОРОНА)		
<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
РАЗЪЁМ ХР2 (ВТОРИЧНАЯ СТОРОНА)		
<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
РАЗЪЁМ ХР3 (ВТОРИЧНАЯ СТОРОНА)		
<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 менее	тип	не более	
Параметры блока DC/DC						
Максимальный ток потребления	I_S	мА			200	f = 0 Гц, см. рисунки 5 и 6
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	P_{DC-DC}	Вт	4			для каждого канала
Параметры монитора напряжения						
Порог выключения	U_{UVLO+}	В		11		выход DC-DC
Порог включения	U_{UVLO-}	В		12		выход DC-DC
Параметры входов управления						
Входное напряжение высокого уровня	U_{IH}	В	9	15	16,8	ДР280 П-Б3
Входное напряжение низкого уровня	U_{IL}	В	-0,6	0	2,4	ДР280 П-Б3
Входное сопротивление	R_{IN}	кОм		5,9		ДР280 П-Б3

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 всем 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 «Err0»	$I_{ERR\ max}$	мА			20	
Максимальное напряжение на статусном выводе «Err0»	$U_{ERR\ max}$	В			30	
Остаточное напряжение по выходу сигнала «Err0»	U_{OERR}	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 допустимое 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	

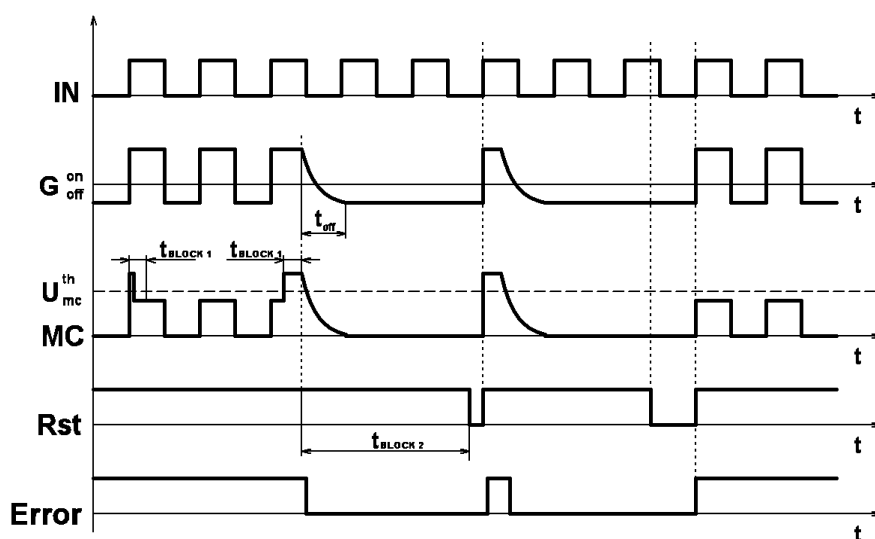
5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

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»

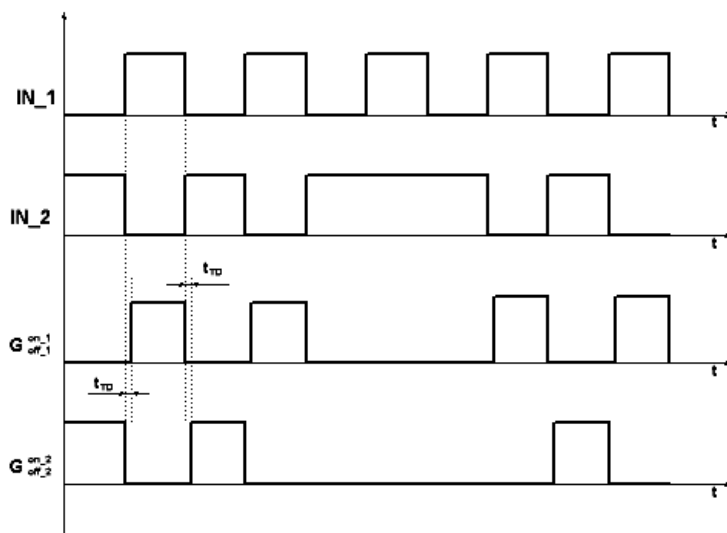


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

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_{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. 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 «E_{rog}» 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_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_{uvlo-}» 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 переключки JP1 и JP2) или 1 В с не установленными переключками. 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 закортить на исток (эмиттер) соответствующего канала.

Конденсаторы C_{mc1}, C_{mc2} – 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 R_{ce1}, R_{ce2} – уровень срабатывания защиты по напряжению насыщения.

$U_{DESAT} = 5,8 - U_D, 2qе4D$ – 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.

Переключки

JP1, JP2 – переключки, регулирующие порог срабатывания защиты по насыщения управляемых транзисторов. При установленных переключках порог срабатывания защиты по напряжению насыщения транзистора $U_{MC}^{Th} = 5,8$ В. При неустановленных переключках порог срабатывания защиты равен 1 В.

Примечание – При необходимости замены переключек JP1, JP2 применять метод ручной пайки электропаяльником с температурой паяльного стержня (245 ± 15) °С 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

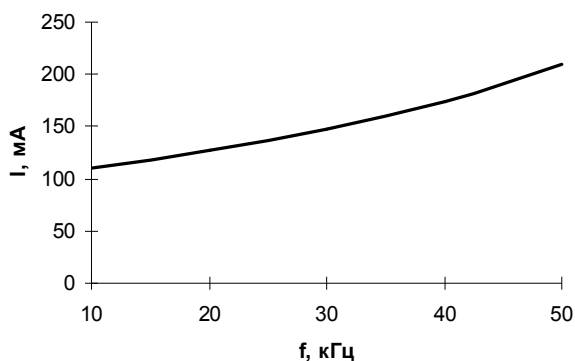


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления драйвера от частоты сигнала управления без нагрузки

