

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата

Драйвер управления затвором IGBT ОДР50/6500

Руководство по применению

ПАКД.466341.006И1

Перв. применен.	ПАКД.466341.006	Данный документ предназначен для ознакомления с характеристиками, правилами применения и режимами работы драйвера управления затвором IGBT ОДР50/6500 (далее - драйвер). Драйвер выполняет функции одноканального контроллера управления IGBT-транзистором, с гальванической трансформаторной развязкой по питанию и оптической развязкой по управляющим сигналам, с возможностью защиты IGBT от превышения напряжения насыщения и от понижения напряжения в цепи питания. Драйвер предназначен для управления затвором IGBT-транзистора с напряжением коллектор-эмиттер не более 6500 В, емкостью затвора не более 50 мкКл и импульсным током заряда/разряда затвора не более ± 50 А. Категория качества – ОТК. Драйвер является функциональным аналогом зарубежного изделия 1SC0450V2B0-65 фирмы «Power integrations».														
		Справ. №														
Подп. дата	Инв. № дубл.		Взам. инв. №	Подп. и дата												
Инв. № подл.	Разраб.	Мельник				ПАКД.466341.006И1					Лит.	Лист	Листов			
	Пров.	Шеремет														
	Н. контр.	Буккер														
	Утв.	Казуров														
	Драйвер управления затвором IGBT ОДР50/6500 Руководство по применению													218		

Содержание

1 Назначение драйвера	4
2 Технические характеристики.....	7
3 Устройство и работа	9
3.1 Рекомендуемая схема включения модуля	9
4 Маркировка и пломбирование.....	17
5 Упаковка	17
6 Текущий ремонт.....	17
7 Хранение	17
8 Транспортирование.....	17
9 Утилизация	17

Изн. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №		Изн. № дубл.		Подп. дата	

					ПАКД.466341.006И1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		3

1 Назначение драйвера

1.1 Наименование драйвера: ОДР50/6500.

1.2 Обозначение драйвера: ПАКД.466341.006.

1.3 Драйвер при всех допустимых значениях электрических режимов и внешних воздействующих факторов выполняет функции ядра одноканального контроллера управления IGBT-модулями, с гальванической трансформаторной развязкой, с возможностью защиты IGBT от превышения напряжения насыщения, от понижения напряжения в цепи питания. Модуль допускает возможность управления параллельно-включенными IGBT.

1.4 Внешний вид драйвера показан на рисунке 1.