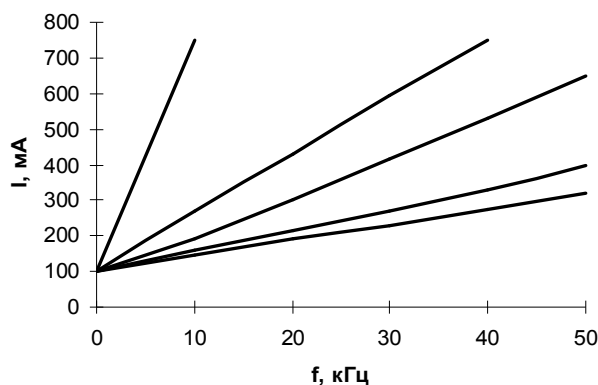


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ и 250 нФ

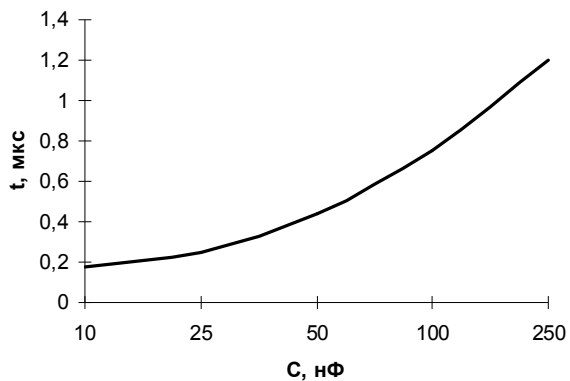


Рисунок 7 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

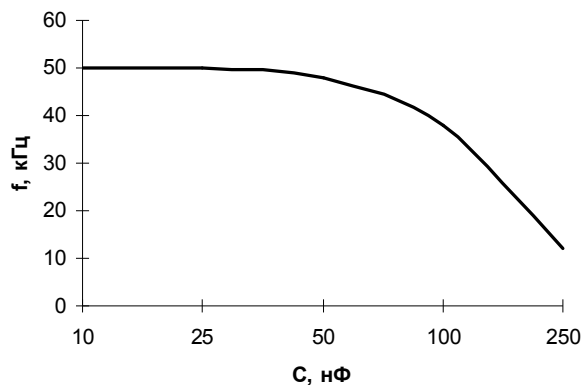


Рисунок 11 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

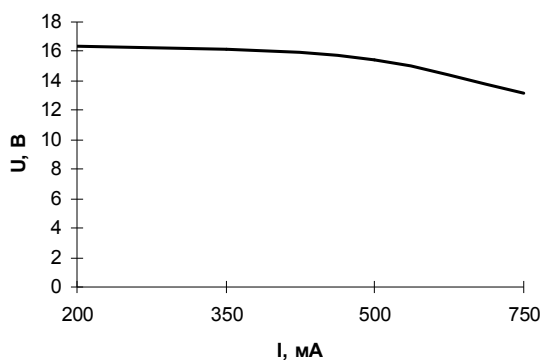


Рисунок 9 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

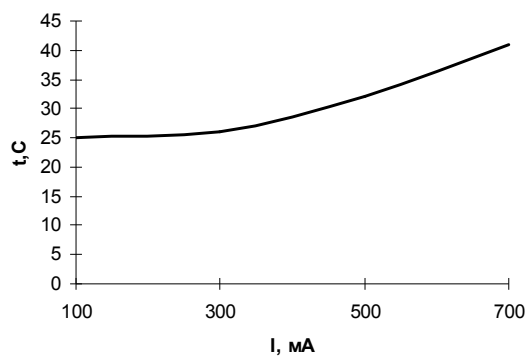


Рисунок 10 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

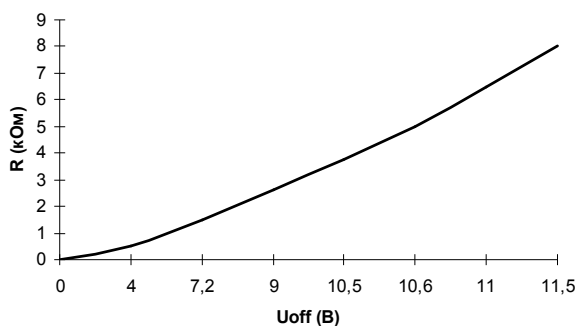


Рисунок 11 – График зависимости порога включения защиты по насыщению от подстроечного резистора

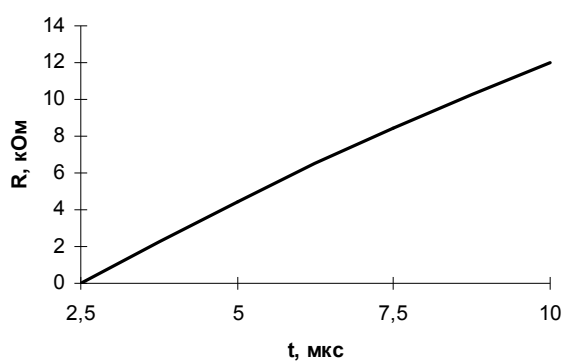


Рисунок 12 – График зависимости длительности задержки на переключение от номинала подстроечных резисторов

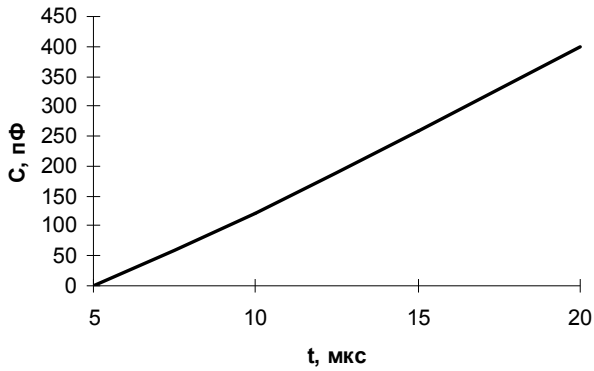


Рисунок 13 – График зависимости порога включения защиты по насыщению от подстроечной ёмкости