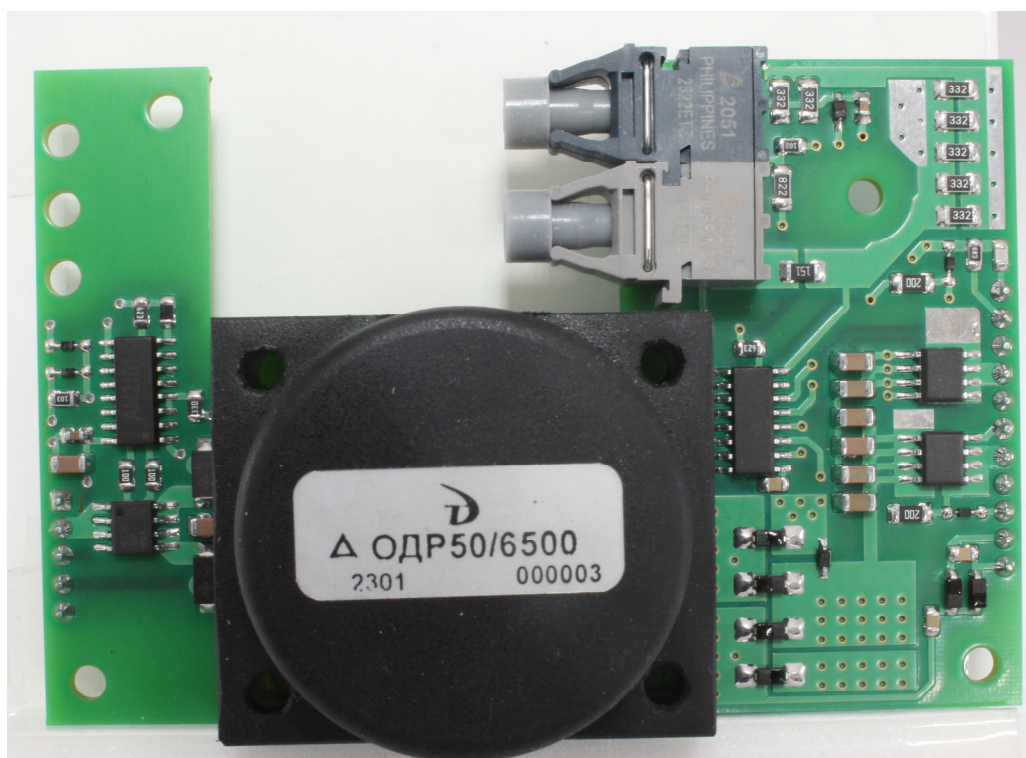
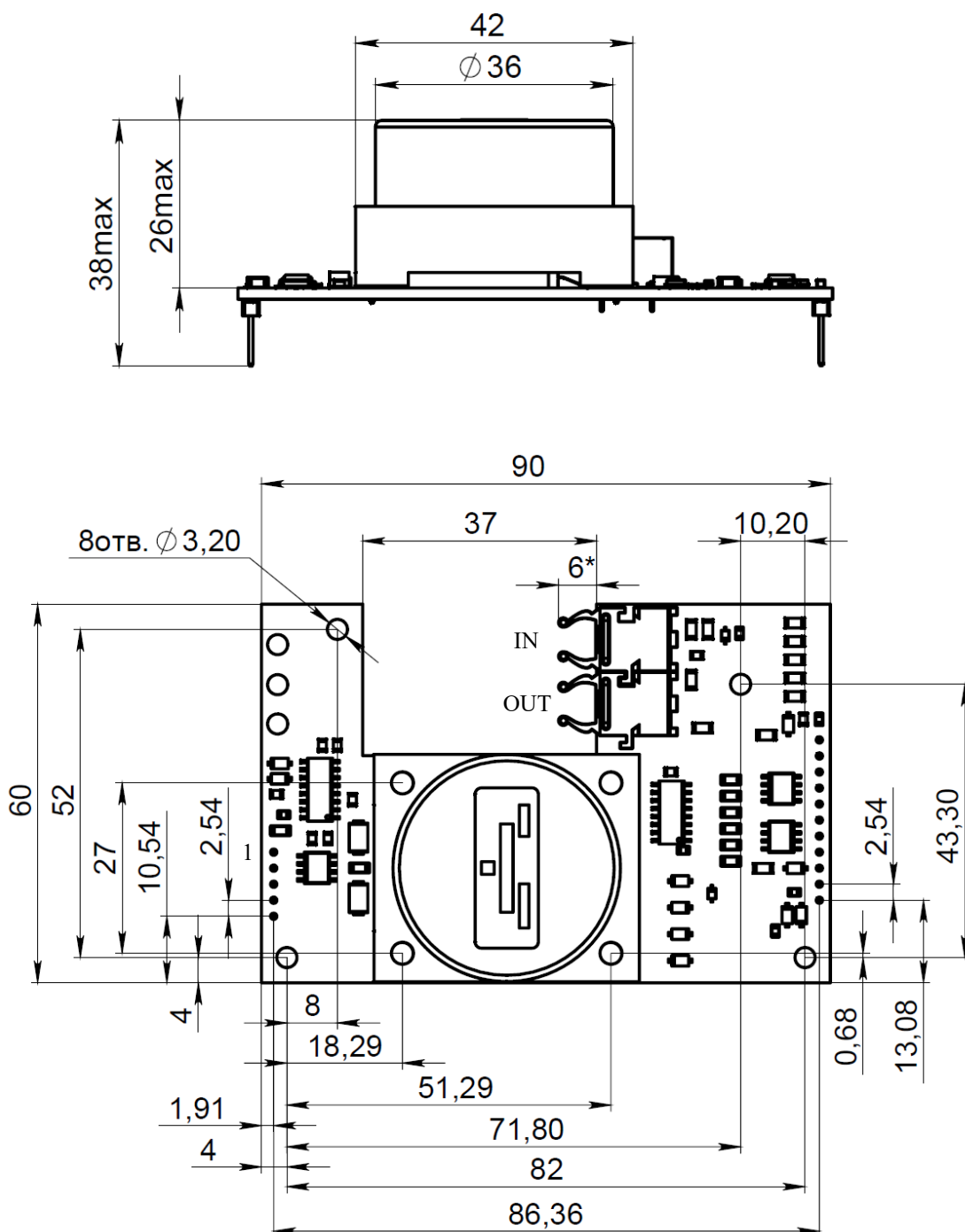


Рисунок 1 – Внешний вид драйвера

1.6 Присоединительные и габаритные размеры драйвера показаны на рисунке 2.

1.7 Нумерация выводов драйвера – против часовой стрелки, со стороны монтажа электронных компонентов. Первый вывод показан на рисунке 2.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата						Лист 4
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.466341.006И1					



Примечания:

1. Размеры указаны без учета масштаба, приведены для справок.
2. Номер первого вывода показан условно.

Рисунок 2 - Присоединительные и габаритные размеры драйвера

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.006И1

Лист

5

1.5 Нумерация, обозначение и назначение выводов драйвера указаны в таблице 1.

Таблица 1– Назначение выводов модуля

Номер вывода	Назначение выводов	Обозначение выводов
1	Выход сигнала статуса первичной стороны драйвера	SO
2	Общий вывод	GND
3	Вывод питания	V _{CC}
4	Вывод питания DC/DC преобразователя	V _{DC}
5	Общий вывод	GND
6	Вывод питания для схемы усиления затвора	VGB
7	Выход DC/DC преобразователя	VISO
8	Общий вывод вторичной стороны	COM
9	Вход установки времени выключения при аварии	CSHD
10	Выход сигнала включения затвора IGBT	GH
11	Выход сигнала усиления затвора	GBS
12	Вход подключения эмиттера IGBT	VE
13	Выход сигнала выключения затвора IGBT	GL
14	Вход схемы активной защиты	ACL
15	Вход установки порога срабатывания защиты по перенапряжению	REF
16	Вход датчика перенапряжения	VCE
Оптический интерфейс		
	Вход управляющего сигнала	IN
	Выход сигнала статуса вторичной стороны драйвера	OUT

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.466341.006И1	Лист
						6

2.1 Основные электрические параметры и режимы работы драйвера приведены в табл. 2.

Наименование параметра/режима работы драйвера, единица измерения	Рекомендуемая норма параметра/режима работы драйвера		
	Мин.	Номин.	Макс.
1 Напряжение питания, В	14,5	15	15,5
2 Порог выключения защиты (по питанию), В	11,9	12,6	13,3
3 Порог включения защиты (по питанию), В	11,0	11,6	12,2
4 Напряжени е на выводе SO при включенной защите (по питанию), В	–	–	0,7
5 Ток потребления , мА	130	–	900
6 Частота входного сигнала, кГц	–	–	10
7 Выходное напряжение высокого уровня, В	–	15	–
8 Выходное напряжение низкого уровня, В	-10	–	-7
9 Выходной импульсный ток, А	-50	–	50
10 Напряжение пробоя изоляции между входом и выходом (тестовое, 1мин. 50Гц), В	–	–	10200
11 Порог срабатывания защиты по напряжению насыщения транзистора, В	–	10,2	–
12 Задержка передачи сигнала о срабатывании защиты, нс	–	–	230
13 Время задержки включения, нс	–	–	150
14 Время задержки выключения, нс	–	–	230
15 Время нарастания выходного импульса, нс	–	–	30
16 Время спада выходного импульса, нс	–	–	125
17 Время задержки сигнала подтверждения	–	–	270
18 Выходная мощность, Вт	–	–	8
19 Заряд затвора, управляемого IGBT, мкКл	–	–	50

2.3 Драйвер выдерживает воздействие механических и климатических факторов, в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Стойкость драйвера к внешним воздействиям

Наименование внешнего воздействующего фактора	Наименование характеристики фактора, единица измерения	Значение характеристики воздействующего фактора
Повышенная температура среды	рабочая, °С	85
	при транспортировании и хранении, °С	85
Пониженная температура среды	рабочая, °С	минус 40
	при транспортировании и хранении, °С	минус 40
Воздействие одиночных ударов	Пиковое ударное ускорение, м/с ² (g)	200 (20)
	Длительность ударного импульса, мс	1 - 5
Синусоидальная вибрация	Пиковое ударное ускорение, м/с ² (g)	100 (10)
	Диапазон частот, Гц	100 - 500
Изменение температуры среды	Начальное значение температуры, °С	20
	Нижний температурный предел, °С	-40
	Верхний температурный предел, °С	85
	Скорость изменения температуры, °С/мин	10
Повышенная влажность	Температура, °С	40
	Влажность, %	93
	Длительность, ч	96

2.4 Драйвер должен эксплуатироваться на высоте не более 1000м над уровнем моря.