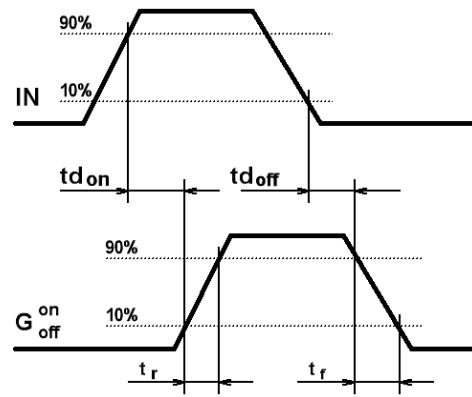


Рисунок 14 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера, где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

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: - диапазон частот, Гц; - амплитуда ускорения, m/c^2 (g)	0,5 - 100 150 (15)
Механический удар одиночного действия: - пиковое ударное ускорение, m/c^2 (g); - длительность импульса ударного ускорения, мс	40 (4) 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:	
- 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.

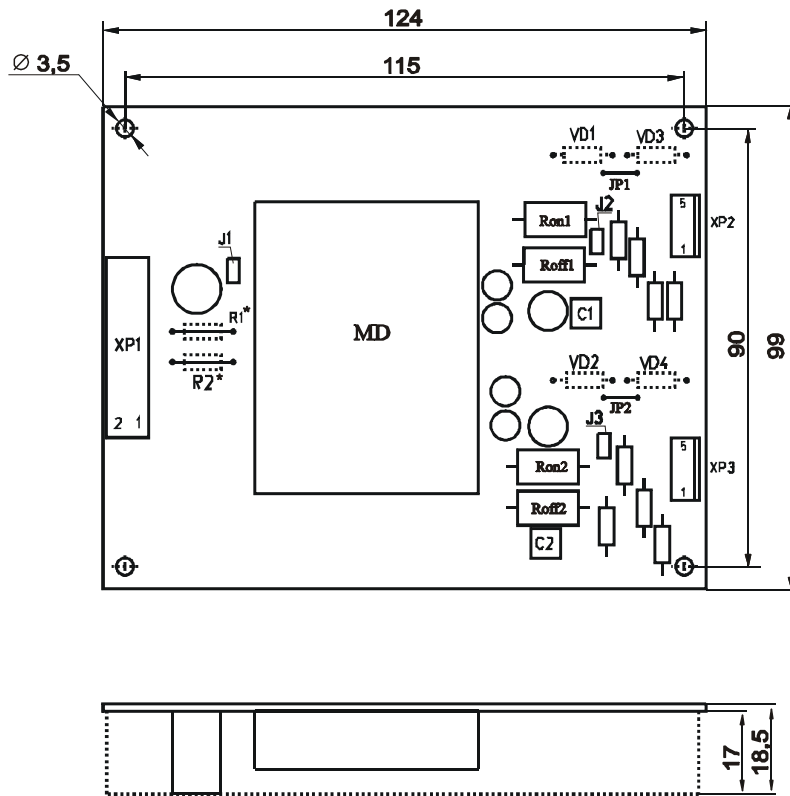


Рисунок 1 – Габаритный чертёж драйвера

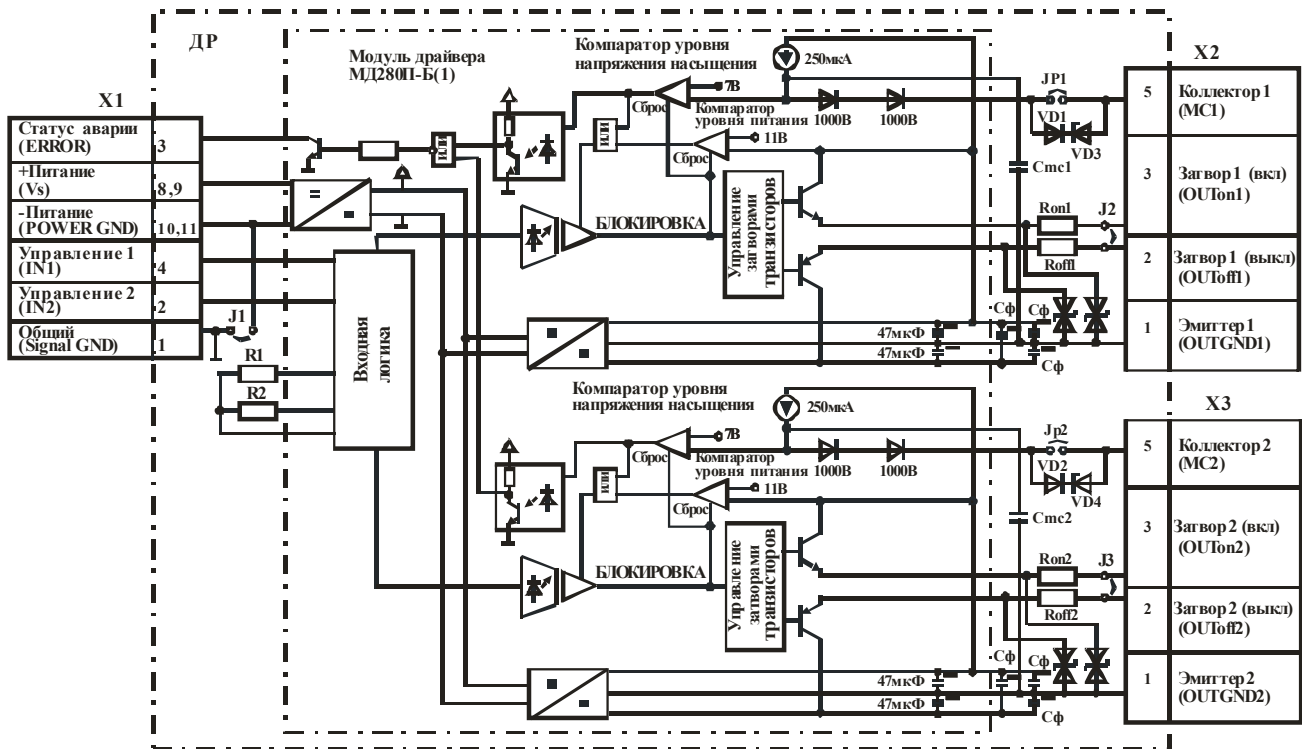


Рисунок 2– Функциональная схема и схема включения драйвера

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

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	$\overline{\text{ERROR}}$
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_S	В	13,5	15	16,5	
Максимальный ток потребления	I_S	мА			200	f = 0 Гц, см. рисунки 5 и 6
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	P_{DC-DC}	Вт	4			для каждого канала
Параметры монитора напряжения						
Порог выключения	U_{UVLO+}	В		11		выход DC-DC
Порог включения	U_{UVLO-}	В		12		выход DC-DC
Параметры входов управления						
Входное напряжение высокого уровня	U_{IH}	В	3	5	5,6	ДР280 П-Б
			9	15	16,8	ДР280 П-Б1
Входное напряжение низкого уровня	U_{IL}	В	-0,6	0	0,8	ДР280 П-Б
			-0,6	0	2,4	ДР280 П-Б1
Входное сопротивление	R_{IN}	кОм		2,0		ДР280 П-Б
				5,9		ДР280 П-Б1
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 паде- ния 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 от- ключения управляемого транзи- стора	t_{off}	мкс		6		см. рисунок 3