2.5 Окружающая среда не должна быть пожароопасной, содержать токопроводящей пыли, агрессивных паров и газов разрушающих металлы и изоляцию.

Подп. и дата	Подп. дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.466341.006И1	Лист
						8

3 Устройство и работа

3.1 Рекомендуемая схема включения модуля

3.1.1 Базовая схема включения входного устройства представлена на рисунке 8

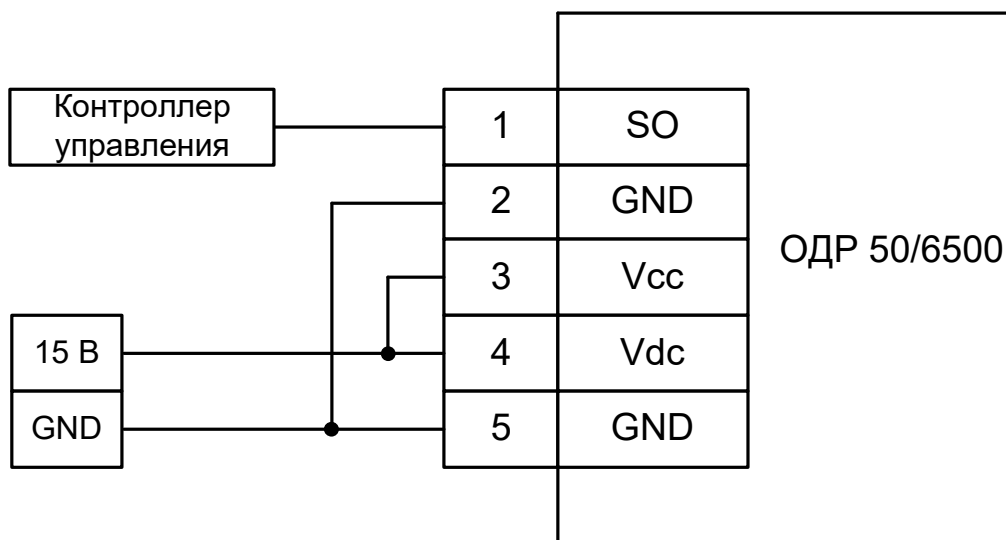


Рисунок 8 – Базовая схема включения входного устройства

3.1.1.1 Вывод статуса SO, через внутренний резистор 10 кОм, подключен к Vcc, в связи с этим при напряжении на выводе Vcc выше порога выключения защиты по питанию (см. таблицу 2), напряжение на этом выводе равняется напряжению питания. При напряжении на выводе Vcc ниже порога включения защиты по питанию (см. таблицу 2) вывод SO подключается к GND. Ток статусного вывода не должен превышать 20 мА.

3.1.1.2 GND – общий вывод модуля, цепь рекомендуется выполнять с минимальной паразитной индуктивностью и омическим сопротивлением.

3.1.1.3 Vcc – вывод питания логической схемы входного устройства драйвера напряжением 15 В, цепь рекомендуется выполнять с минимальной паразитной индуктивностью и омическим сопротивлением. По выводу Vcc производится мониторинг напряжения питания. Для уменьшения количества источников питания драйвера данный вывод рекомендуется объединить с выводом Vdc.

3.1.1.4 Vdc – силовой вывод питания DC/DC преобразователя напряжением 15 В. цепь рекомендуется выполнять с минимальной паразитной индуктивностью и омическим сопротивлением. Для уменьшения количества источников питания драйвера данный вывод рекомендуется объединить с выводом Vcc.