Время задержки включения сиг- нала аварии	$t_{d(on-err)}$	мкс			2	
Выходные параметры						
Выходное напряжение высокого уровня	U_{OH}	В	+14	+16	+19	во всем диапазо- не допустимых нагрузок
Выходное напряжение низкого уровня	U_{OL}	В	-7,5	-6	-4	во всём диапазо- не допустимых нагрузок
Максимальный выходной им- пульсный 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 ри- сунки 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_{OERR}	В	0	0,3	0,7	при $I_{ERR} = 20$ мА
Пороговое напряжение на изме- рительном входе МС, вызываю- щее аварийное отключение	U_{MC}^{Th}	В		5,8		без дополни- тельных элемен- тов
Параметры изоляции						
Максимально допускаемое обрат- ное 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 вы- водами 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 напря- жение управляемого транзистора	$U_{CE} (U_{DS})$	В			1700	

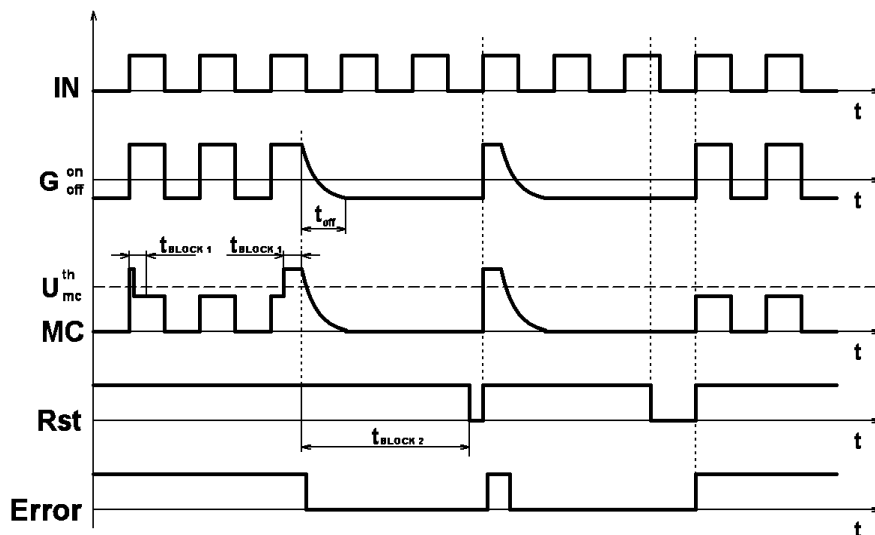
5 РАБОТА ДРАЙВЕРА

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 сигнала 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»

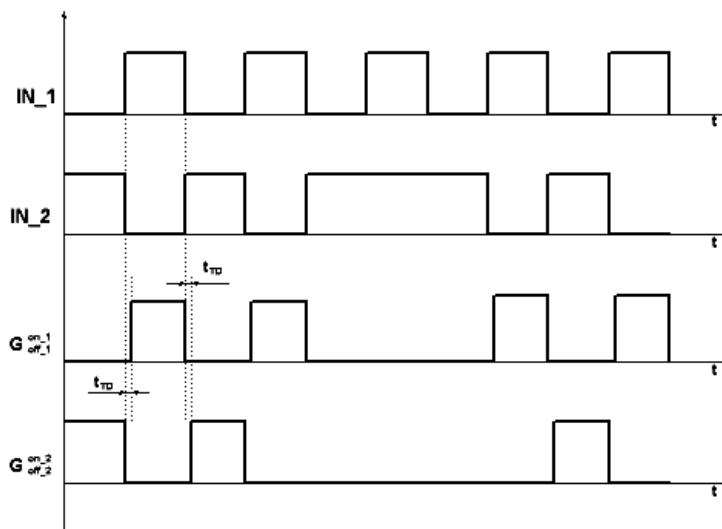


Рисунок 4 – Функциональная диаграмма работы драйвера

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 «Egog» 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_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 «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 напряжение 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 закортить на исток (эмиттер) соответствующего канала.

Конденсаторы C_{mc1}, C_{mc2} – 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.

Переключки

JP1, JP2 – переключки, регулирующие порог срабатывания защиты по насыщению управляемых транзисторов. При установленных переключках порог срабатывания защиты по напряжению насыщения транзистора $U_{MC}^{Th} = 5,8$ В. При неустановленных переключках порог срабатывания защиты равен 1 В.

Примечание – При необходимости замены переключек JP1, JP2 применять метод ручной пайки электропаяльником с температурой паяльного стержня (245 ± 15) °С с использованием припоя ПОС-61 и канифоли 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

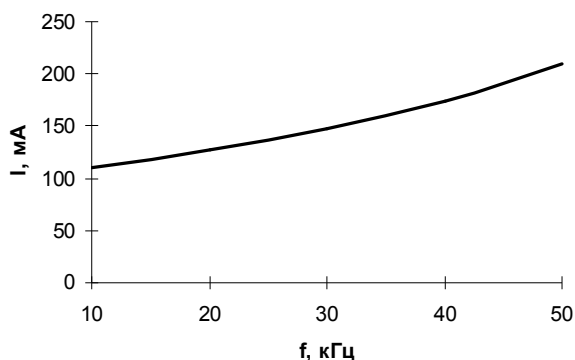


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления драйвера от частоты сигнала управления без нагрузки

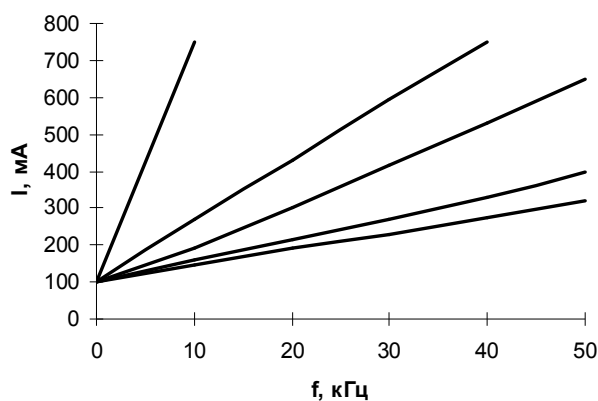


Рисунок 6 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом)

для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ и 250 нФ

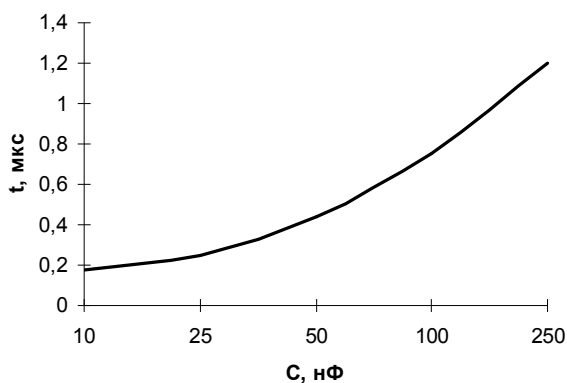


Рисунок 7 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

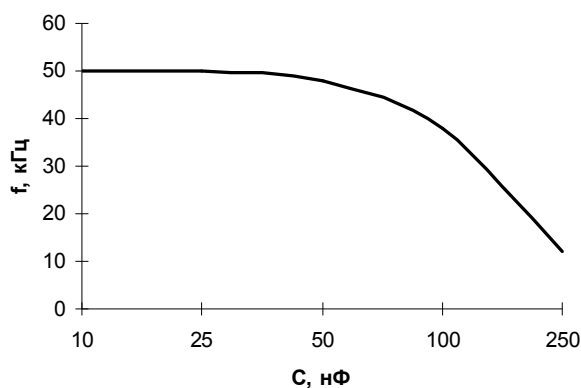


Рисунок 11 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

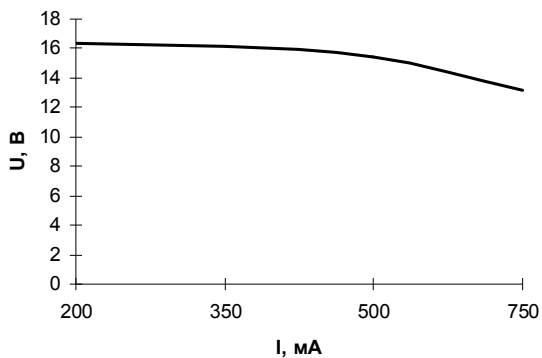


Рисунок 9 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

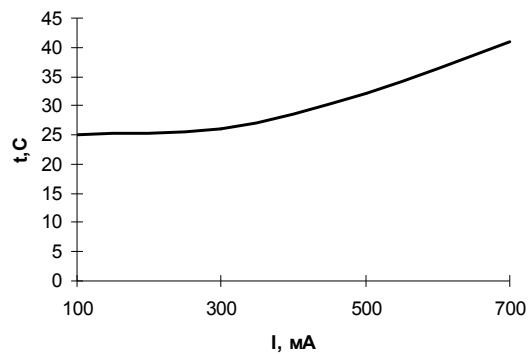


Рисунок 10 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

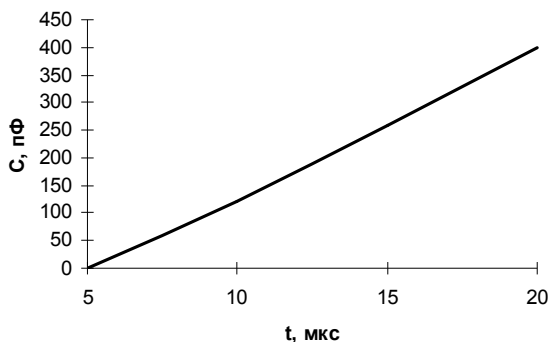


Рисунок 11 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от подстроечной ёмкости