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.006И1

Лист

9

3.1.2 Базовая схема подключения выходного устройства представлена на рисунке 9

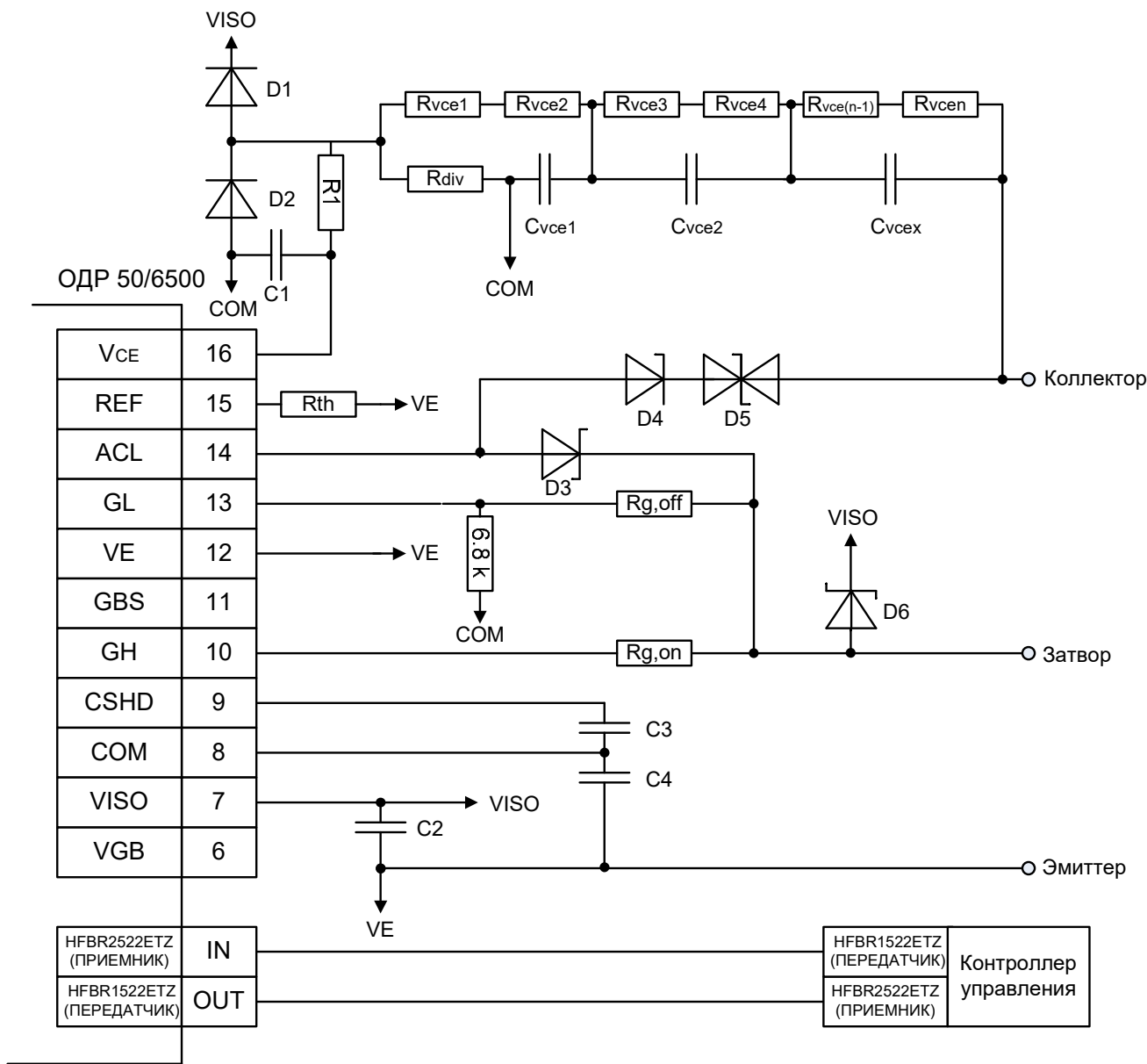


Рисунок 9 – Базовая схема подключения выходного устройства

3.1.2.1 VGB – вывод для усиления сигнала на затвор управляемого IGBT. С помощью умножителя напряжения на данном выводе, при отсутствии сигналов управления, формируется напряжение около 40 В, относительно эмиттера (VE).

3.1.2.2 VISO, COM– выводы DC-DC преобразователя, при штатной работе драйвера на выводе VISO сформировано стабилизированное напряжение 15 В относительно эмиттера управляемого IGBT (вывод VE), на выводе COM формируется напряжение около -10 В относительно VE.

При управлении затвором с зарядом менее 4,7 мкКл, выводы COM и VISO можно оставить не подключенными. При управлении затвором с зарядом более 4,7 мкКл

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

между данными выводами и выводом VE необходимо установить блокирующие конденсаторы C2, C4. Величины блокирующих конденсаторов зависят от заряда затвора управляемого IGBT, данные зависимости представлена ниже:

$$C2 \geq (Q_G - 4,7) \cdot 4 \quad (1)$$

$$C_4 = \frac{C_2}{2} \quad (2)$$

где: C2 – емкость блокирующего конденсатора на выводе VISO, мкФ;

C4 – емкость блокирующего конденсатора на выводе COM, мкФ;

Q_G – заряд затвора управляемого IGBT, мкКл.

Блокирующие конденсаторы необходимо как можно ближе располагать к выводам драйвера. Электрическая цепь соединяющая выводы драйвера и блокирующие конденсаторы, должна иметь минимальную индуктивность.

Рекомендуется использовать керамические конденсаторы с пробивным напряжением не менее 25 В, допускается параллельное соединение конденсаторов. Использование электролитических конденсаторов, в том числе танталовых – не рекомендуется.

3.1.2.3 CSHD – данный вывод позволяет отключать IGBT после обнаружения неисправности на вторичной стороне драйвера (короткое замыкание, пониженное напряжение) с задержкой. Величина задержки определяется номиналом конденсатора C3 см. рисунок 9 и рассчитывается при помощи выражения :

$$T = \frac{C3}{50} \quad (3)$$

где: $T(\text{мкс})$ – время задержки выключения управляемого IGBT, мкс;

СЗ – номинал емкости на выводе CSHD см. рисунок 9, нФ.

3.1.2.4 GH, GL – выводы управления затвором IGBT. Данные выводы рекомендуется подключить, через резисторы ограничивающие ток, к затвору IGBT.

Номиналы резисторов подбирают в зависимости от необходимого выходного импульсного тока заряда затвора. Выходной импульсный ток заряда затвора можно рассчитать с помощью следующего выражения:

$$I_{G.MAX.} = \frac{U_G}{R_G} \quad (4)$$

где: $I_{G.MAX}$ – выходной импульсный ток, А;

U_G – напряжение на затворе;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата

на открытие или закрытие IGBT. К данному выводу не рекомендуется прилагать статическую нагрузку.

3.1.2.7 ACL – вывод активной защиты IGBT модуля. Данный вывод подключается к коллектору IGBT через цепь TVS диодов. Как только напряжение на выводе ACL превысит примерно 1,3 В (относительно вывода COM), начинает увеличиваться сопротивление $R_{ds(on)}$ внутреннего полевого транзистора работающего на закрытие управляемого IGBT (данное сопротивление последовательно соединено с $R_{G(off)}$), что приводит к плавному уменьшению тока разряда управляемого затвора (мягкому закрытию IGBT). При напряжении на выводе ACL примерно 20 В (относительно вывода COM) внутренний полевой транзистор полностью закрывается.

Начальное пробивное напряжение цепи TVS диодов D4, D5 (см. рисунок 9) выбирается в соответствии с режимом работы управляемого IGBT и должно быть на 10% выше, чем напряжения на звене постоянного тока. Напряжение полного открытия цепи TVS диодов (обратная ветка ВАХ) должно быть близким по значению к блокирующему напряжению управляемого IGBT транзистора.

Диод D4 (см. рисунок 9) может представлять из себя цепочку последовательно соединенных одинаковых TVS диодов.

3.1.2.8 REF – вывод опорного напряжения. С помощью вывода REF устанавливается порог срабатывания защиты от короткого замыкания и/или токовой перегрузки. Вывод REF внутренне соединен с источником тока 150 мкА и выводом VE через сопротивление 68 кОм. Порог срабатывания защиты по выводу VCE по умолчанию составляет примерно 10,2 В. В случае если необходимо уменьшить порог срабатывания защиты, то необходимо соединить вывод REF с выводом VE через сопротивление R_{th} , которое можно рассчитать с помощью следующего выражения:

$$R_{th} = \frac{68 \cdot V_{th}}{10,2 - V_{th}} \quad (6)$$

где: R_{th} – номинал резистора на выводе REF, кОм;

V_{th} – порог срабатывания защиты, В.