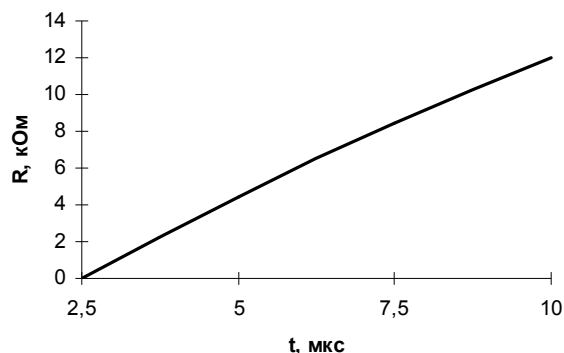


Рисунок 12 – График зависимости длительности задержки на переключение от номинала подстроечных резисторов

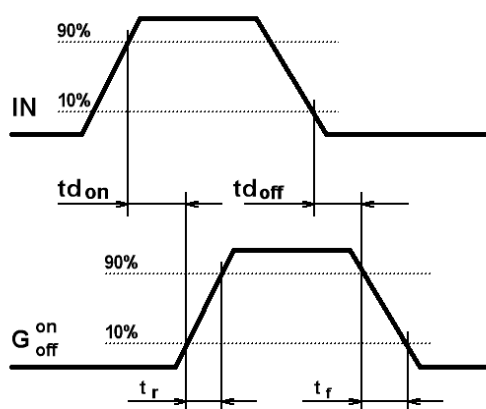


Рисунок 13 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

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: - диапазон частот, Гц; - амплитуда ускорения, м/с ² (g)	0,5 - 100 150 (15)
Механический удар одиночного действия: - пиковое ударное ускорение, м/с ² (g); - длительность импульса ударного ускорения, мс	40 (4) 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; - предельная, °С	минус 45 минус 60
Повышенная температура окружающей среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+85 +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 (Ron, Roff);
- 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.

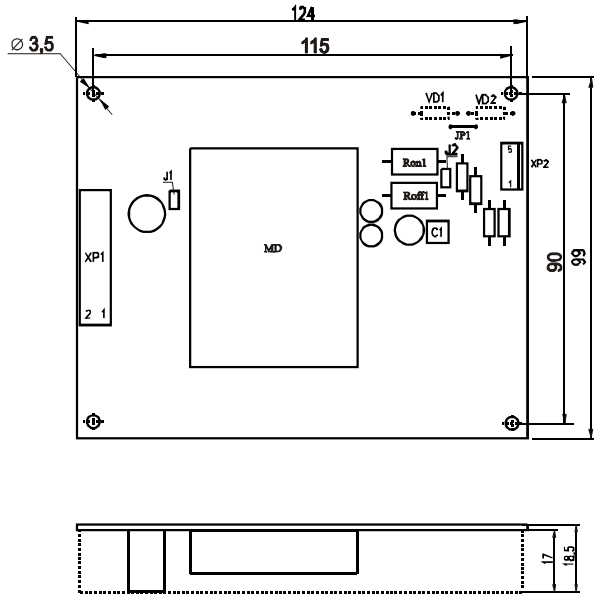


Рисунок 1 – Габаритный чертёж

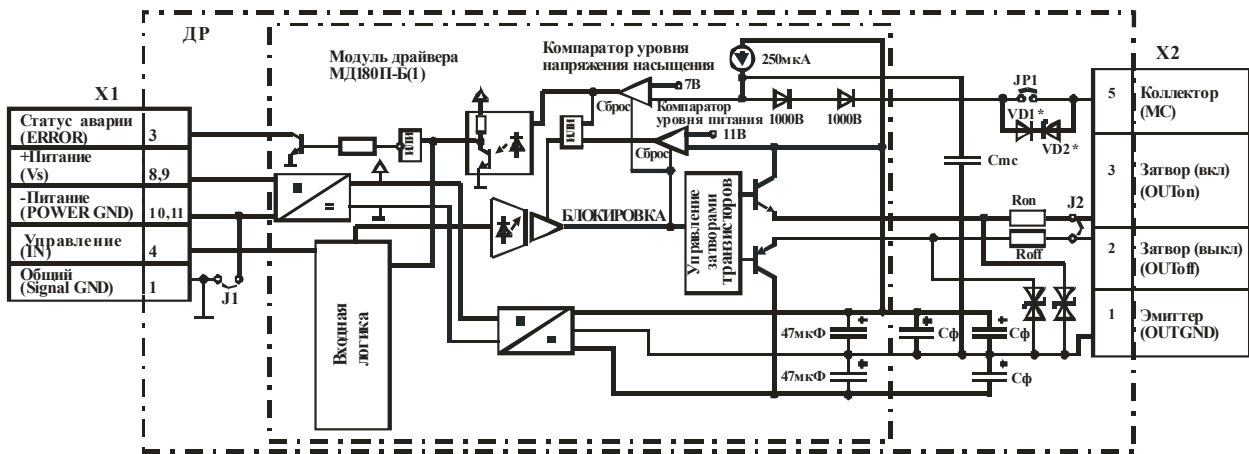


Рисунок 2– Функциональная схема и схема включения драйвера

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_S	В	13,5	15	16,5	
Максимальный ток потребления	I_S	мА			100	$f = 0$ Гц, см. рисунки 4 и 5
Мощность встроенного источника питания выходной части модуля драйвера	P_{DC-DC}	Вт	4			
Параметры монитора напряжения						
Порог выключения	U_{UVLO+}	В		11		выход DC-DC
Порог включения	U_{UVLO-}	В		12		выход DC-DC
Параметры входов управления						
Входное напряжение высокого уровня	U_{IH}	В	3	5	5,6	ДР180П-Б
			9	15	16,8	ДР180П-Б1
Входное напряжение низкого уровня	U_{IL}	В	-0,6	0	0,8	ДР180П-Б
			-0,6	0	2,4	ДР180П-Б1
Входное сопротивление	R_{IN}	кОм		2,0		ДР180П-Б
				5,9		ДР180П-Б1
Временные параметры						
Время задержки включения сигнала между входом и выходом	$t_{d\ on(in-out)}$	мкс			0,5	см. рисунок 11
Время задержки выключения сигнала между входом и выходом	$t_{d\ off(in-out)}$	мкс			0,5	см. рисунок 11
Максимальная рабочая частота	f_{max}	кГц			50	без нагрузки; см. раздел 6 и рисунки 4, 5
Время блокировки контроля падения напряжения на управляемом транзисторе в открытом состоянии	t_{BLOCK1}	мкс	5		20	настраивается потребителем; см. раздел 6 и рисунок 10
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 всем диапазоне допустимых нагрузок
Максимальный выходной импульсный ток	I_{Omax}	А	-8		+8	настраивается потребителем; см. раздел 6
Средний выходной ток	I_O	мА			160	

Продолжение таблицы 2

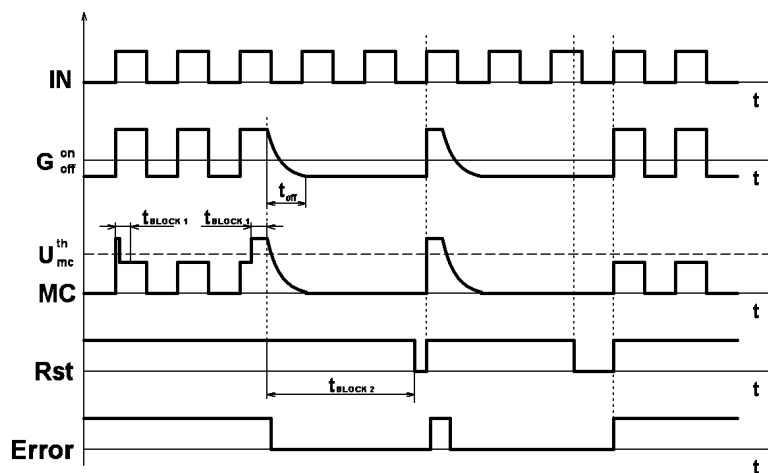
Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение			Примечания
			не менее	тип	не более	
Время нарастания выходного сигнала	t_r	нс			150	без нагрузки, см. раздел 6 и рисунок 6
Время спада выходного сигнала	t_f	нс			150	без нагрузки, см. раздел 6 и рисунок 6
Максимальный ток статусного вывода «Err0g»	$I_{ERR\ max}$	мА			20	
Максимальное напряжение на статусном выводе «Err0g»	$U_{ERR\ max}$	В			30	
Остаточное напряжение по выходу сигнала «Err0g»	$U_{O\ ERR}$	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
Параметры изоляции						
Максимально допустимое 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	
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» 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_S – 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

SMC – 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 (Ron, Roff) 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 ± 15) °С 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

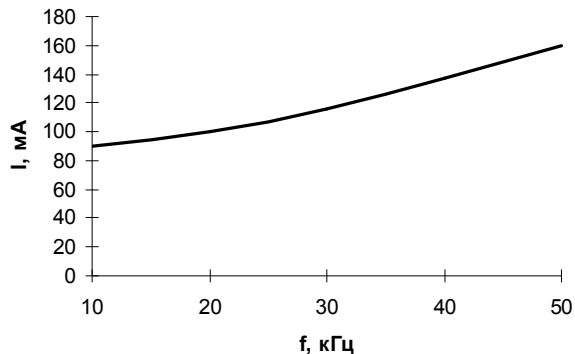


Рисунок 4 – График зависимости тока потребления драйвера от частоты сигнала управления без нагрузки

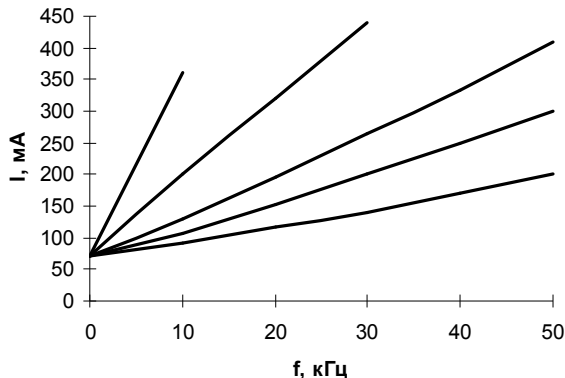


Рисунок 5 – График зависимости тока потребления от частоты сигнала под нагрузкой (с затворным резистором 5 Ом) для ёмкостей затвора 10 нФ, 25 нФ, 50 нФ, 100 нФ и 250 нФ

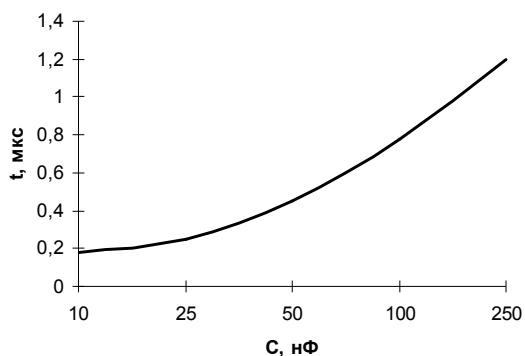


Рисунок 6 – График зависимости длительности фронтов от ёмкости затвора (с затворным резистором 5 Ом)

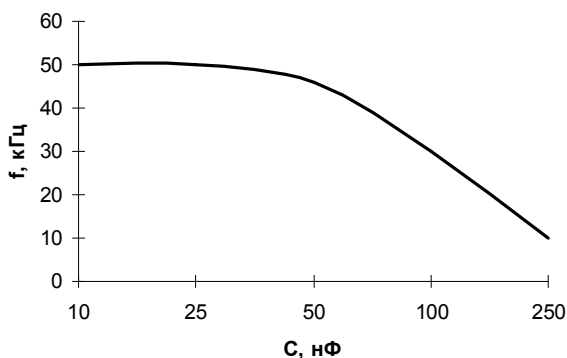


Рисунок 7 – График области безопасной работы драйвера (с затворным резистором 5 Ом)

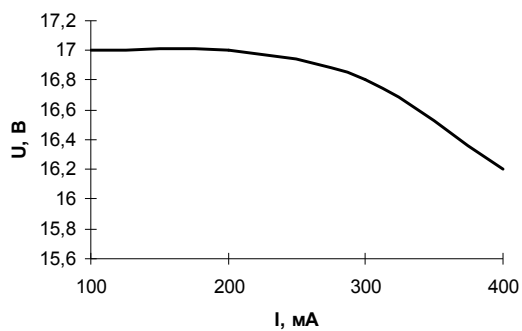


Рисунок 8 – График зависимости напряжения на затворе транзистора от тока потребления

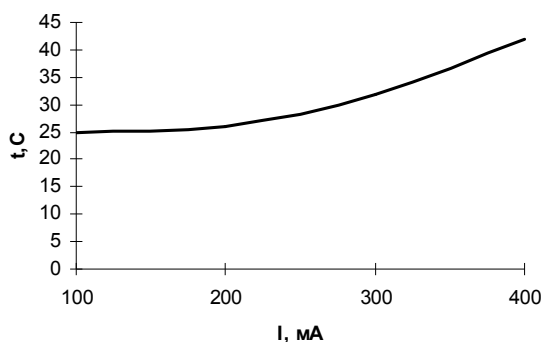


Рисунок 9 – График зависимости температуры корпуса драйвера от тока потребления

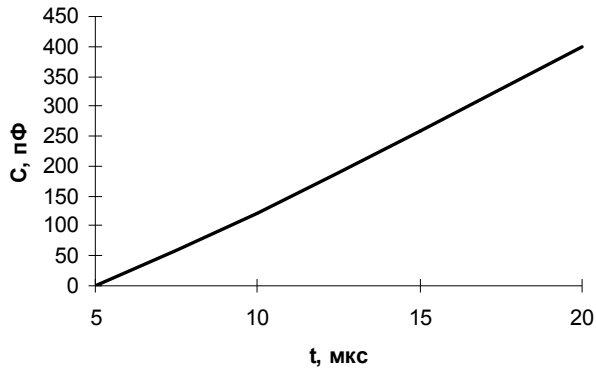


Рисунок 10 – График зависимости длительности задержки включения защиты по насыщению от подстроечной ёмкости

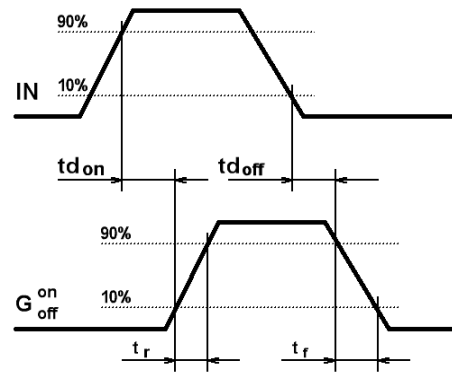


Рисунок 11 – Диаграмма, поясняющая временные параметры драйвера где IN – входной сигнал управления; G – сигнал на затворе управляемого транзистора

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: - диапазон частот, Гц; - амплитуда ускорения, m/c^2 (g)	0,5 - 100 150 (15)
Механический удар одиночного действия: - пиковое ударное ускорение, m/c^2 (g); - длительность импульса ударного ускорения, мс	40 (4) 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: - рабочая, °С; - предельная, °С	минус 45 минус 60
Повышенная температура окружающей среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+85 +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 +7 (8182) 45-71-35
Астрахань +7 (8512) 99-46-80
Барнаул +7 (3852) 37-96-76
Белгород +7 (4722) 20-58-80
Брянск +7 (4832) 32-17-25
Владивосток +7 (4232) 49-26-85
Волгоград +7 (8442) 45-94-42
Екатеринбург +7 (343) 302-14-75
Ижевск +7 (3412) 20-90-75
Казань +7 (843) 207-19-05
Калуга +7 (4842) 33-35-03

Кемерово +7 (3842) 21-56-70
Киров +7 (8332) 20-58-70
Краснодар +7 (861) 238-86-59
Красноярск +7 (391) 989-82-67
Курск +7 (4712) 23-80-45
Липецк +7 (4742) 20-01-75
Магнитогорск +7 (3519) 51-02-81
Москва +7 (499) 404-24-72
Мурманск +7 (8152) 65-52-70
Наб.Челны +7 (8552) 91-01-32
Ниж.Новгород +7 (831) 200-34-65

Новосибирск +7 (383) 235-95-48
Омск +7 (381) 299-16-70
Орел +7 (4862) 22-23-86
Оренбург +7 (3532) 48-64-35
Пенза +7 (8412) 23-52-98
Пермь +7 (342) 233-81-65
Ростов-на-Дону +7 (863) 309-14-65
Рязань +7 (4912) 77-61-95
Самара +7 (846) 219-28-25
Санкт-Петербург +7 (812) 660-57-09
Саратов +7 (845) 239-86-35

Сочи +7 (862) 279-22-65
Ставрополь +7 (8652) 57-76-63
Сургут +7 (3462) 77-96-35
Тверь +7 (4822) 39-50-56
Томск +7 (3822) 48-95-05
Тула +7 (4872) 44-05-30
Тюмень +7 (3452) 56-94-75
Ульяновск +7 (8422) 42-51-95
Уфа +7 (347) 258-82-65
Хабаровск +7 (421) 292-95-69
Челябинск +7 (351) 277-89-65
Ярославль +7 (4852) 67-02-35

сайт: electrum.pro-solution.ru | эл. почта: emt@pro-solution.ru

телефон: 8 800 511 88 70