Порог срабатывания защиты по выводу VCE рекомендуется выставлять в соответствии с характеристиками управляемого IGBT.

3.1.2.9 VCE – вывод контроля коллектора, необходимо соединить с коллектором IGBT, как показано на рисунке 9. Это дает возможность обнаружить превышение

Подп. дата	3.1.2.8 REF – вывод опорного напряжения. С помощью вывода REF устанавливается порог срабатывания защиты от короткого замыкания и/или токовой перегрузки. Вывод REF внутренне соединен с источником тока 150 мкА и выводом VE через сопротивление 68 кОм. Порог срабатывания защиты по выводу VCE по умолчанию составляет примерно 10,2 В. В случае если необходимо уменьшить порог срабатывания защиты, то необходимо соединить вывод REF с выводом VE через сопротивление R _{th} , которое можно рассчитать с помощью следующего выражения:				
	$R_{th} = \frac{68 \cdot V_{th}}{10,2 - V_{th}} \quad (6)$				
	где: R _{th} – номинал резистора на выводе REF, кОм;				
	V _{th} – порог срабатывания защиты, В.				
	Порог срабатывания защиты по выводу VCE рекомендуется выставить в соответствии с характеристиками управляемого IGBT.				
Инв. № подл.	3.1.2.9 VCE – вывод контроля коллектора, необходимо соединить с коллектором IGBT, как показано на рисунке 9. Это дает возможность обнаружить превышение				
	ПАКД.466341.006И1				
	Лист				
	13				
	Изм. Лист № докум. Подп. Дата				

напряжения между коллектором и эмиттером IGBT в режиме насыщения (короткое замыкание и/или токовую перегрузку).

Контроль напряжения на выводе VCE производится только, когда управляемый IGBT находится в открытом состоянии. Если управляемый IGBT находится в закрытом состоянии, вывод VCE подключается к внутреннему источнику напряжения COM, в результате чего происходит разряд емкости C1 см. рисунок 9.

Входной ток вывода VCE рекомендуется ограничивать цепочкой резисторов. При выборе номиналов резисторов $R_{VCE1} \dots R_{VCEN}$ (см. рисунок 9) рекомендуется руководствоваться величиной тока не более 10 мА при максимальном напряжении на звене постоянного тока (управляемый IGBT закрыт), но не менее 150 мкА при мониторинге напряжения коллектор-эмиттер (управляемый IGBT открыт). Все резисторы R_{VCE} должны быть одинаковыми.

Резистор R_{div} позволяет увеличить пороговый уровень срабатывания защиты. Значение R_{div} можно рассчитать с помощью следующего выражения:

$$R_{div} = R_{tot} \frac{V_{th} + |V_{GL}|}{V_{CEth} - V_{th}} \quad (7)$$

где: R_{div} – номинал резистора R_{div} , кОм;

R_{tot} – суммарное значение номиналов резисторов подключенных к выводу VCE ($R_{VCE1} + \dots + R_{VCEN}$), кОм;

V_{th} – порог срабатывания защиты по выводу VCE, В;

V_{GL} – напряжение низкого уровня на затворе (абсолютное значение), В;

V_{CEth} – пороговый уровень обнаружения напряжения насыщения ($V_{CEth} > V_{th}$), кОм.

Суммарное значение емкостей C_{tot} должно составлять от 1 до 4 пФ :

$$C_{tot} = \frac{1}{\sum_{K=1}^X \frac{1}{C_{VCEK}}} \quad (8)$$

Номиналы конденсаторов $C_{VCE2} \dots C_{VCEX}$ должны иметь одинаковые значения (рекомендуемое значение 22 пФ). Номинал конденсатора C_{VCE1} выбирается исходя из выражения 9:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.466341.006И1					14

$$\frac{C_{VCE1}}{C_{tot}} = 0,8 \frac{R_{tot}}{R_{VCE1} + R_{VCE2}} \quad (9)$$

Диоды D1, D2 должны иметь очень малый ток утечки и обратное напряжение выше 40 В.

Конденсатор C1 и резистор R1 определяют задержку срабатывания защиты. Задержка необходима для исключения ложных срабатываний во время переходных процессов при переключениях управляемого IGBT. Рекомендуемые значения номинала резистора R1=120кОм, конденсатора C1=22пФ.

3.1.2.10 Сигналы управления и статусные сигналы вторичной стороны драйвера передаются посредством волоконно-оптической линии связи с управляющим контроллером, разъемы IN; OUT см. рисунок 9.

Приемник и передатчик выполнены на базе волоконно-оптических компонентов линейки Versatile Link (VL). Приемник – HFBR2522ETZ, передатчик HFBR1522ETZ.

Каждый фронт управляющего сигнала подтверждается коротким импульсом (длительность подтверждения равна примерно 700 нс, см. рисунок 10). При регистрации данного импульса контроллером управления, возможно осуществлять простой и непрерывный мониторинг всех драйверов и волоконно-оптических линий связи системы. Управляющие и статусные сигналы драйвера при нормальной работе показаны на рисунке 10.

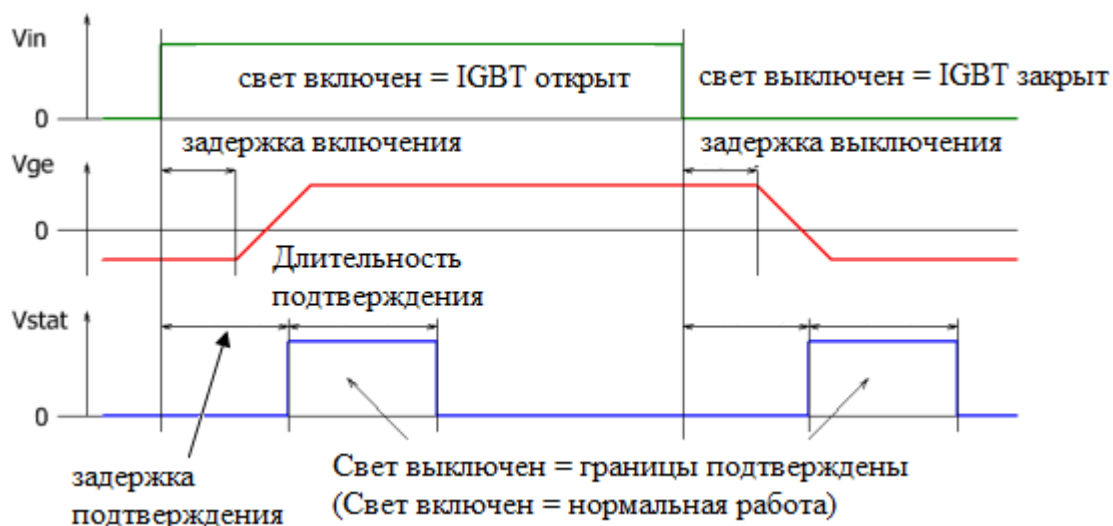


Рисунок 10 – Управляющие и статусные сигналы драйвера при нормальной работе

На рисунке 11 показана реакция драйвера в случае короткого замыкания. Состояние неисправности передается на терминал обратной связи по истечении времени отклика. Затем свет выключается через время задержки выключения, увеличенного на

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Свет включен = IGBT открыт

время отклика

задержка отключения IGBT

$T_d(cfs)$

Свет выключен = границы подтверждены
(Свет включен = нормальная работа IGBT)

Свет выключен > 1.5 мкс
подтверждение отсутствует

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата

4 Маркировка и пломбирование

4.1 На всех фазах жизненного цикла, драйвер учитывается по дате изготовления и номеру, нанесенному на поверхность драйвера при производстве в соответствии с ПАКД.466341.006СБ. Данная информация не может быть изменена в процессе использования.

Маркировка и пломбирование упаковки производится в соответствии с ПAKД.323151.067.

5 Упаковка

8.1 Драйвер упаковывается в соответствии с ПАКД.323151.067.

6 Текущий ремонт

6.1 Возможность ремонта модуля предусмотрена только на предприятии изготовителе, в соответствии с инструкцией по ремонту.

7 Хранение

10.1 Хранение изделия по ГОСТ В 9.003, ОСТ В 11 1009

8 Транспортирование

11.1 Требования по транспортированию в соответствии с ГОСТ РВ 20.39.412.

9 Утилизация

12.1 Модуль после снятия с эксплуатации, подлежат утилизации в порядке и методами, устанавливаемыми в контракте на поставку

[illegible]

Лист регистрации изменений

[illegible]

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата