

Драйвер управления затвором IGBT КДР8/1700

Инструкция по применению

ПАКД.466341.003И20

Исх. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изм. № дубл.	Исх. дата
108358	2021 08.06.21			

Справ. №	Перв. применен.
	ПАКД.466341.003

Зам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата

Инв. № подл.	Подп. и дата	В
108358	Кол- 080621	

ПАКД.466341.00ЗИ20			
Драйвер управления затвором IGBT КДР8/1700 Инструкция по применению	Лит.	Лист	Листов
	01	2	48

Содержание

1 Назначение драйвера.....	4
2 Технические характеристики	6
3 Состав изделия.....	10
4 Устройство и работа.....	17
4.1 Рекомендуемая схема включения драйвера.....	17
5 Режимы работы драйвера	20
5.1 Основные положения	20
5.2 Прямой режим работы драйвера.....	20
5.3 Полумостовой режим работы драйвера	27
5.4 Аварийный режим работы драйвера, защита управляемого IGBT.....	34
6 Справочные данные	43
7 Маркировка и пломбирование	47
8 Упаковка.....	47
9 Текущий ремонт	47
10 Хранение	47
11 Транспортирование	47
12 Утилизация.....	47

Инв. № подл. 108 358	Подп. и дата [подпись] 08.06.21	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.466341.003И20				
					Лист 3				

1 Назначение драйвера

1.1 Наименование изделия: Драйвер управления затвором IGBT КДР8/1700 (далее драйвер).

1.2 Обозначение драйвера: ПАКД.466341.003.

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

1.4 Условно графическое обозначение драйвера представлено на рисунке 1

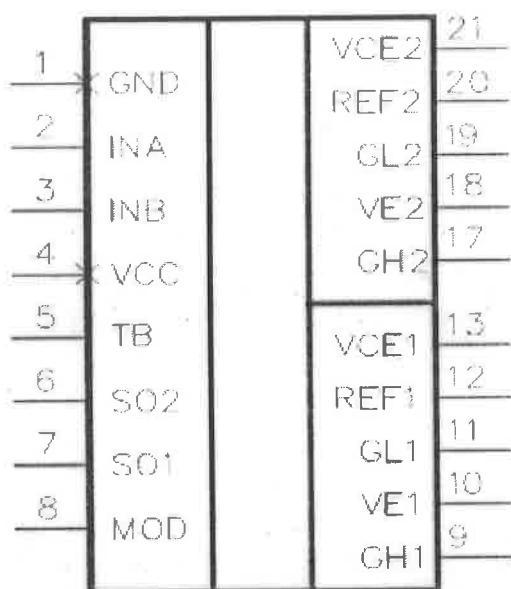


Рисунок 1 – Условно графическое обозначение драйвера

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
108358	1	ПАКД.466341.003И20		
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	
Подп. 08.06.21				

ПАКД.466341.003И20

1.5 Назначение выводов драйвера представлено в таблице 1

Таблица 1– Назначение выводов драйвера

№ Выво- да	Назначение выводов	Обозначение выводов
Входное устройство		
1	Общий питания	GND
2	Управляющий вход канала 1	INA
3	Управляющий вход канала 2	INB
4	Вход питания	VCC
5	Вход установки времени блокирования	TB
6	Выход сигнализации статуса канала 2	SO2
7	Выход сигнализации статуса канала 1	SO1
8	Вход выбор режима: (прямой / полумостовой)	MOD
Выходное устройство 1 (канал 1)		
9	Управление затвором канала 1 высоким уровнем	GH1
10	Канал эмиттера 1	VE1
11	Управление затвором канала 1 низким уровнем	GL1
12	Установка порогового напряжения схемы контроля Vce в канале 1	REF1
13	Контроль Vce в канале 1	VCE1
Выходное устройство 2 (канал 2)		
17	Управление затвором канала 2 высоким уровнем	GH2
18	Канал эмиттера 2	VE2
19	Управление затвором канала 2 низким уровнем	GL2
20	Установка порогового напряжения схемы контроля Vce в канале 2	REF2
21	Контроль Vce в канале 2	VCE2

Име. № подл. 108358	Подп. и дата 28.06.21	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.466341.003И20				
					Лист 5				

2 Технические характеристики

2.1 Основные электрические параметры драйвера приведены в таблице 2

Таблица 2 – Основные электрические параметры драйвера

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Норма параметра		
	Мин.	Номин.	Макс.
Параметры питания			
1 Напряжение питания ¹⁾ , В	5,5	15	16
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 Ток потребления ²⁾ , мА	30	—	260
Параметры входных сигналов (входы INA, INB)			
5 Уровень логического нуля, В	-0,5	0	0,5
6 Уровень логической единицы, В	3,3	—	16
7 Частота входных сигналов, кГц	—	—	50
8 Входной ток, мкА	—	190	—
Параметры выходных сигналов			
9 Выходное напряжение высокого уровня ³⁾ , В	—	15	—
10 Выходное напряжение низкого уровня ³⁾ , В	-9,5	—	-7
11 Выходной пиковый ток ⁴⁾ , А	-8	—	8
Параметры электрической прочности драйвера			
12 Воздействие статического электричества, В	—	—	500
13 Напряжение пробоя изоляции между входом и выходом ⁵⁾ , В	2500	—	—
14 Напряжение пробоя изоляции между выходами ⁵⁾ , В	2500	—	—
Параметры защиты управляемого IGBT			
15 Входной ток ⁶⁾ (по выводу VCE), мА	—	—	2
16 Выходной ток (по выводу Vref), мкА	—	140	—
17 Время срабатывания защиты ⁷⁾ , мкс	1,6	—	—
18 Время блокировки, мкс	18	—	—
19 Защита от падения напряжения в цепи питания выходного устройства, Вт ⁸⁾	4	—	6
20 Выходное напряжение статусного вывода (SOx) в аварийном режиме, В	0	—	0,8
21 Входной ток статусного вывода SOx, в аварийном режиме, мА	—	—	20

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. дата
108348	08.06.21			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

Продолжение таблицы 2

22 Выходное напряжение статусного вывода (SOx) в безаварийном режиме, В	—	4,0	—
23 Выходной ток статусного вывода (SOx) в безаварийном режиме, мА ⁹⁾	—	1,4	—
24 Входной ток статусного вывода (SOx) в безаварийном режиме, мкА ¹⁰⁾	—	130	—
25 Задержка передачи сигналов аварийного состояния с выхода на вход, нс	—	360	—
Временные характеристики драйвера			
26 Время задержки включения, нс	—	90	130
27 Время задержки выключения, нс	—	100	130
28 Время нарастания выходного импульса ¹¹⁾ , нс	—	70	—
29 Время спада выходного импульса ¹¹⁾ , нс	—	60	—
Нагрузочная характеристика драйвера			
30 Выходная мощность ¹²⁾ , Вт	—	—	2
31 Рассеиваемая мощность ¹²⁾ , Вт	—	—	2
32 Заряд затвора, управляемого IGBT ¹³⁾ , мкКл	—	—	6

Примечания:

1 При минимальном значении напряжении питания, драйвер начинает работать в аварийном режиме (защита от пониженного напряжения в цепи питания драйвера).

2 Минимальное значение тока потребления характеризует работу драйвера на холостом ходу (без подачи управляющих импульсов). Максимальное значение тока потребления характеризует работу драйвера на максимально возможную нагрузку. Не допускается превышать максимальное значение тока потребления.

3 Выходное напряжение высокого/низкого уровня формируется относительно вывода VE – эмиттера, управляемого IGBT. Выходное напряжение низкого уровня зависит от нагрузки, на которую работает драйвер (минимальное значение характеризует работу драйвера на максимальную нагрузку).

4 Выходной пиковый ток определяет скорость заряда/разряда емкости затвора, управляемого IGBT. Данный параметр задается пользователем. Не допускается превышение максимального значения тока заряда/разряда (при превышении возможен выход из строя выходного устройства).

5 При воздействии постоянного напряжения в течении времени 1 мин. в нормальных климатических условиях.

6 При закрытом управляемом IGBT данный вывод, через открытый сток, подключен к выводу GLx (потенциал (VE-8) В), при превышении максимального входного тока данного вывода, возможен выход из строя цепей отвечающих за защиту, управляемого IGBT, от превышения напряжения насыщения.

7 Задается пользователем, путем подключения емкости между выводами VCE и VE, при отсутствии данной емкости - задается минимальное значение данного параметра.

8 Характеризует выходную мощность одного канала драйвера при котором сработает данная защита. Данный параметр предназначен для защиты выходного устройства от скачкообразного изменения выходной мощности выше допустимой.

Име. № подл. 108358	Подп. и дата 20.08.2021	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. дата						Лист 7
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.466341.003И20					

9 При коммутации статусного вывода на GND;

10 При коммутации статусного вывода на VCC;

11 Характеризует время нарастания/спада выходного сигнала между 10 % и 90 % от минимальных/максимальных значений напряжений, без подключенной нагрузки. В случае подключения нагрузки зависит от номинала нагрузки и заданного выходного пикового тока.

12 Значение данного параметра характеризуется нагрузкой, на которую работает драйвер и частотой входных импульсов (при равномерном распределении мощности на каждый канал).

13 Значение данного параметра характеризует максимально допустимую емкость затвора управляемого IGBT. Не допускается работа драйвера на максимальную емкость затвора при максимальной рабочей частоте.

2.2 Масса драйвера не более 20,0 г.

2.3 Драйвер предназначен для ручной сборки (монтажа) аппаратуры.

2.4 Драйвер не имеет собственных резонансных частот в диапазоне до 100 Гц.

2.5 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, °C предельная, °C	85± 5 °C 100± 5 °C
Пониженная температура среды	рабочая, °C предельная, °C	минус 60± 5 °C минус 60± 5 °C
Воздействие одиночных ударов	Амплитуда ускорения, м/с ² Длительность ударного импульса	200± 20 % от 1 до 5мс
Синусоидальная вибрация	Амплитуда ускорения, м/с ² Диапазон частот, Гц	100± 20 % от 100 до 500

2.6 Драйвер устойчив к воздействию одиночных импульсов напряжения (ОИН), возникающих при воздействии электромагнитных импульсов. Импульсная электрическая прочность драйвера составляет:

- 560 В при длительности импульса – 1 мкс;

- 350 В при длительности импульса – 10 мкс.

2.7 Габаритные и присоединительные размеры драйвера соответствуют ПАКД.466341.003ГЧ.

Общий вид и основные размеры драйвера приведены на рисунках 2, 3 соответственно.

Подп. дата	
Име. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	08.06.21
Име. № подл.	408358

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

Лист

8

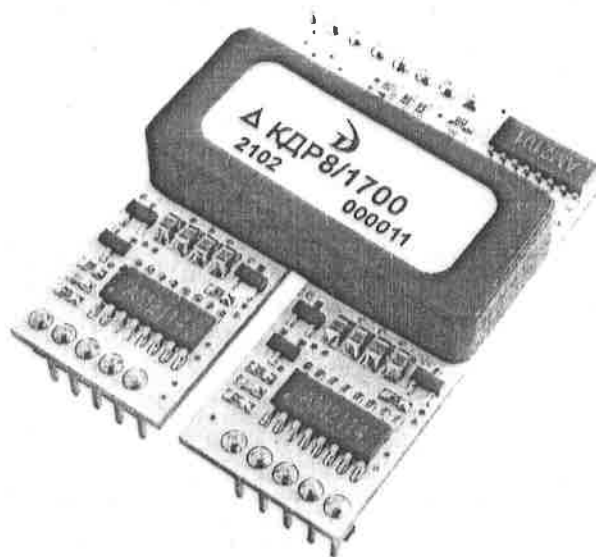


Рисунок 2 – Общий вид драйвера

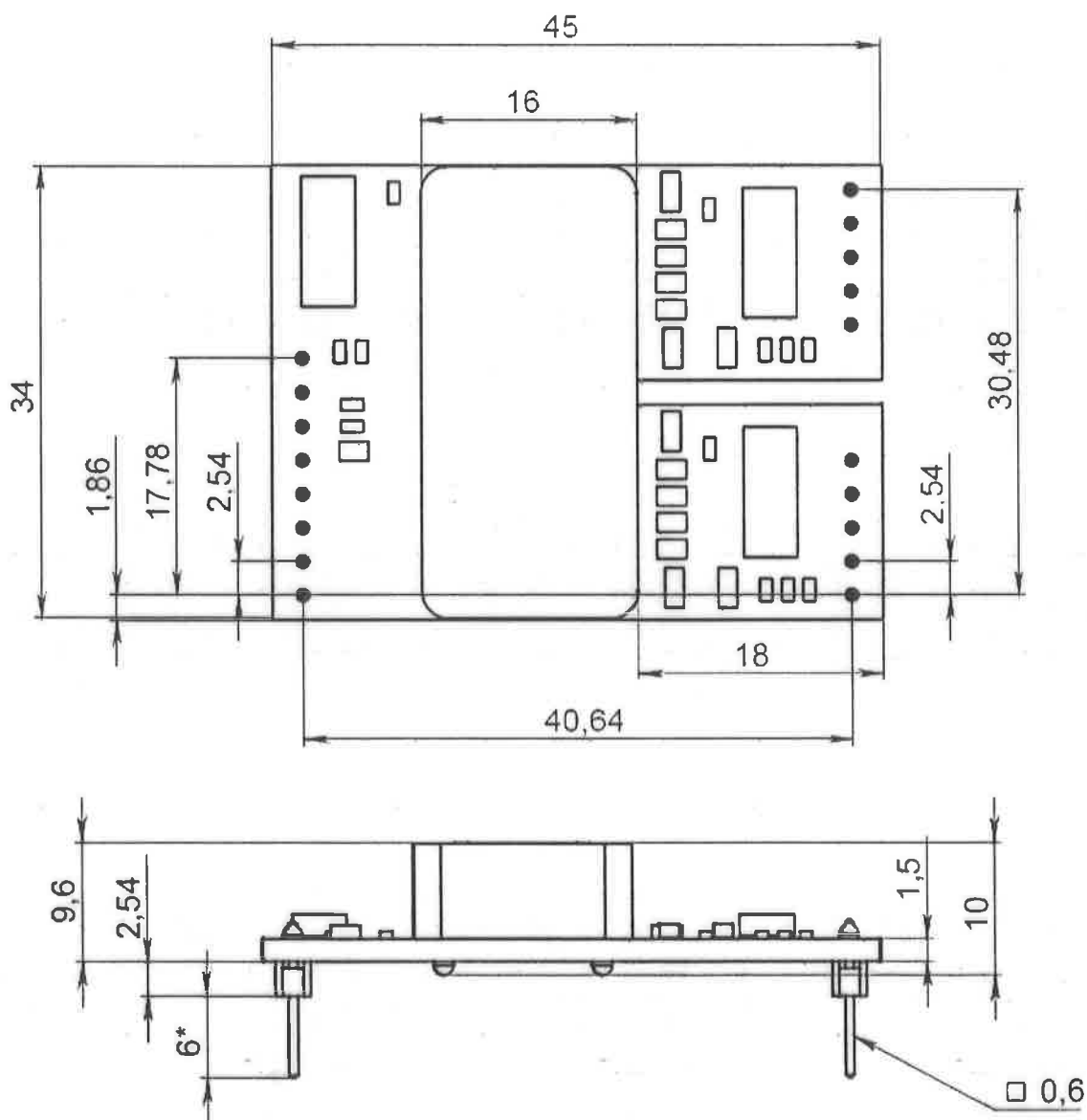


Рисунок 3 – Основные размеры драйвера

Ина. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
108358	Хар 08.06.21			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

Лист
9

3 Состав изделия

3.1 Драйвер функционально состоит из:

- входного устройства;
- устройство гальванической развязки с напряжением изоляции 2,5 кВ;
- двух одинаковых выходных устройств.

Подробный состав изделия, а также деление на функциональные узлы приведены на схеме электрической см. рисунок 4.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист	10
					108358	2008.06.21					

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Исх. № дубл.	Подп. дата
108358		2008.06.21							

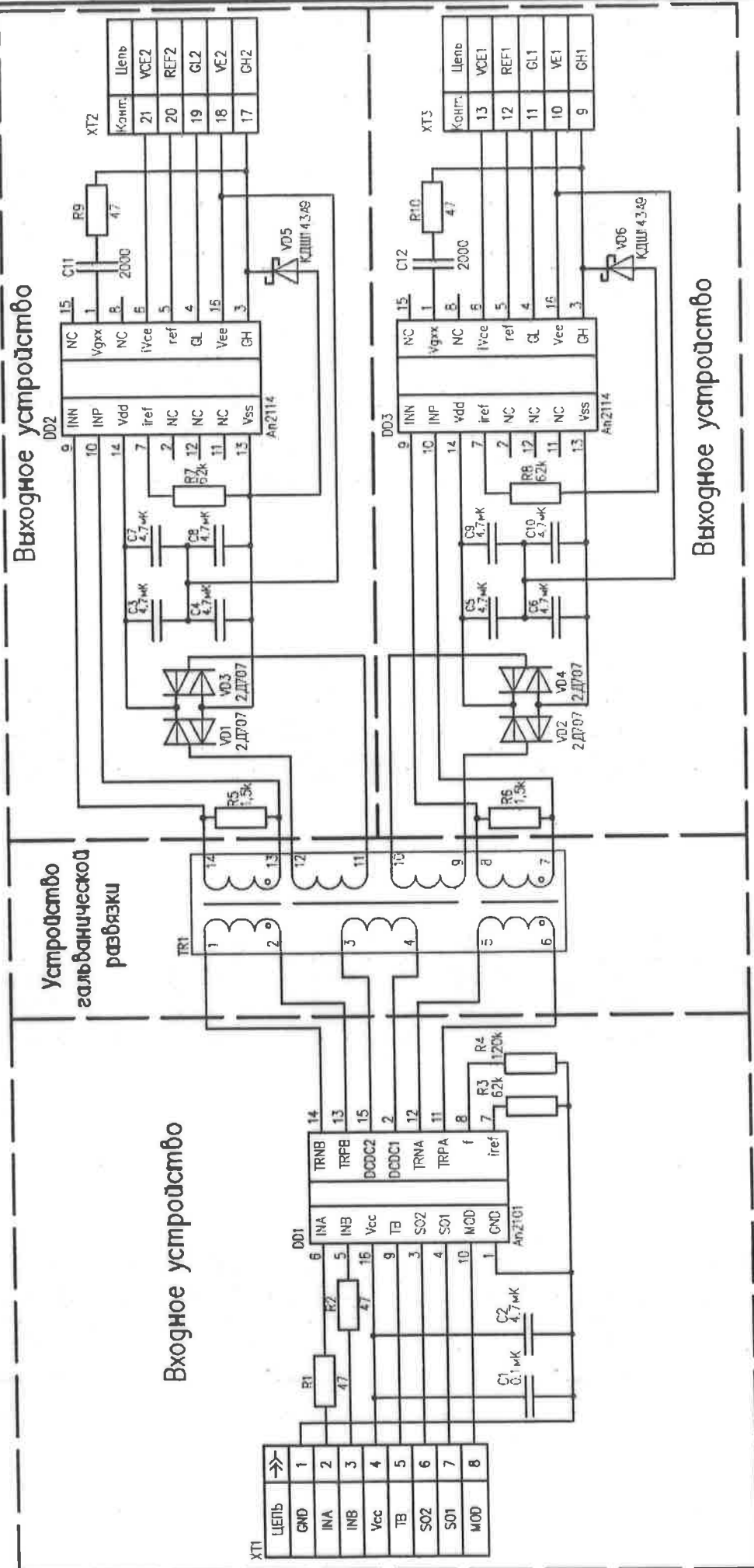


Рисунок 4 – Электрическая схема драйвера

3.1.1 Входное устройство:

- осуществляет преобразование питания и управляющих сигналов, которое необходимо для их передачи через гальваническую развязку к каждому выходному устройству;

- задает режим работы драйвера, с помощью внешнего резистора:

а) «прямой» режим работы (см. п.5.2);

б) режим «полумост» (см.п.5.3);

- обеспечивает защиту драйвера от падения напряжения в цепи питания ниже порогового значения (см. п.п. 5.4.1.1);

- сигнализирует о возникновении аварийной ситуации.

Входное устройство включает в себя:

- микросхему AM2101, выполненную по базовой КМОП-технологии с минимальным топологическим размером 0,8 мкм;

- дискретные керамические конденсаторы необходимые для помехозащищённости входного устройства по цепям питания;

- дискретные тонкопленочные резисторы необходимые для определения режимов работы входного устройства.

Условно графическое обозначение (УГО) микросхемы AM2101 представлено на рисунке 5, назначение выводов в таблице 4.

Условное графическое обозначение

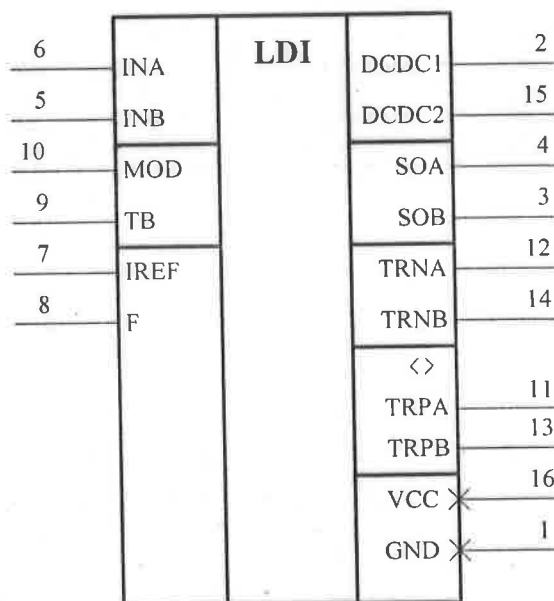


Рисунок 5 – УГО микросхемы AM2101

Подп. дата	
Име. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	20.08.21
Име. № подл.	108358

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

Таблица 4 – Назначение выводов AM2101

№ вывода AM2101	Обозначение	Назначение
1	GND	Общий вывод
2	DCDC1	Выход 1 источника вторичного питания
3	SO2	Выход сигнала ошибки канала В
4	SO1	Выход сигнала ошибки канала А
5	INB	Вход управления каналом В
6	INA	Вход управления каналом А
7	IREF	Вход опорного напряжения
8	F	Вход опорного напряжения генератора
9	TB	Вход установки времени блокирования
10	MOD	Вход выбора режима работы каналов А и В
11	TRPA	Вход/выход сигнальный Р канала А
12	TRNA	Выход сигнальный N канала А
13	TRPB	Вход/выход сигнальный Р канала В
14	TRNB	Выход сигнальный N канала В
15	DCDC2	Выход 2 источника вторичного питания
16	VCC	Вывод питания от источника напряжения

Выходы DCDC1, DCDC2 – питают первичную обмотку силового трансформатора, для передачи энергии во вторичную обмотку, для обеспечения питанием выходных устройств. Частота сигнала задается резистором R4 вывод 8 (F).

Выходы SO1, SO2 выполнены на транзисторах с открытым стоком. При штатном функционировании драйвера эти транзисторы находятся в высокоимпедансном состоянии, а внутренний источник тока устанавливает напряжение на выходах – 4 В. При обнаружении аварийного состояния, соответствующий выход переходит в низкое состояние с входным током не более 20мА (соединяется с GND). Выходы допустимо объединить для образования единого выхода сигнализации статуса (например, одной фазы).

Вход INA в зависимости от режима работы драйвера является входом для управляющего сигнала канала 1 или обоих каналов.

Вход INB в зависимости от режима работы драйвера может являться входом

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
108358	10.08.2018			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

управляющего сигнала канала 2 или входом разрешения.

Вход IREF задает режим работы микросхемы AM2101

Вход F задает частоту сигнала питающего первичную обмотку силового трансформатора.

Вход ТВ устанавливает время блокировки при переходе драйвера в «аварийный режим работы».

Вход MOD задает режим работы драйвера.

Выход TRPA формирует управляющий сигнал при изменении состояния, на выводе INA, с низкого уровня на высокий, для дальнейшей его передачи через сигнальный трансформатор на выходное устройство канала 1. Вход TRPA принимает сигнал, сформированный выходным устройством канала 1 при возникновении аварийной ситуации.

Выход TRNA формирует сигнал при появлении на INA «отрицательного» фронта для дальнейшей его передачи через сигнальный трансформатор на выходное устройство канала 1.

Вход/Выход TRPB работает аналогично TRPA для канала 2.

Выход TRNB работает аналогично TRNA для канала 2.

3.1.2 Устройство гальванической развязки состоит из одного силового и двух сигнальных трансформаторов и обеспечивает гальваническую развязку между цепями входного и выходных устройств. Через силовой трансформатор на выходные устройства передается питание, а через сигнальные передаются сигналы управления и аварийные сигналы. Схема электрическая устройства гальванической развязки приведена на рисунке 6.

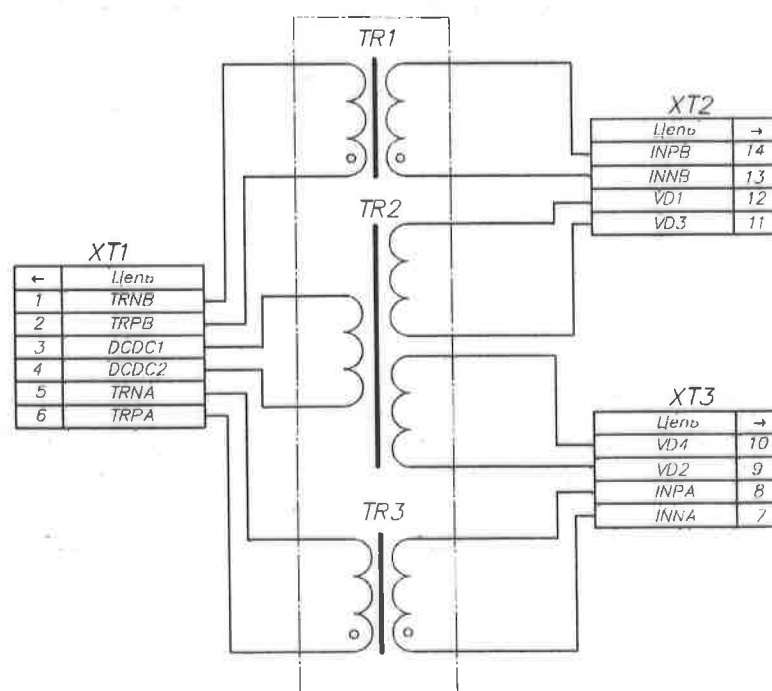


Рисунок 6 – Схема электрическая устройства гальванической развязки

3.1.3 Два одинаковых выходных устройства:

- каждое выходное устройство формирует импульсы на открытие и закрытие управляемого IGBT стабилизированным напряжением 15 В и минус 8 В соответственно, относительно потенциала на эмиттере управляемого IGBT, с током заряда затвора IGBT не более 8А;

- выходное устройство обеспечивает защиту от недопустимого снижения напряжения в цепях собственного питания. В случае срабатывания данной защиты устройство запирает управляемый IGBT и формирует аварийный сигнал;

- выходное устройство обеспечивает защиту IGBT от превышения напряжения между коллектором и эмиттером (V_{ce}) в режиме насыщения;

- выходное устройство обеспечивает формирование аварийного сигнала для дальнейшей его передачи, через блок трансформаторов во входное устройство.

Каждое выходное устройство включает в себя:

- микросхему AM2114, выполненную по базовой КМОП-технологии с минимальным топологическим размером 0,8 мкм;

- дискретный диодный мост, построенный на двух диодных сборках 2Д707АС9;

- дискретные керамические конденсаторы емкостью 4,7 мкФ, которые необходимы для запаса заряда, который будет передаваться в затвор IGBT;

- дискретные тонкопленочные резисторы и диод Шоттки, необходимые для определения режимов работы выходного устройства;

Условно графическое обозначение (УГО) микросхемы AM2114 представлено на рисунке 7, назначение выводов в таблице 5.

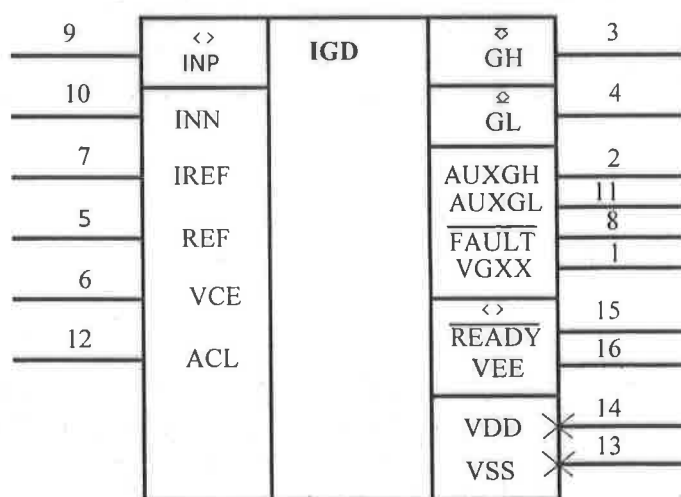


Рисунок 7 – УГО интегральной микросхемы AM2114

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
408358	2008.08.06			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ПАКД.466341.003И20				Лист
				15

Таблица 5 – Назначение выводов AM2114

Номер вывода микросхемы	Обозначение	Назначение
1	VGXX	Выход умножителя напряжения
2	AUXGH	Выход затвора дополнительного n-моп транзистора для GH
3	GH	Выход управления затвором IGBT
4	GL	Выход управления затвором IGBT
5	REF	Вход установки порогового уровня VCE
6	VCE	Вход компаратора уровня VCE
7	IREF	Вход задания опорного тока
8	FAULT	Выход сигнала ошибки
9	INP	Вход сигнала включения IGBT и выходной сигнал ошибки
10	INN	Вход сигнала выключения IGBT
11	AUXGL	Выход затвора дополнительного n-моп транзистора для GL
12	ACL	Вход обратной связи в режиме "active clamping"
13	VSS	Общий вывод
14	VDD	Вывод питания 24В
15	READY	Выход состояния готов"
16	VEE	Вход-выход подключения эмиттера IGBT

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Иич. № дубл.	Подп. дата
408358	2021 08.06.21			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

Лист

16

4 Устройство и работа

4.1 Рекомендуемая схема включения драйвера

4.1.1 Базовая схема включения входного устройства представлена на рисунке 8

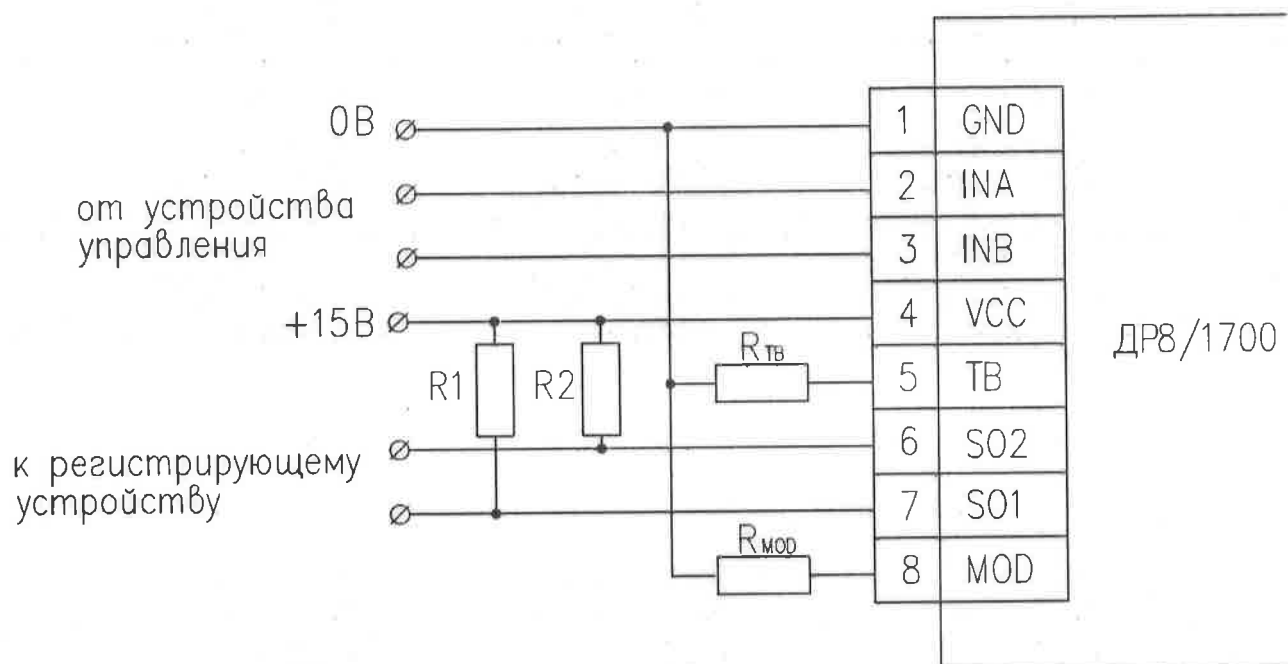


Рисунок 8 – Базовая схема включения входного устройства

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

4.1.1.2 Vcc – вывод питания входного устройства драйвера напряжением 15 В, цепь рекомендуется выполнять с минимальной паразитной индуктивностью и омическим сопротивлением.

4.1.1.3 Входы INA и INB являются входами управления в зависимости от выбранного режима работы драйвера.

4.1.1.4 Вход MOD позволяет выбрать режим работы путем подключения резистора R_{mod} (рисунок 8) к GND. Для выбора «прямого» режима работы драйвера (см. п. 5.2) вход MOD необходимо подключить к GND. Для выбора режима работы драйвера «полумост» (см. п. 5.3) вход MOD необходимо соединить к GND через резистор R_{mod} сопротивлением от 50 до 160 кОм. Зависимость времени перекрытия от величины R_{mod} представлена в п. 6.1.

4.1.1.5 Вывод TB дает возможность задать время блокирования в режиме «авария» путем подключения резистора R_{TB} между выводами TB и GND, величина которого должна находиться в диапазоне от 68 до 200 кОм. При этом длительность времени бло-

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. дата
408358	2008.08.06			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

Лист
17

кирования будет находиться в пределах от 20 до 170 мс (Зависимость времени неперекрывания от величины $R_{ТВ}$ представлена в п. 6.2). Если вывод ТВ подключен непосредственно к GND, то время блокирования при максимальной частоте работы драйвера (50кГц) будет минимально и равно 18 мкс. Вывод ТВ нельзя оставлять неподключенным.

4.1.1.6 Выходы статуса SO1, SO2 выполнены на транзисторах с открытым стоком. При нормальном функционировании драйвера, внутренний источник тока устанавливает напряжение на выходах SO1, SO2 – 4 В. В случае обнаружения аварийного состояния (недопустимое снижение напряжения питания на первичной стороне, недопустимое снижение напряжения питания на вторичной стороне, превышение порога напряжения между коллектором и эмиттером IGBT в режиме насыщения), выход статуса переходит в низкое состояние.

Максимальный втекающий ток через любой из выводов SO1, SO2 не должен превышать 20 мА. Выходы SO1, SO2 можно соединять вместе для образования единого выхода сигнализации статуса (например, одной фазы). При этом суммарный втекающий ток не должен превышать 40 мА.

4.1.2 Базовая схема подключения выходного устройства представлена на рисунке 9

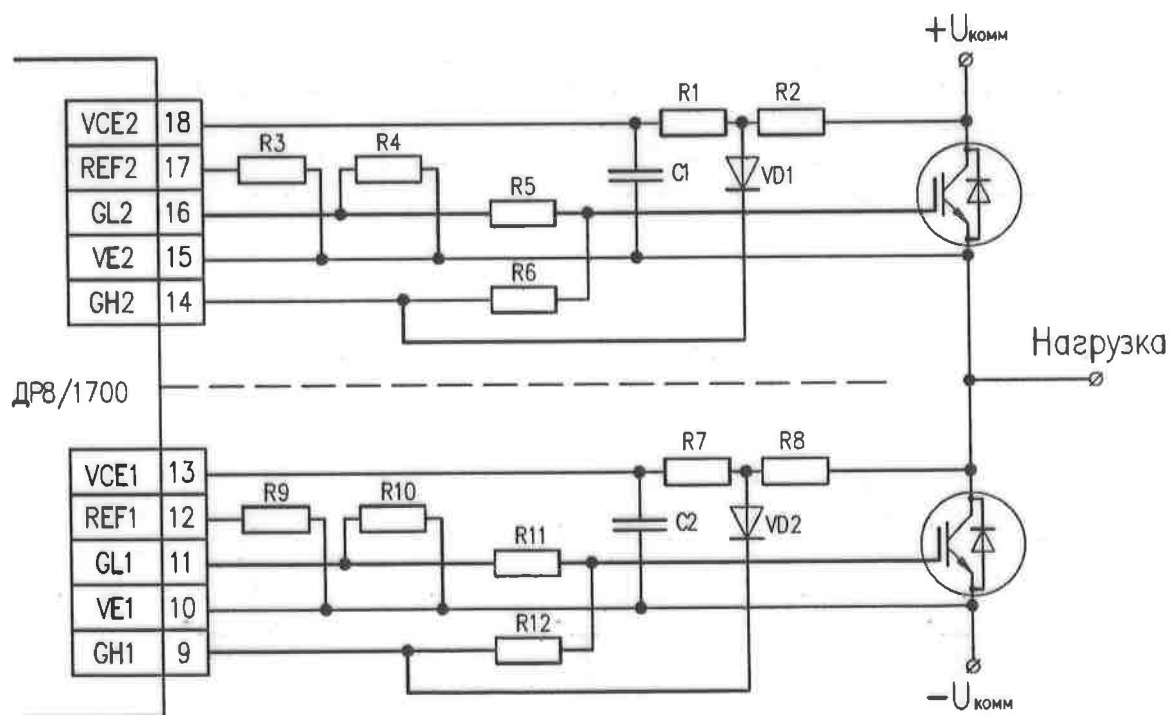


Рисунок 9 – Базовая схема подключения выходного устройства

4.1.2.1 VCE – вывод контроля коллектора, необходимо соединить с коллектором IGBT, как показано на рисунке 9. Это дает возможность обнаружить превышение напряжения между коллектором и эмиттером IGBT в режиме насыщения. Ориентировочная величина R1, R7 – 120 кОм. При выборе номинала резисторов R2, R8 рекомендуется руководствоваться величиной тока через него в диапазоне от 0.6 до 1 мА. Допускается использование одного высоковольтного резистора, а также последовательно-включенных резисторов. Диоды VD1, VD2 должны иметь очень малый ток утечки и обратное напряжение выше 40 В.

Конденсаторы C1 и C2 определяют время срабатывания защиты. Время срабатывания защиты, это задержка, в течении которой схема мониторинга V_{CE} не будет срабатывать. Номиналы конденсаторов C1 и C2 и соответствующее им время срабатывания защиты при различных номиналах R3, R9 приведены в п.6.3.

4.1.2.2 REF – вывод опорного напряжения. С помощью вывода REF можно установить порог срабатывания защит от короткого замыкания и/или токовой перегрузки. Для этого необходимо подключить резистор между REF и VE (R3, R9 рисунок 9). Вывод REF внутренне соединен с источником тока 140 мкА.

4.1.2.3 Выводы GN и GL – позволяют установить два независимых (отпирающий и запирающий) резистора без необходимости использования дополнительного диода. С помощью этих резисторов (R5, R6, R11, R12 рисунок 9) можно задавать/ограничивать ток заряда затвора IGBT.

4.1.2.4 VE – подключается к эмиттеру IGBT транзистора. Относительно потенциала на этом выводе будут формироваться управляющие сигналы на открытие или закрытие IGBT (+15В и -8 соответственно).

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. дата						
408358	08.06.21									
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.466341.003И20					Лист
										19

5 Режимы работы драйвера

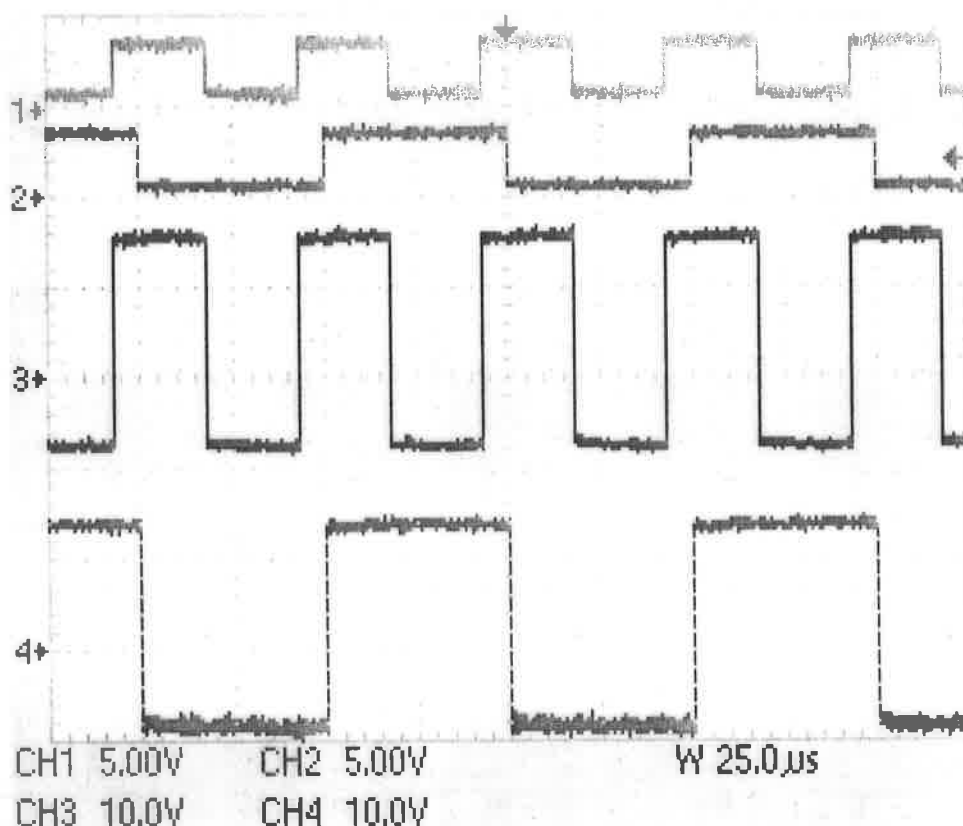
5.1 Основные положения

5.1.1 Далее при рассмотрении работы драйвера рассматривается работа одного выходного устройства (канала), работа второго выходного устройства будет идентична, если иное не оговорено.

5.2 Прямой режим работы драйвера

5.2.1 Данный режим работы задаётся подключением вывода MOD (входного устройства) к общему выводу GND (см. п.п. 4.1.1.4).

В данном режиме вход INA управляет первым каналом драйвера, вход INB управляет вторым каналом драйвера. На рисунке 10 изображена осциллограмма работы драйвера при воздействии на входы INA, INB управляющих импульсов с частотам 20 и 10 кГц соответственно, разнесенные по фазе на 30° .



CH1 – вход INA;

CH2 – вход INB;

CH3 – выход драйвера канал 1

CH4 – выход драйвера канал 2

Рисунок 10 – Работа драйвера в прямом режиме

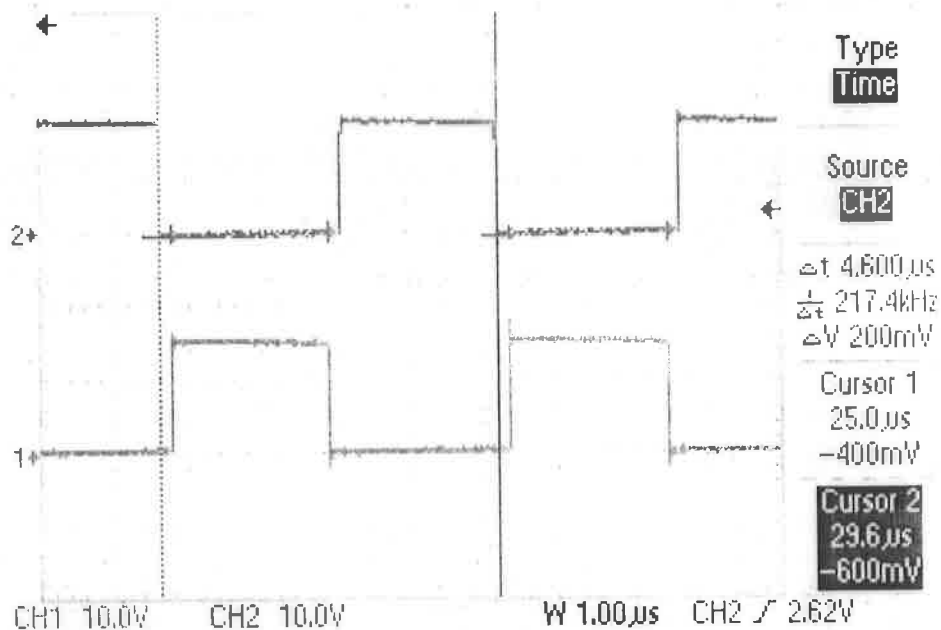
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
408358				08.06.21
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

Лист

20

После подачи напряжения питания, входное устройство (ИС AM2101) формирует импульсы (на выводах DCDC1/DCDC2) с частотой 217кГц (см. рисунок 11), которые поступают на первичную обмотку силового трансформатора гальванической развязки. На вторичных обмотках трансформатора формируется напряжения питания выходных устройств.



CH1 – вывод DCDCD1 ИС AM2101

CH2 – вывод DCDC2 ИС AM2101

Рисунок 11 – Сигналы на выводах DCDCD1, DCDC2 ИС AM2101 после подачи напряжения питания

После поступления напряжения питания на выходные устройства, они формируют выходное напряжение низкого уровня (запирают управляемые IGBT), независимо от текущего состояния на входах INx. На рисунке 12 показана работа драйвера в начальный момент времени при разных уровнях на выводах INA и INB (вход INA объединен с общим выводом – GND, вход INB с выводом VCC).

При изменении состояния на выводе INx с низкого на высокий уровень, входное устройство формирует импульс управления на выводе TRPx ИС AM2101 см. рисунок 13.

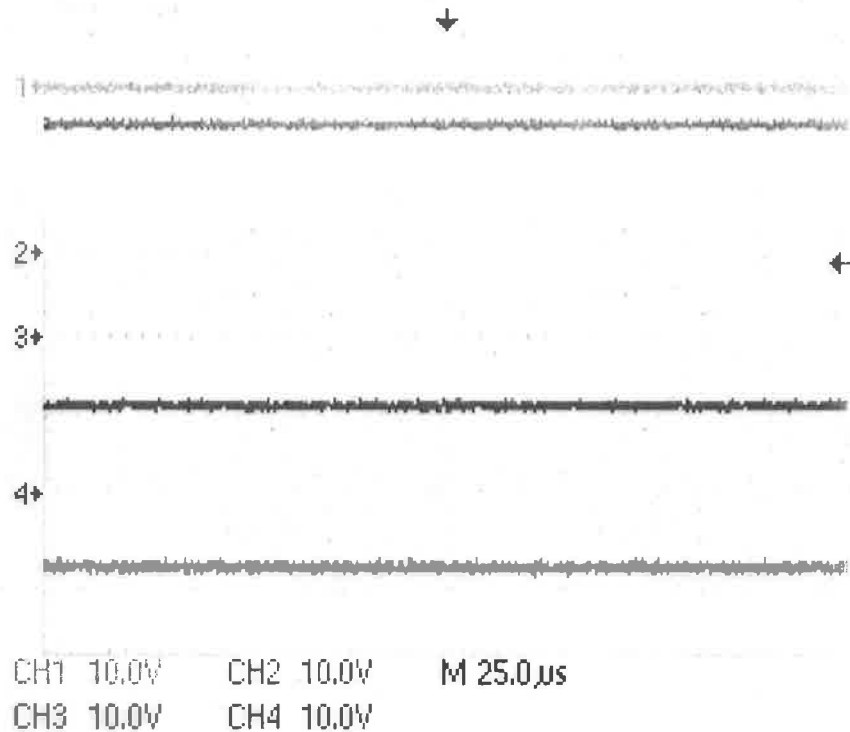
Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. дата
108358	28.08.06.21			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

Лист

21



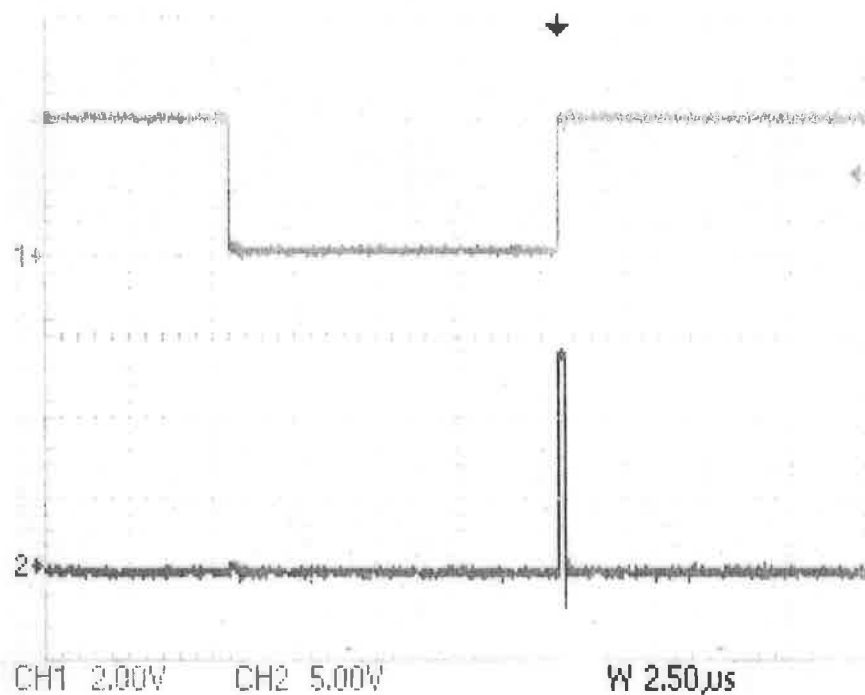
CH1 – управляющий сигнал на выводе INA (относительно GND)

CH2 – управляющий сигнал на выводе INB (относительно GND)

CH3 – выходное напряжение на первом канале драйвера (относительно VE)

CH4 – выходное напряжение на втором канале драйвера (относительно VE)

Рисунок 12 – работа драйвера в прямом режиме в начальный момент времени при разных состояниях на входах INA и INB



CH1 – управляющий сигнал на выводе INx

CH2 – импульс управления на выводе TRPx ИС AM2101

Рисунок 13 – Формирование управляющего импульса входным устройством

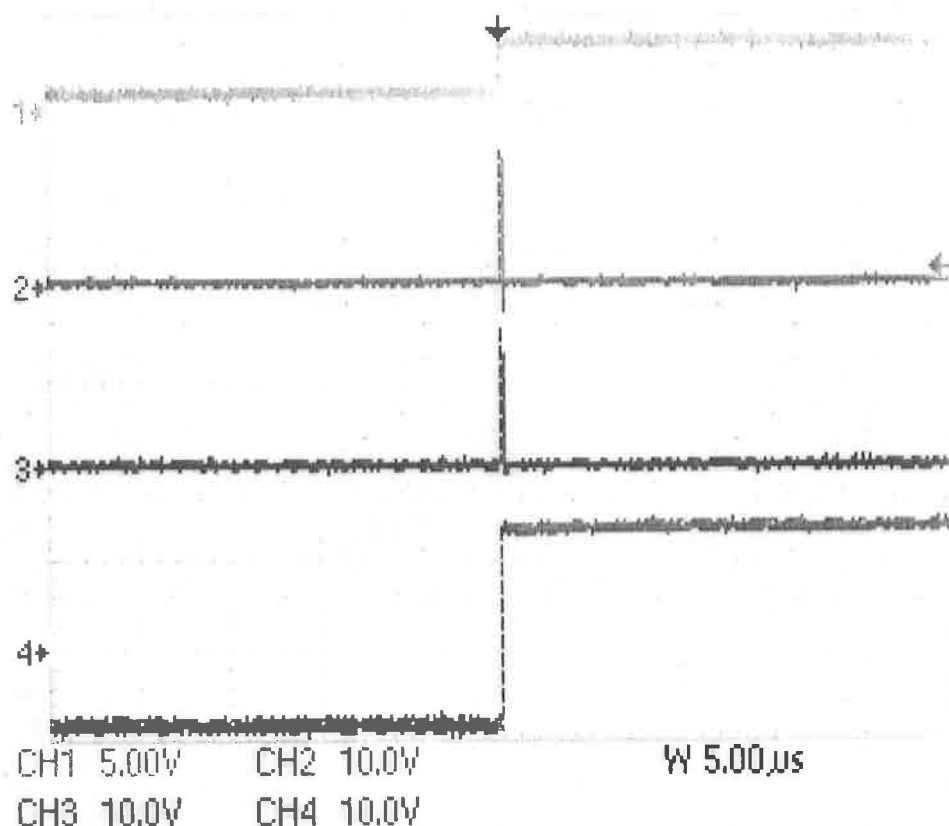
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.466341.003И20	Лист 22

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
108358	Рос 08.06.21			

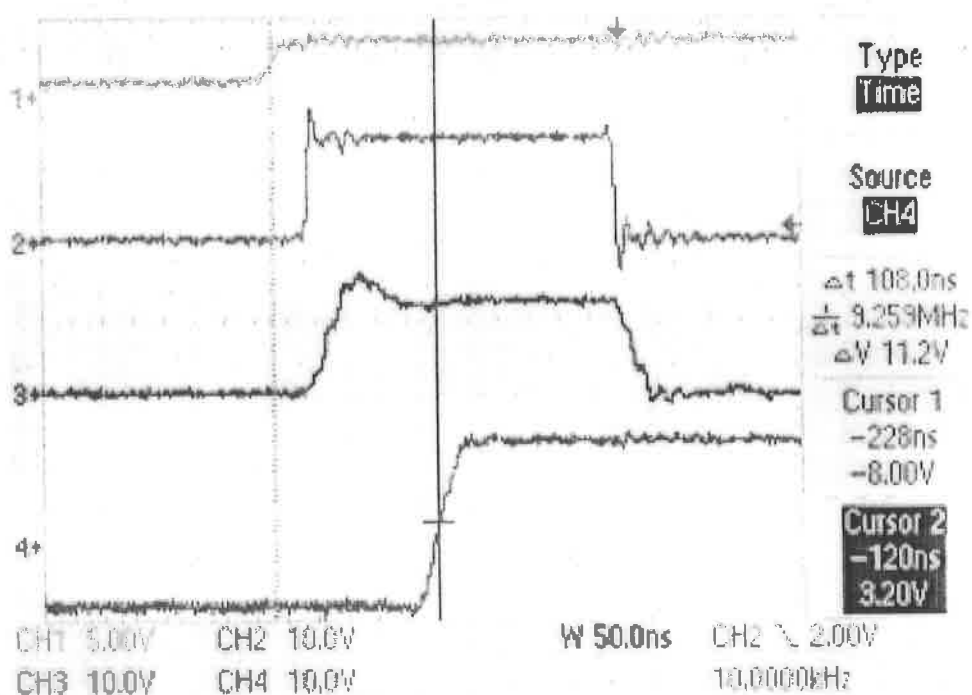
При поступлении управляющего импульса на вывод INP ИС AM2114 (после его прохождения через гальваническую развязку), выходное устройство сформирует напряжение высокого уровня на затворе управляемого IGBT.

Прохождение управляющего переднего фронта через драйвер, показано на рисунке 14а, расширенная (по времени) осциллограмма прохождения управляющего переднего фронта через драйвер, с обозначением времени задержки включения показана на рисунке 14б. Данное состояние будет устойчиво, пока уровень сигнала на выводе INx не измениться с высокого на низкий.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. дата						Лист
108358	2021.08.06									23
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.466341.003И20					



a)



б)

CH1 – управляющий сигнал на выводе INx (относительно GND)
CH2 – импульс управления на выводе TRPx ИС AM2101 (относительно GND)
CH3 – импульс управления на выводе INP ИС AM2114 (относительно Vss)
CH4 – выходное напряжение (напряжение на затворе IGBT относительно VE)
Рисунок 14 – Прохождение управляющего переднего фронта через драйвер

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
408358	24	08.06.14		

ПАКД.466341.003И20

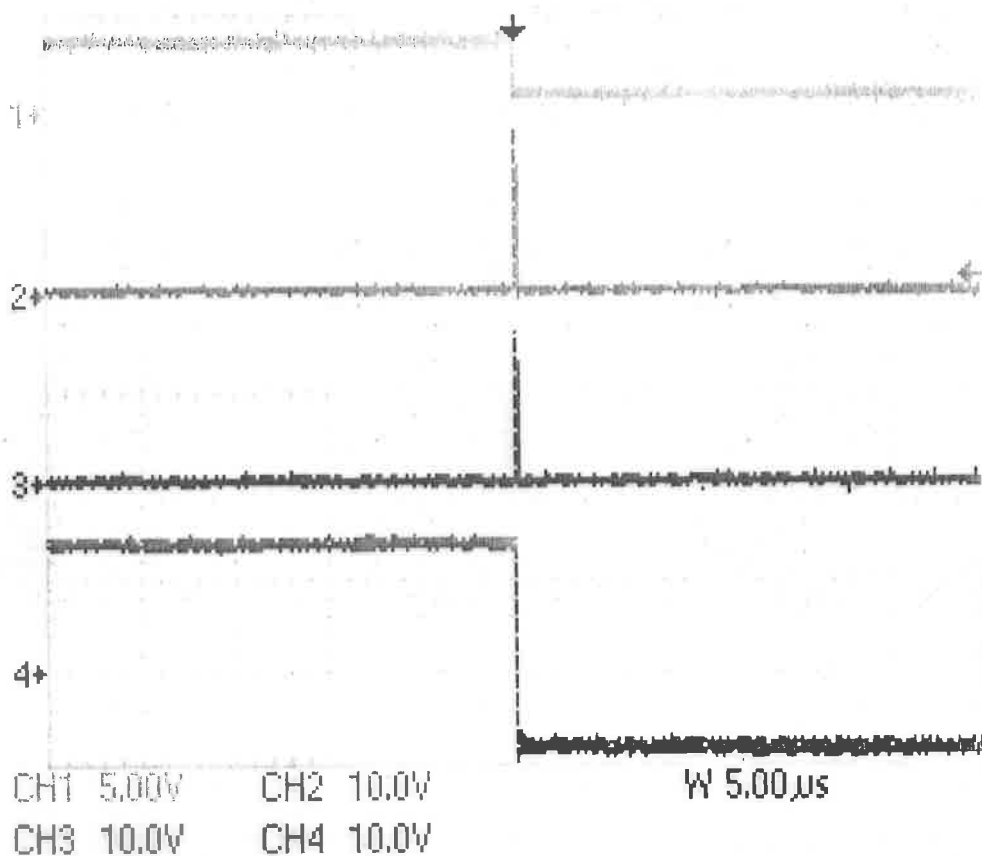
Лист
24

При изменении, на входе INx, состояния с высокого на низкий уровень, входное устройство формирует импульс управления на выводе TRNx ИС AM2101.

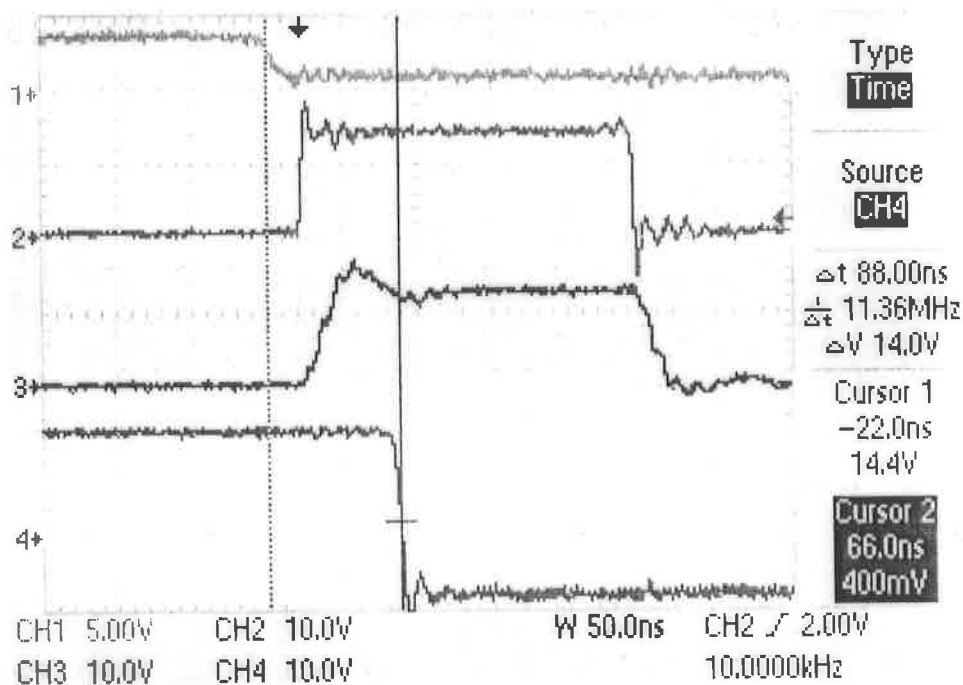
При поступлении управляющего импульса на вывод INN ИС AM2114 (после его прохождения через гальваническую развязку), выходное устройство сформирует напряжение низкого уровня на затворе управляемого IGBT. Значение напряжение низкого уровня зависит от нагрузки и режима работы драйвера.

Прохождение управляющего заднего фронта через драйвер, показано на рисунке 15а, расширенная (по времени) осциллограмма прохождения управляющего заднего фронта через драйвер, с обозначением времени задержки выключения показана на рисунке 15б. Данное состояние будет устойчиво, пока на выводе INx не поменяется состояние с низкого на высокий уровень.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата						
408358	20.08.06.24									
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.466341.003И20					Лист
										25



a)



б)

CH1 – управляющий сигнал на выводе INx (относительно GND)
CH2 – импульс управления на выводе TRPx ИС An2101 (относительно GND)
CH3 – импульс управления на выводе INP ИС An2114 (относительно VE)
CH4 – выходное напряжение (напряжение на затворе IGBT относительно VE)
Рисунок 15 – Прохождение управляющего заднего фронта через драйвер

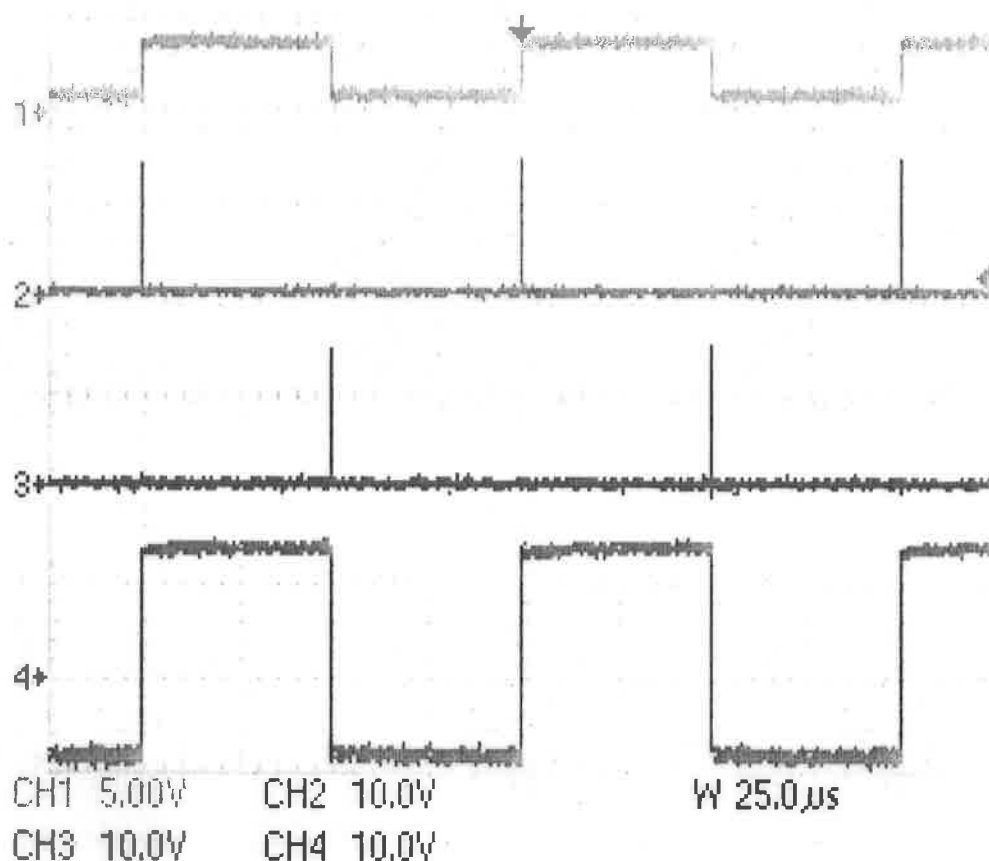
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
408358	20	080621		

ПАКД.466341.003И20

Лист

26

На рисунке 16 Показана работа драйвера по формированию управляющих импульсов входным устройством (выводы TRP и TRN ИС AM2101) при поступлении управляющих сигналов на вывод INx.



CH1 – управляющий сигнал на выводе INx (относительно GND)

CH2 – управляющий импульс на TRP (относительно GND)

CH3 – управляющий импульс на TRN (относительно GND)

CH4 – сигнал на выходе драйвера (управляющий сигнал на затвор IGBT, относительно VE)

Рисунок 16 – Формирование управляющих импульсов входным устройством

5.3 Полумостовой режим работы драйвера

5.3.1 Данный режим работы драйвера обеспечивается подключением вывода MOD, входного устройства к GND через резистор. R_{mod} (см. п.п. 4.1.1.4). При работе драйвера в полумостовом режиме INA является входом управления, INB – входом разрешения работы.

При поступлении на INB низкого уровня, оба выходных устройства подают на затвор управляемого IGBT напряжение низкого уровня см. рисунок 17а, с задержкой не более 130 нс, см. рисунок 17б не зависимо от состояния на входе INA.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	СН3 10.0V	СН4 10.0V

СН1 – управляющий сигнал на выводе INx (относительно GND)
СН2 – управляющий импульс на TRP (относительно GND)
СН3 – управляющий импульс на TRN (относительно GND)
СН4 – сигнал на выходе драйвера (управляющий сигнал на затвор IGBT, относительно VE)

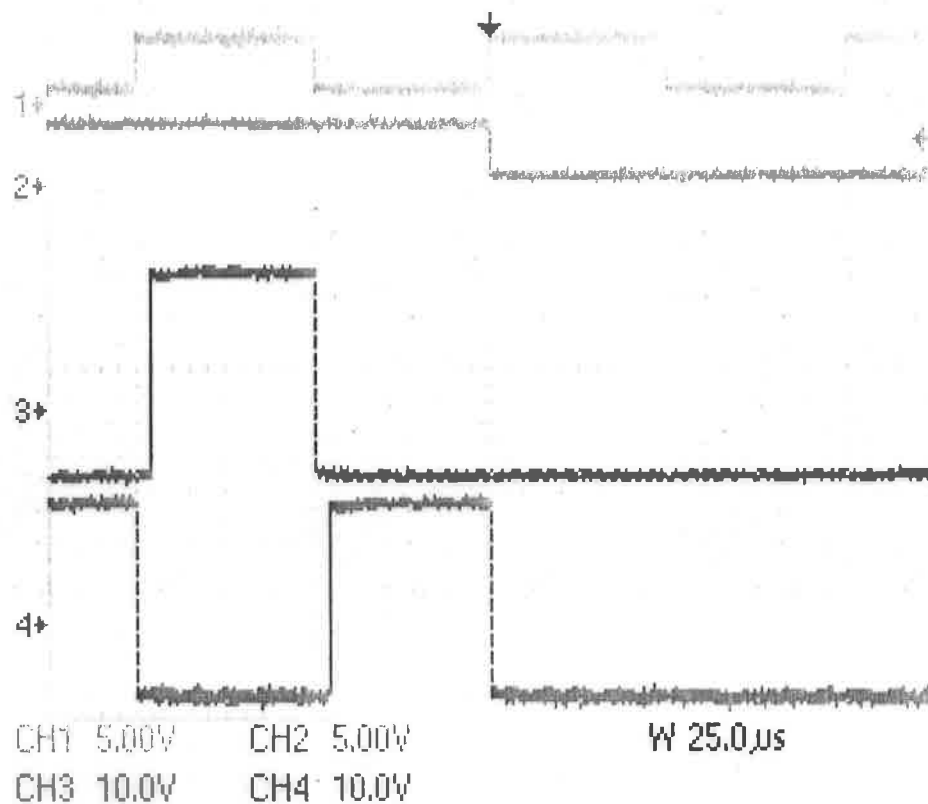
Рисунок 16 – Формирование управляющих импульсов входным устройством

5.3 Полумостовой режим работы драйвера

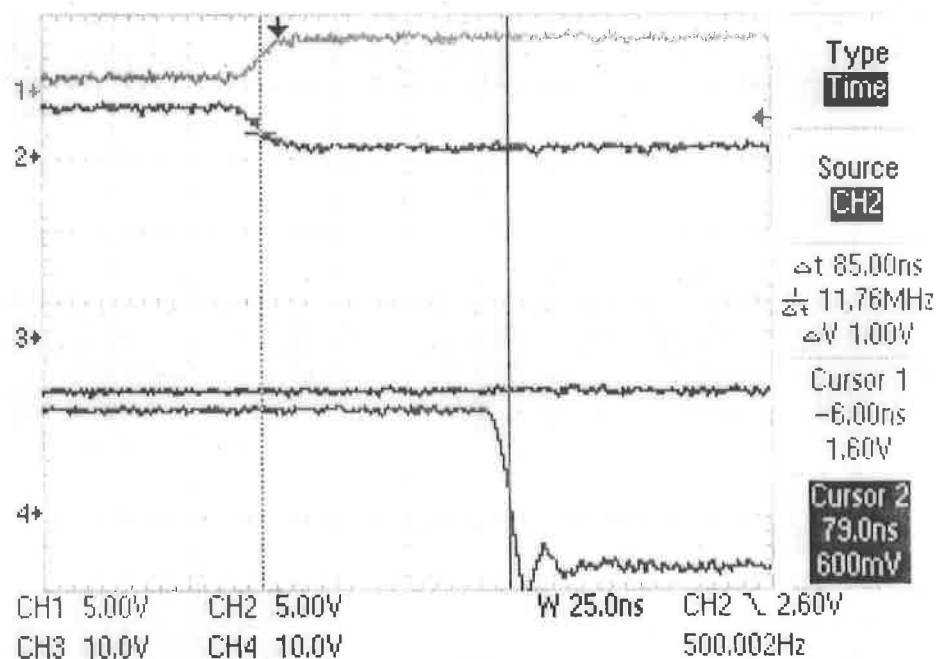
5.3.1 Данный режим работы драйвера обеспечивается подключением вывода MOD, входного устройства к GND через резистор. R_{mod} (см. п.п. 4.1.1.4). При работе драйвера в полумостовом режиме INA является входом управления, INB – входом разрешения работы.

При поступлении на INB низкого уровня, оба выходных устройства подают на затвор управляемого IGBT напряжение низкого уровня см. рисунок 17а, с задержкой не более 130 нс, см. рисунок 17б не зависимо от состояния на входе INA.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.466341.003И20	Лист
						27



a)



б)

CH1 – управляющий сигнал на входе INA

CH2 – сигнал разрешения на входе INB

CH3 – сигнал на выходе драйвера канал 1 (управление затвором IGBT)

CH4 – сигнал на выходе драйвера канал 2 (управление затвором IGBT)

Рисунок 17 – Работа драйвера в режиме полумост при поступлении на вход INB низкого уровня (сигнала «запрещения»)

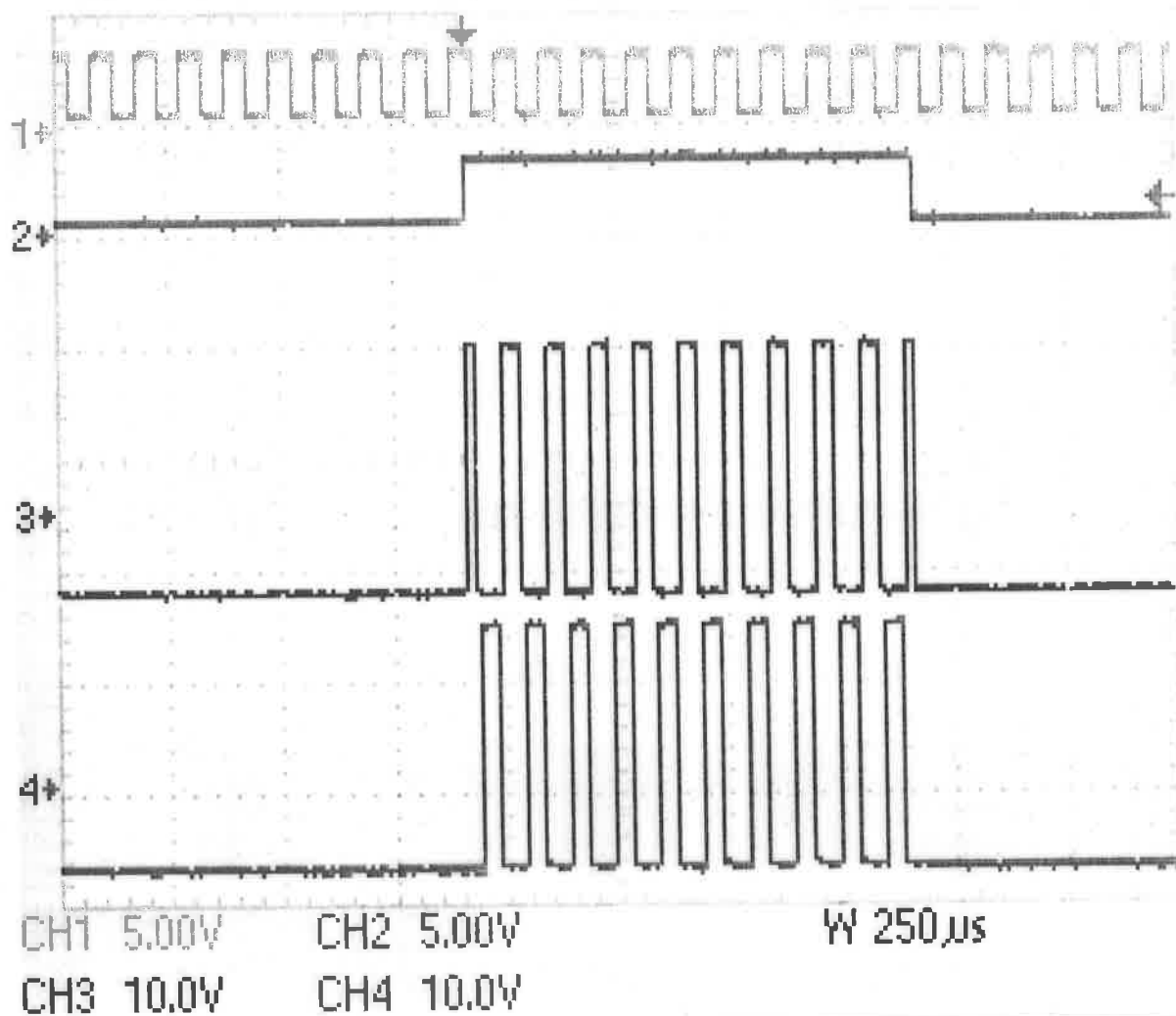
Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. дата
108 358	20.08.06.21			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

Лист
28

При поступлении на INB высокого уровня выходные каналы активизируют свою работу и управляются сигналом со входа INA см. рисунок 18. При переходе INA из низкого в высокое состояние, выходное устройство второго канала запирается незамедлительно, а выходное устройство первого канала отпирается по истечении времени неперекрывтия (см. п.п. 4.1.1.4). При переходе INA из высокого в низкое состояние, выходное устройство первого канала запирается незамедлительно, а выходное устройство второго канала отпирается по истечении времени неперекрывтия.



CH1 – управляющий сигнал на входе INA

CH2 – сигнал «разрешения» на входе INB

CH3 – сигнал на выходе драйвера канал 1 (управление затвором IGBT)

CH4 – сигнал на выходе драйвера канал 2 (управление затвором IGBT)

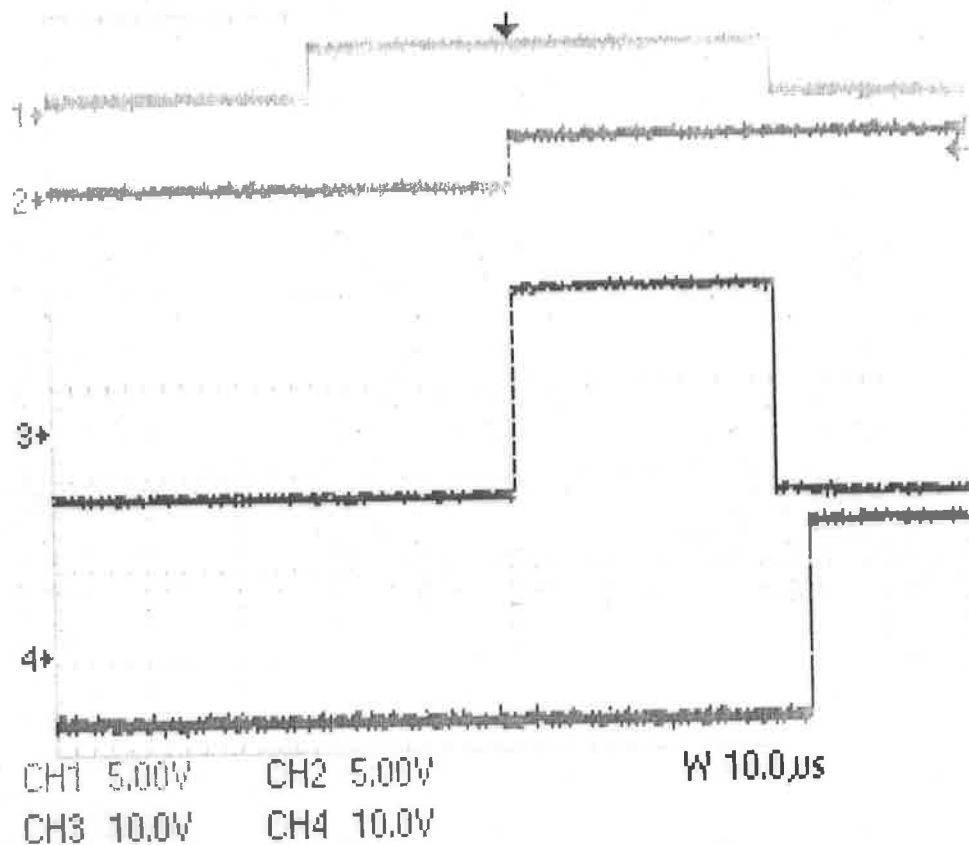
Рисунок 18 – Работа драйвера в режиме «полумост» при поступлении сигнала «разрешения»

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
108358	2008.08.06.24			

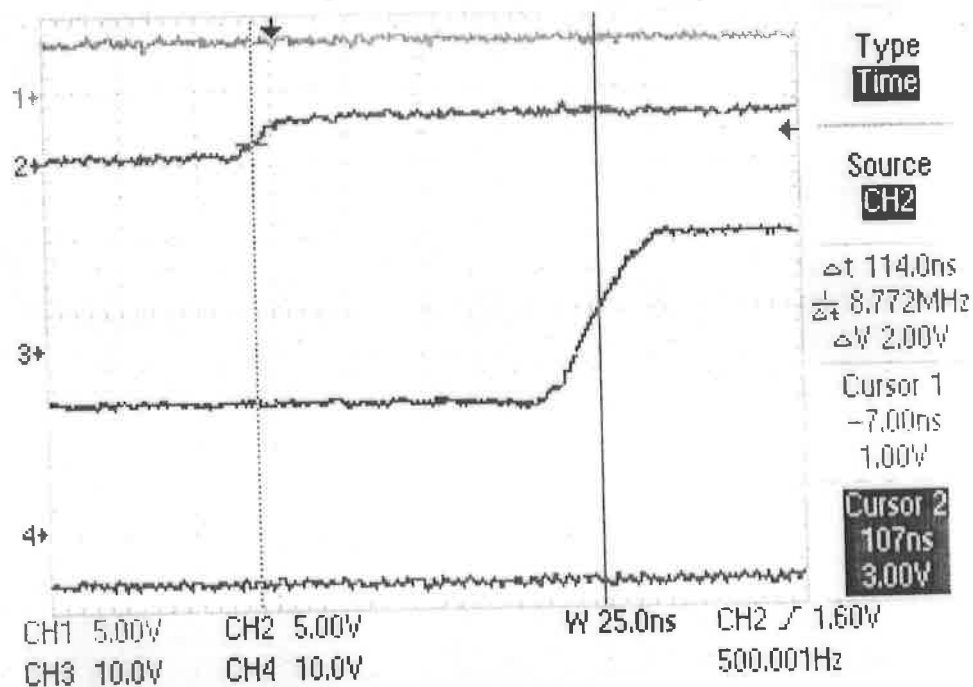
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

5.3.1.1 При изменении состояния на входе INB с низкого на высокий уровень (сигнал «разрешения»), на входе INA высокий уровень. В данном случае выходное устройство первого канала формирует выходное напряжение высокого уровня, выходное устройство второго канала формирует выходное напряжение низкого уровня (см. рисунок 19а) с задержкой не более 130 нс (см. рисунок 19б).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПакД.466341.003И20	Лист 30



a)



б)

CH1 – управляющий сигнал на входе INA

CH2 – сигнал разрешения на входе INB

CH3 – сигнал на выходе драйвера канал 1 (управление затвором IGBT)

CH4 – сигнал на выходе драйвера канал 2 (управление затвором IGBT)

Рисунок 19 – Работа драйвера в режиме «полумост»

ПАКД.466341.003И20

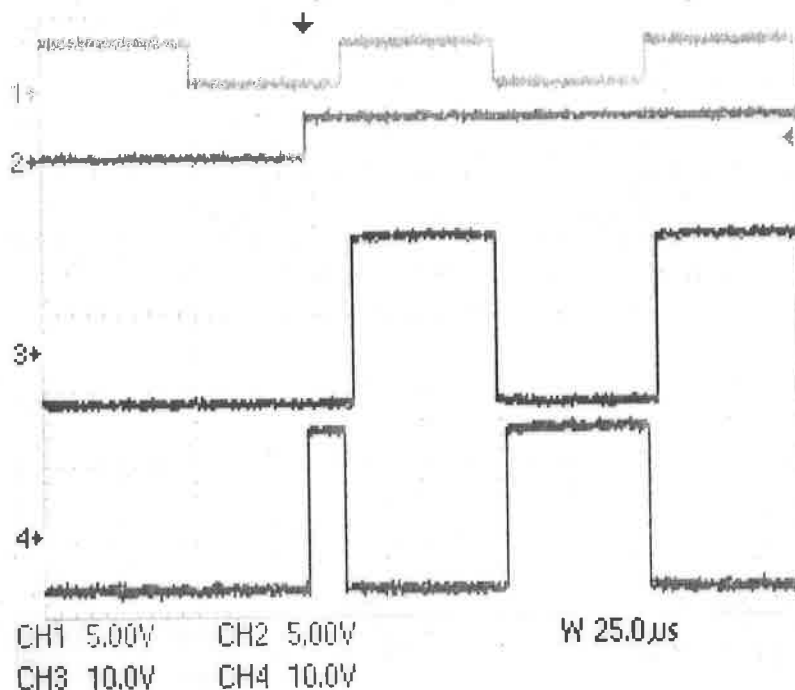
Лист

31

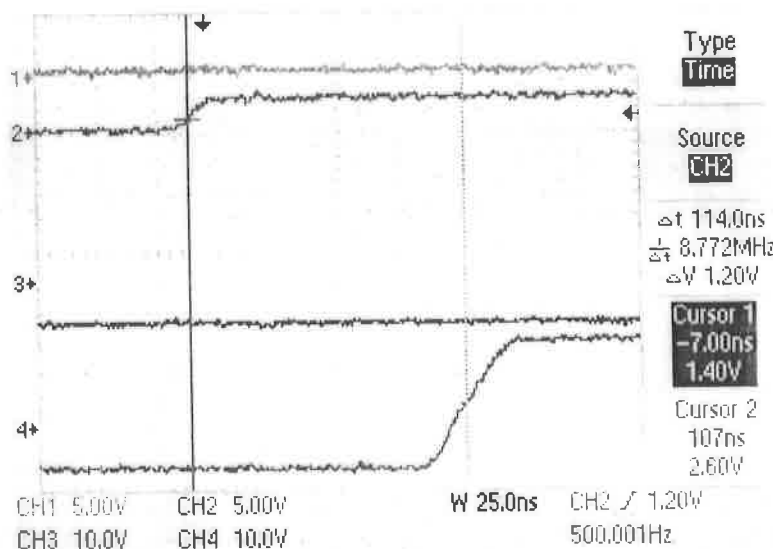
Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подп. дата
108 258	08.06.21			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

5.3.2.2 При изменении состояния на входе INB с низкого на высокий уровень (сигнал «разрешения»), на входе INA низкий уровень. В данном случае выходное устройство первого канала формирует выходное напряжение низкого уровня, выходное устройство второго канала формирует выходное напряжение высокого уровня (см. рисунок 20а) с задержкой не более 130 нс (см. рисунок 20б).



а)



б)

CH1 – управляющий сигнал на входе INA

CH2 – сигнал разрешения на входе INB

CH3 – сигнал на выходе драйвера канал 1 (управление затвором IGBT)

CH4 – сигнал на выходе драйвера канал 2 (управление затвором IGBT)

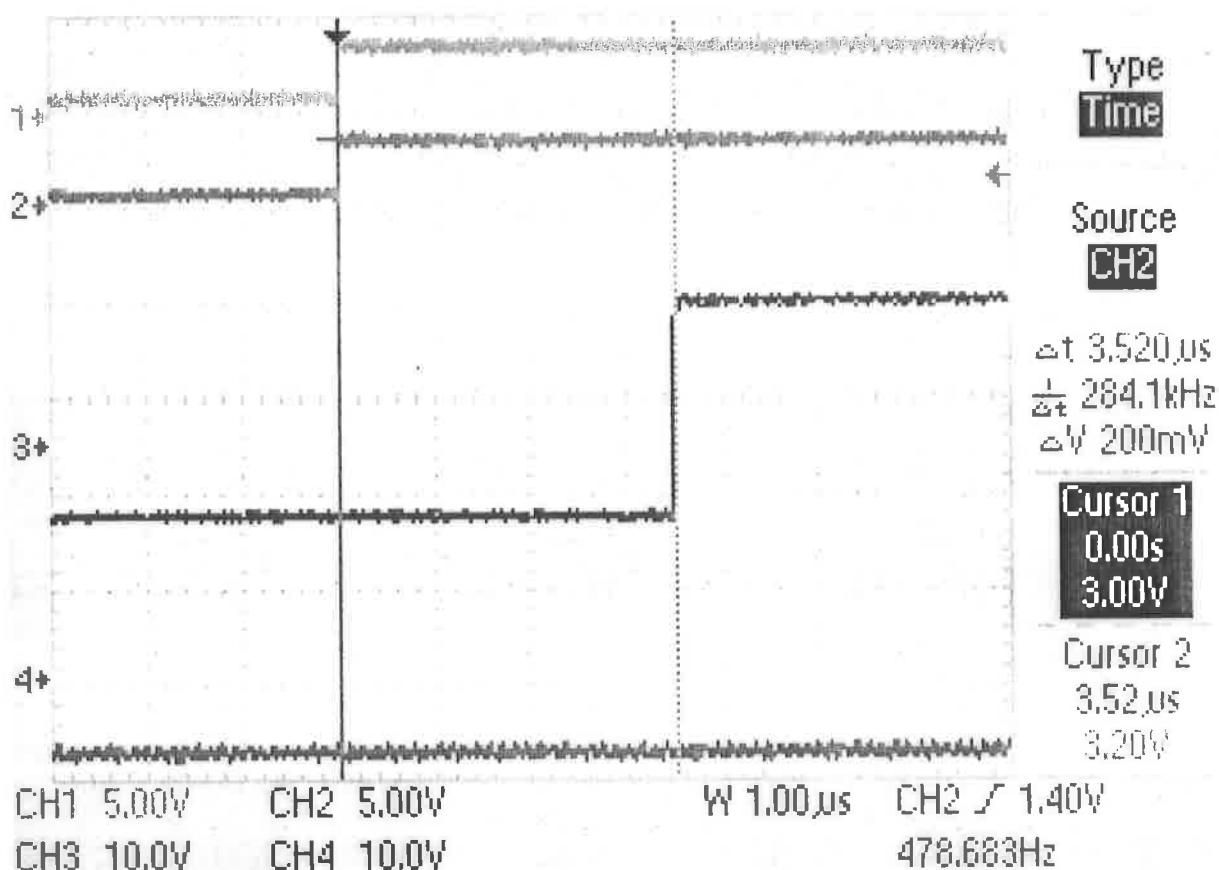
Рисунок 20 – Работа драйвера в режиме «полумост»

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. дата
108358	2021.08.06			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

5.3.2.3 При изменении состояния на входе INB с низкого на высокий уровень (сигнал «разрешения»), на входе INA так же происходит изменение состояния с низкого на высокий уровень или с высокого на низкий. В данном случае выходное устройство начинает формировать выходное напряжение через время задержки равное времени неперекрывтия (см. п.п. 4.1.1.4), в соответствии с установившемся уровнем на выводе INA (см. п.п 5.3.2.1 и 5.3.2.2) см. рисунок 21.



CH1 – управляющий сигнал на входе INA

CH2 – сигнал разрешения на входе INB

CH3 – сигнал на выходе драйвера канал 1 (управление затвором IGBT)

CH4 – сигнал на выходе драйвера канал 2 (управление затвором IGBT)

Рисунок 21 – Работа драйвера в режиме полумост при совпадении фронтов на входах INA, INB

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
108 358				08.06.21

ПАКД.466341.003И20

5.4 Аварийный режим работы драйвера, защита управляемого IGBT.

5.4.1 Аварийный режим работы является приоритетным над остальными режимами работы. Драйвер переходит в аварийный режим работы в следующих случаях:

- напряжение питания драйвера ниже порогового значения;
- напряжение питания выходного устройства, ниже порогового значения;
- напряжение на выводе VCE, выше порогового значения (защита от превышения напряжения коллектор-эмиттер на управляемом IGBT в режиме насыщения).

5.4.1.1 При понижении напряжения на выводе Vcc (относительно GND) ниже порогового значения, драйвер формирует выходное напряжение низкого уровня на обоих каналах не зависимо от поступающих сигналов на входы INA, INB.

Статусные выводы SO1 и SO2 меняют свое состояние с высокого на низкий уровень с максимальным входным током не более 20мА на каждый вывод.

Драйвер будет находится в данном режиме, пока напряжение на выводе Vcc (относительно GND) не станет выше порогового (см. таблицу 2).

5.4.1.2 При понижении напряжения на выводе Vdd микросхемы AM2114 (относительно вывода Vss) ниже порогового значения драйвер формирует выходное напряжение низкого уровня на соответствующем канале не зависимо от поступающих сигналов на соответствующий вход INx, статусный вывод соответствующего выходного устройства меняет свое состояние с высокого на низкий уровень с максимальным входным током не более 20мА.

Данный режим предназначен для защиты выходного устройства от скачкообразного возрастания выходной мощности. Драйвер будет находится в данном режиме, пока напряжение питания не придет в норму (выходная мощность не станет ниже пороговой).

Необходимо принимать во внимание, что минимальный порог срабатывания данной защиты превышает максимальную выходную мощность выходного устройства в 4 раза. При плавном повышении выходной мощности выше максимально допустимой, драйвер выйдет из строя, не достигнув порогового значения срабатывания данной защиты.

5.4.1.3 Защита от превышения напряжения коллектор-эмиттер на управляемом IGBT в режиме насыщения включается при повышении напряжения на выводе VCE (от-

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
108358				
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	
2008/08/06				

ПАКД.466341.003И20

Лист

34

носительно вывода VE) выше значения напряжения на выводе REF (относительно вывода VE). Значение напряжения на выводе REF задается резистором, подключенным к VE. Вывод REF подключен к внутреннему источнику тока 140 мкА.

Контроль напряжения на выводе VCE производится только, когда управляемый IGBT находится в открытом состоянии (выходное устройство формирует выходное напряжение высокого уровня). Если управляемый IGBT находится в закрытом состоянии (выходное устройство формирует напряжение низкого уровня), вывод VCE подключается к внутреннему источнику напряжения (VE-8) В, в результате чего происходит разряд емкости C1 или C2 см. рисунок 9. **Входной ток вывода VCE не должен превышать 2 мА.** Входной ток вывода VCE рекомендуется ограничивать цепочкой резисторов.

При переходе драйвера в данный режим работы, выходное устройство соответствующего канала незамедлительно формирует выходное напряжение низкого уровня (подает запирающий сигнал на управляемый IGBT), а так же формирует сигнал об аварийной ситуации, который через гальваническую развязку передается во входное устройство.

Как только входное устройство получает сигнал об аварийной ситуации оно, с помощью внутреннего счетчика, начинает отсчет времени блокирования, которое задается путем подключения резистора $R_{ТВ}$ между выводами ТВ и GND (см. рисунок 8). В течении всего времени блокирования, входное устройство игнорирует управляющие импульсы, поступающие на соответствующий вход управления INx.

С началом отсчета времени блокирования, входное устройство коммутирует соответствующий статусный вывод SOx на GND. Ток, протекающий через статусный вывод SOx не должен превышать 20 мА. Допускается объединять статусные выходы с максимальным входным током не более 40 мА.

По истечении времени блокирования драйвер сбрасывает аварийный режим работы. Статусные выводы SOx меняют свое состояние (коммутируются на опорный источник напряжения 4 В). При поступлении управляющего импульса (по входам INx) на открытие управляемого IGBT (переднего фронта), выходное устройство соответствующего канала формирует выходное напряжение высокого уровня (открывает управляемый IGBT).

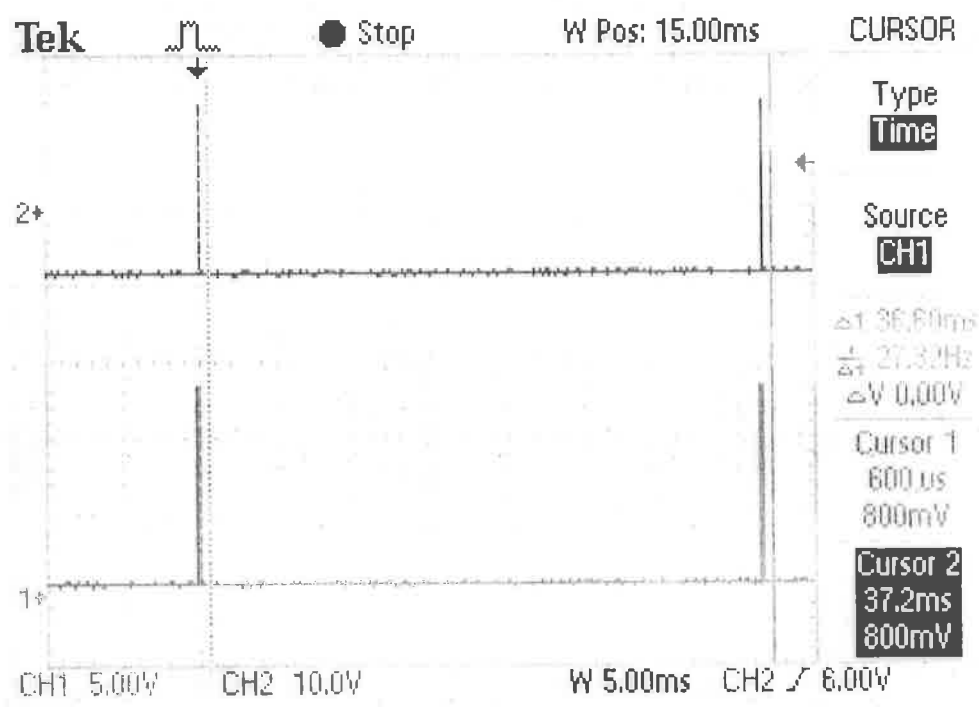
Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
408358	20.08.06.21			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

Лист
35

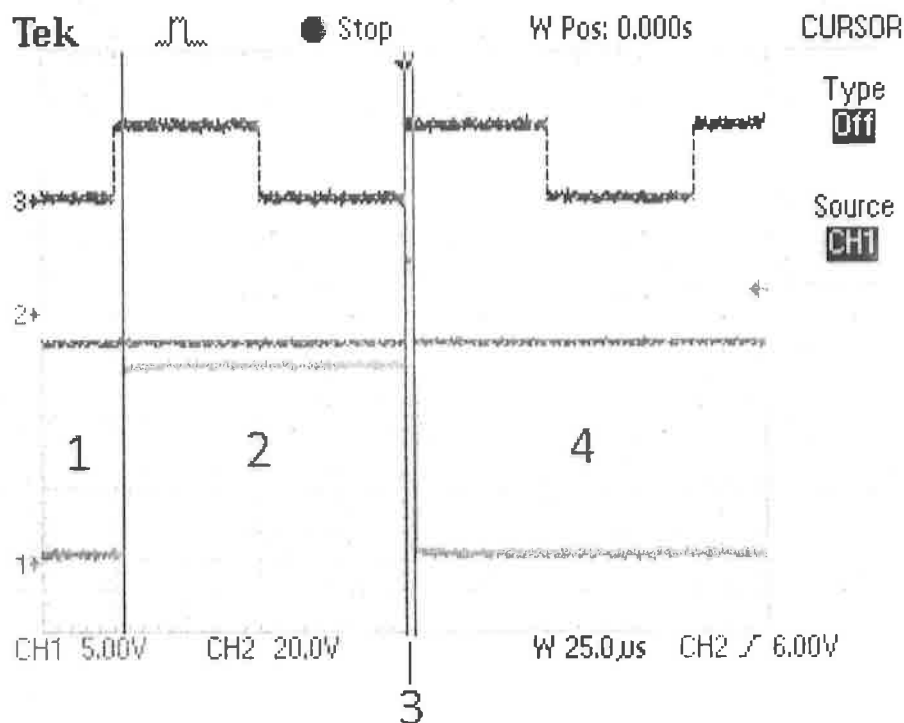
После формирования напряжения высокого уровня, спустя время срабатывания защиты (задается пользователем, см. п.6.3) начинается мониторинг уровня напряжения на выводе VCE, если уровень оказывается выше порогового, то драйвер снова переходит в режим «авария». Если уровень оказывается ниже порогового, то драйвер переходит в режим работы, который предшествовал аварийному режиму («прямой» или «полумостовой»). На рисунке 22 показана работа драйвера в аварийном режиме с постоянным (принудительным) превышением порогового напряжения на выводе VCE обоих выходных устройств с заданным временем блокирования 36,6 мс.



CH1 – выходное напряжение на первом канале драйвера
 CH2 – выходное напряжение на втором канале драйвера
 Рисунок 22 – сигналы на затворах IGBT в режиме «авария»

Расширенная, по времени, осциллограмма момента сброса аварийного режима, приведена на рисунке 23

Инв. № подл. 408 358	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
Изм. Лист № докум. Подп. Дата				
ПAKД.466341.003И20				
				Лист 36



CH1 – сигнал на статусном выходе Sox (относительно GND)

CH2 – управляющий сигнал на затворе управляемого IGBT (относительно VEx)

CH3 – управляющий сигнал на входе драйвера INx (относительно GND)

Рисунок 23 – Сброс аварийного режима

Осциллограмму на рисунке 23, в зависимости от внутреннего состояния драйвера, от внешних воздействий и управляющих импульсов, поступающих на него, разобьем на 4 временные области:

В первой временной области (рисунок 23) модуль находится в режиме «авария», при этом:

- внутренний счетчик входного устройства отсчитывает время блокирования, которое задается резистором R_{TV} см. п.6.1;
- статусные выводы SOx (CH1) подтянуты к общему выводу (GND), ток протекающий через эти выводы не должен превышать 20 мА на каждый вывод;
- выходное устройство формирует напряжение низкого уровня (на затвор управляемого IGBT подается запирающий сигнал – CH2), независимо от состояний на управляющем входе INx драйвера (CH3);
- вход VCEx подтянут к опорному напряжению (VEE – 8) В (идет разряд конденсатора C1 или C2 см. рисунок 9)

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. дата
108358	2008.08.06.24			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

Лист
37

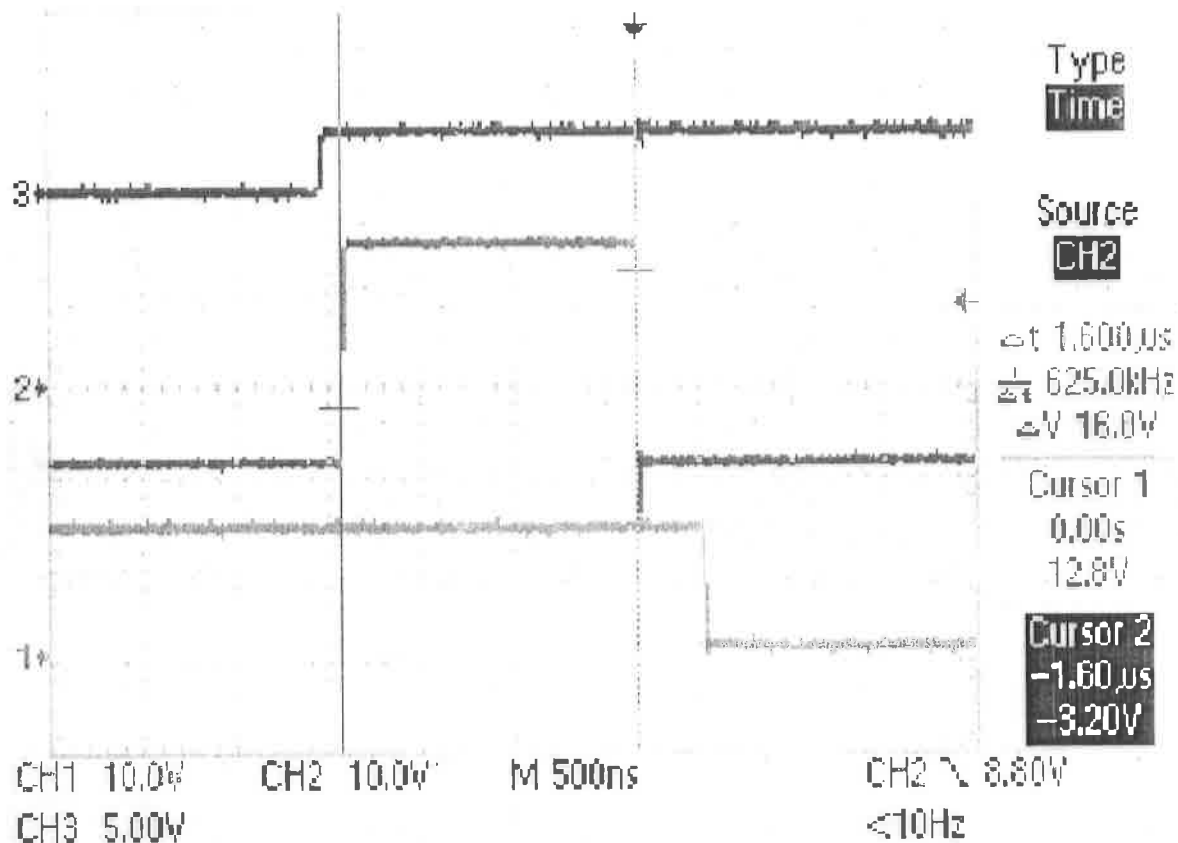
- статусные выводы SOx (CH1) меняют свое состояние;
- выходное устройство формирует напряжение низкого уровня (на затвор управляемого IGBT подается запирающий сигнал CH2);
- вход VCEх подтянут к опорному напряжению Vee – 8 В (идет разряд конденсатора C1 или C2 см. рисунок 9)

- выходное устройство формирует напряжение высокого уровня (подает управляющий сигнал на открытие IGBT – CH2);

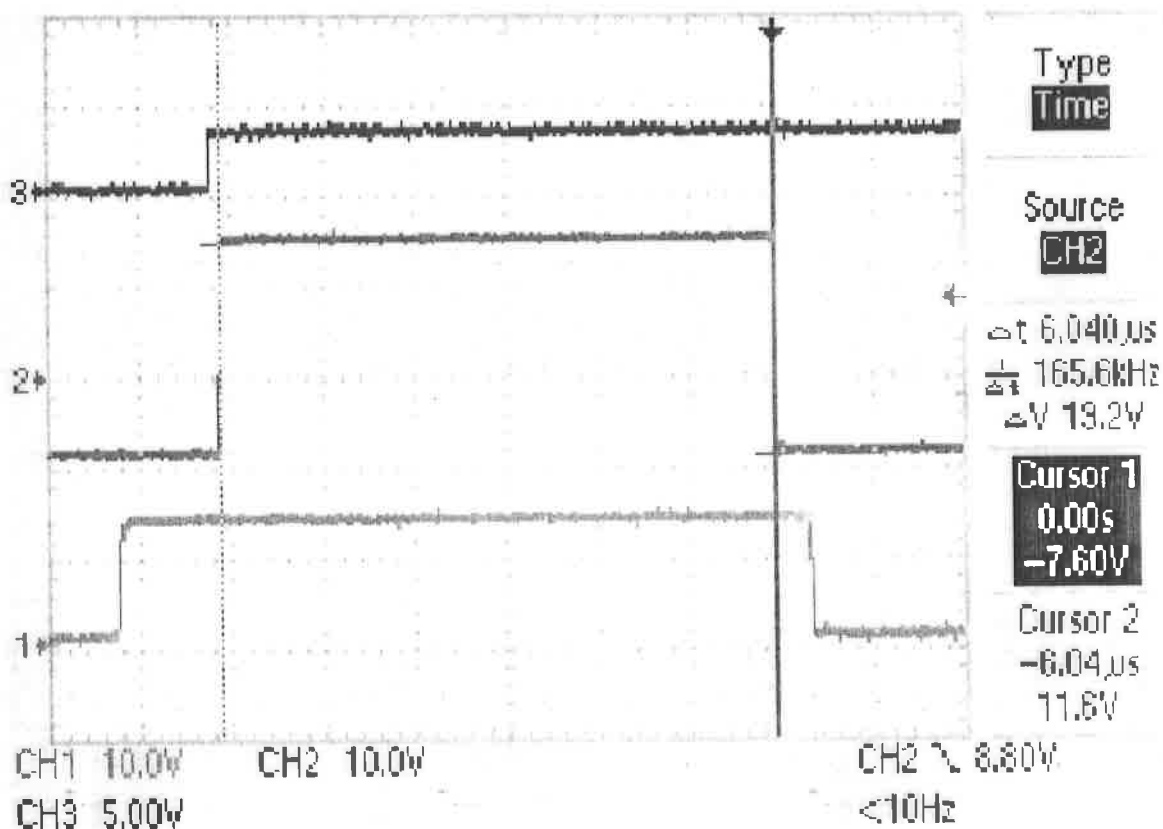
- выходное устройство обнаруживает превышение порога напряжения на входе VCEx (в случае если выходное устройство не обнаруживает превышение порога напряжения на входе VCEx, драйвер продолжает работу в режиме предшествующем аварийному).

- драйвер переходит в режим «авария». Формирует выходное напряжение низкого уровня (запирает управляемый IGBT), меняет состояние на выводах SOx, начинает отсчет времени блокирования. Время задержки между закрытием управляемого IGBT и изменением состояния на выводах SOx показано на рисунке 25.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	
108 358	Кол 08.06.21				жения на входе VCEх, драйвер продолжает работу в режиме предшествующем аварийному). - драйвер переходит в режим «авария». Формирует выходное напряжение низкого уровня (запирает управляемый IGBT), меняет состояние на выводах SOх, начинает отсчет времени блокирования. Время задержки между закрытием управляемого IGBT и изменением состояния на выводах Sox показано на рисунке 25.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.466341.003И20
					Лист 38



а) R3/R9 – 27 кОм; C1/C2 – 0 пФ; время задержки включения защиты – 1.6 мкс



б) R3/R9 – 27 кОм; C1/C2 – 47 пФ; время задержки включения защиты – 6 мкс

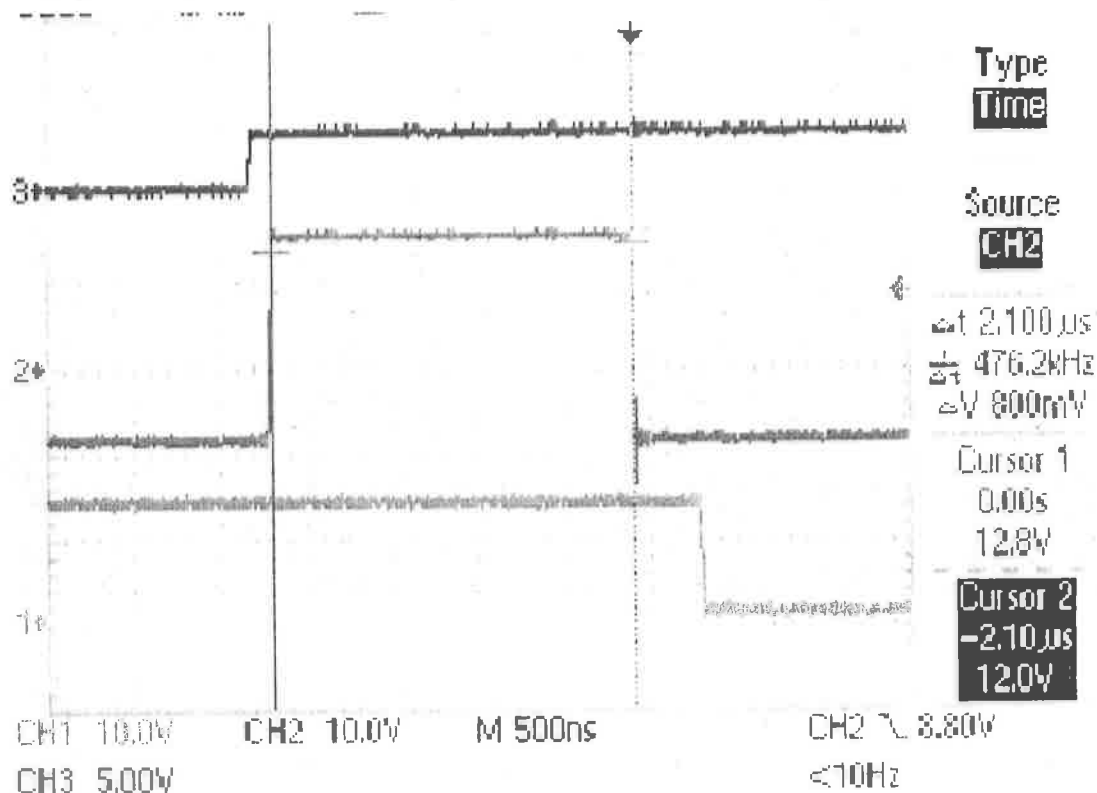
Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
108258	10.08.06			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

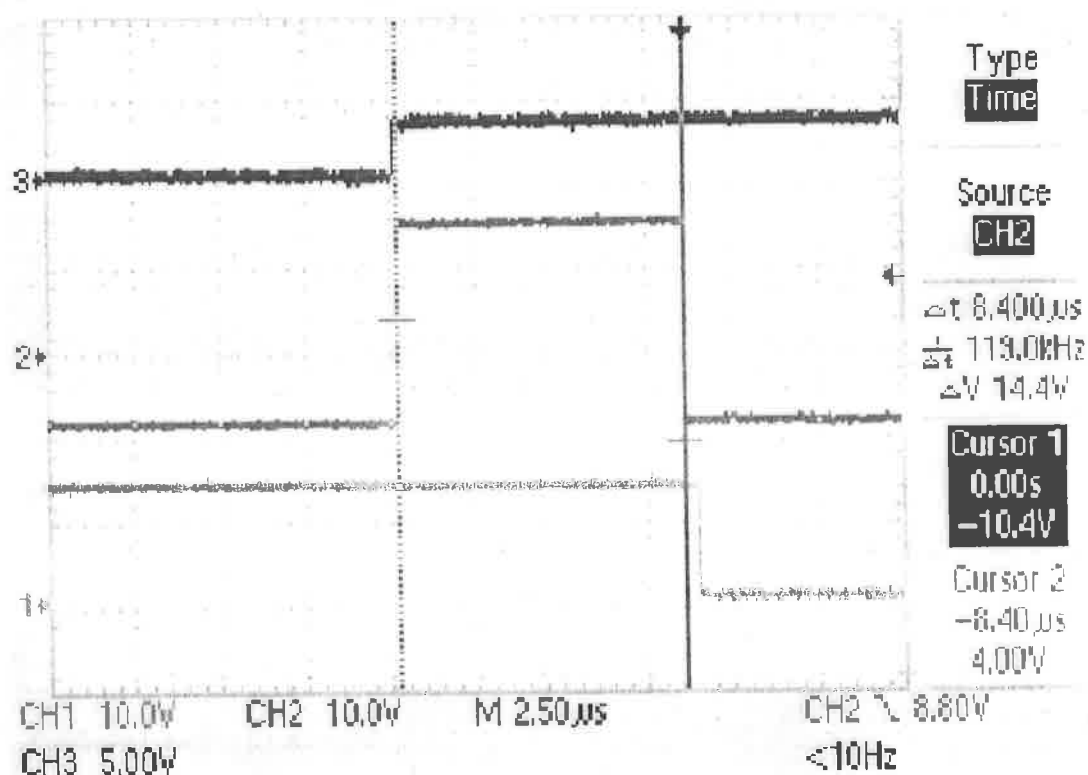
ПАКД.466341.003И20

Лист

39



в) R3/R9 – 47 кОм; C1/C2 – 0 пФ; время задержки включения защиты – 2,1 мкс



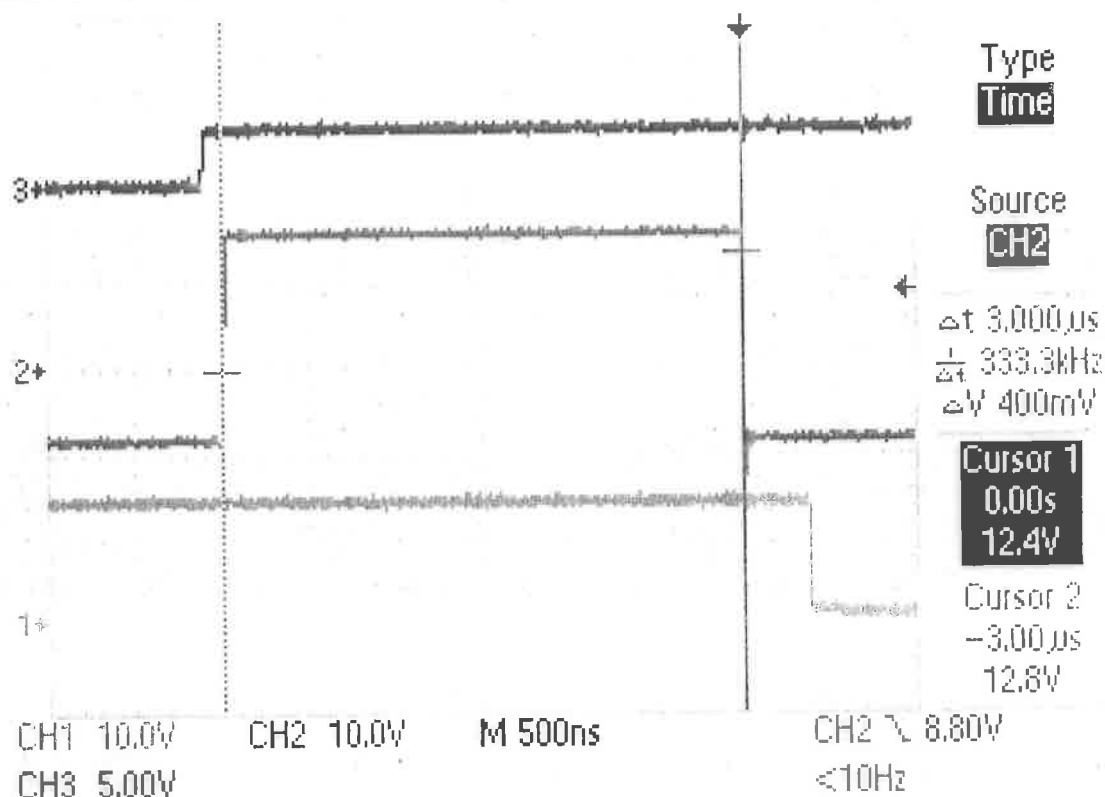
г) R3/R9 – 47 кОм; C1/C2 – 47 пФ; время задержки включения защиты – 8,4 мкс

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
108358	12.08.2008			

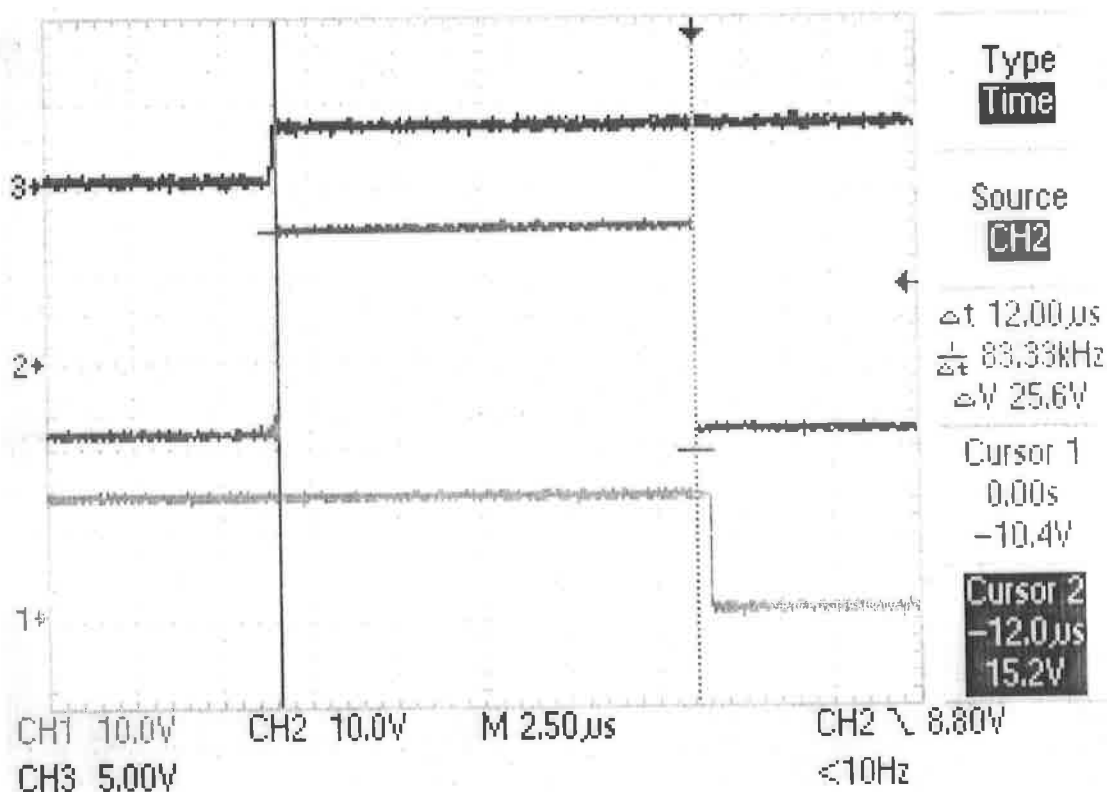
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

Лист
40



д) R3/R9 – 68 кОм; C1/C2 – 0 пФ; время задержки включения защиты – 3 мкс



е) R3/R9 – 68 кОм; C1/C2 – 47 пФ; время задержки включения защиты – 12 мкс

CH1 – статусный вывод Sox;

CH2 – управляющий сигнал на затвор IGBT;

CH3 – управляющий сигнал поступающий на вход драйвера.

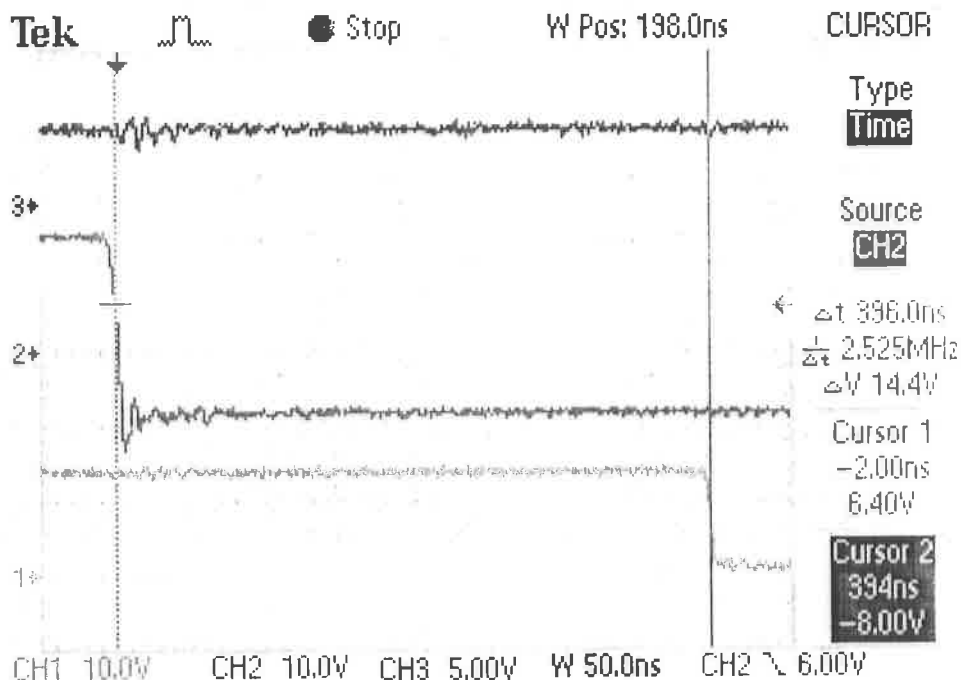
Рисунок 24 – Время срабатывания защиты драйвера при различных резисторах R3/R9 и емкостях C1/C2

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
108 358	20.08.06			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

Лист
41



CH1 – статусный вывод Sox;

CH2 – управляющий сигнал на затвор IGBT;

CH3 – управляющий сигнал поступающий на вход драйвера.

Рисунок 25 – Время задержки между закрытием управляемого IGBT и изменением состояния на выводах SOx

В четвертой временной области (рисунок 23) модуль находится в режиме «авария» (четвертый временной отрезок является началом первого), при этом:

- внутренний счетчик входного устройства отсчитывает время блокирования, которое задано резистором R_{TB} см. рисунок 8;
- статусные выводы SOx (CH1) подтянуты к общему выводу (GND), ток протекающий через эти выводы не должен превышать 20 мА на каждый вывод;
- выходное устройство формирует напряжение низкого уровня (на затвор управляемого IGBT подается запирающий сигнал – CH2), независимо от состояний на управляющем входе INx драйвера (CH3);
- вход VCEx подтянут к опорному напряжению ($V_{ee} = 8$) В (идет разряд конденсатора C1 или C2 см. рисунок 9)

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
108358	Тек 08.06.21			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

Лист
42

6 Справочные данные

6.1 Зависимость времени неперекрывтия от величины резистора R_{mod} представлена на рисунке 26. Расчет времени неперекрывтия производится в соответствии с выражением 1

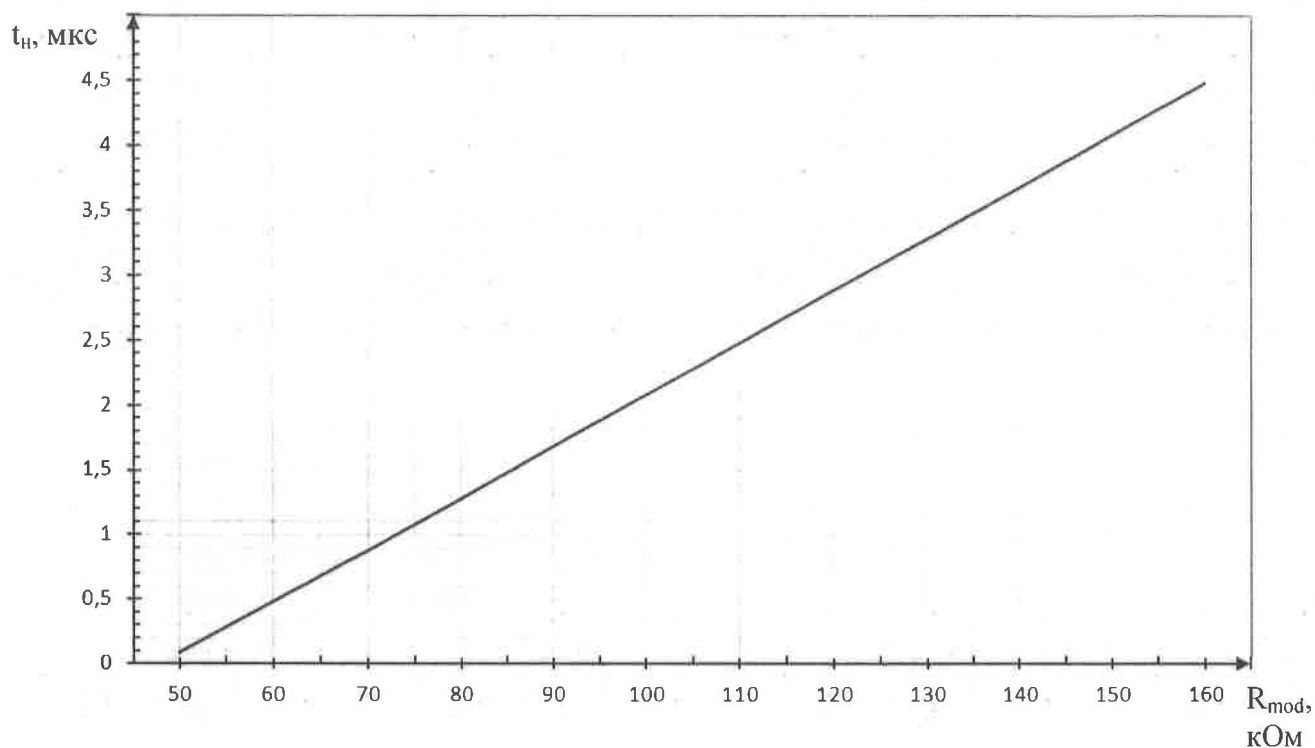


Рисунок 26 – Зависимость времени неперекрывтия от величины резистора R_{mod}

$$t_n = (R_{mod} - 48)/25 \quad (1)$$

где : t_n – время неперекрывтия (мкс);

R_{mod} – величина резистора R_{mod} (кОм).

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
108.358	20.08.06.21			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

6.2 Зависимость времени блокирования от величины резистора $R_{ТВ}$ представлена на рисунке 27. Расчет времени блокирования производится в соответствии с выражением 2

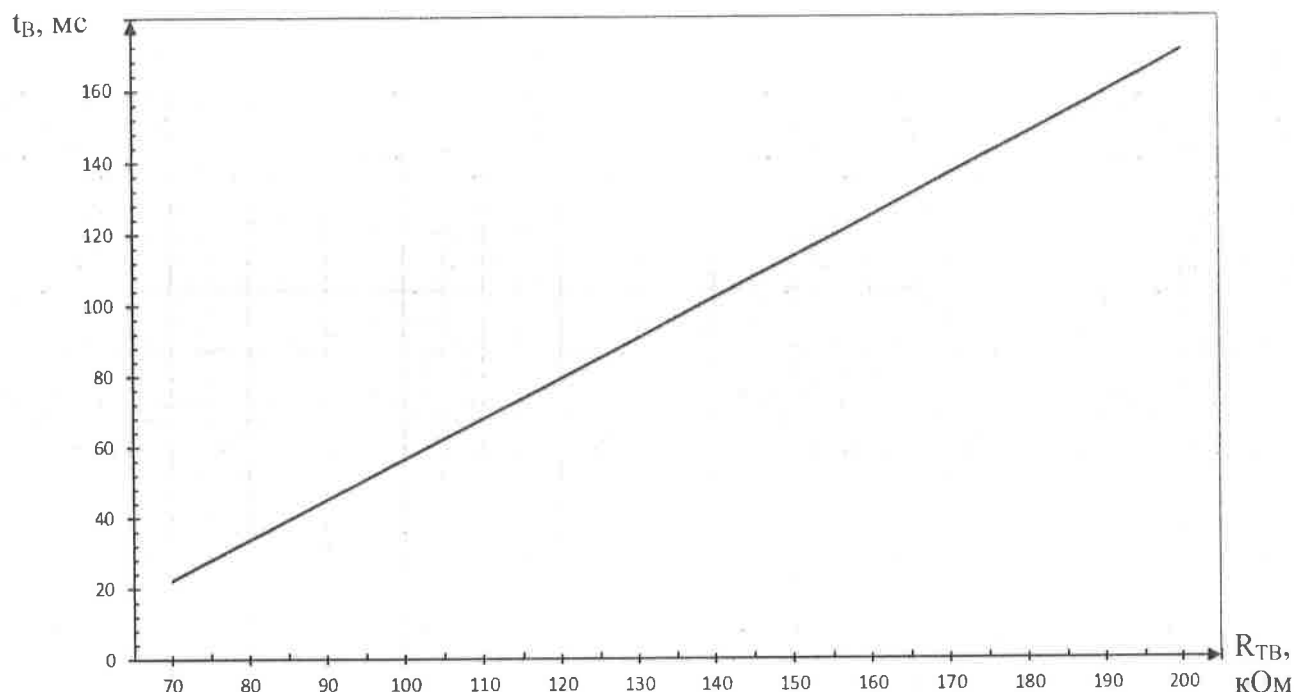


Рисунок 27 – зависимость времени блокировки от величины резистора $R_{ТВ}$

$$t_B = 1,14 \times R_{ТВ} - 57,5 \quad (2)$$

где : t_B – время блокирования (мс);

$R_{ТВ}$ – величина резистора $R_{ТВ}$ (кОм).

6.3 Зависимость времени задержки включения защиты от величины емкостей $C1/C2$ и резисторов $R3/R9$ (см. рисунок 9) представлена в таблице 6

Таблица 6 – Зависимость времени задержки включения защиты от величины емкостей $C1/C2$ и резисторов $R3/R9$ (см. рисунок 9)

$R3/R9$, кОм	V_{ref} , В	$C1(C2)$, пФ	Время отклика, мкс	Примечание
27	3,8	0	1,6	рисунок 24а
		15	3	
		30	4,4	
		47	6	рисунок 24б
47	6,6	0	2,1	рисунок 24в
		15	4,1	
		30	6	
		47	8,4	рисунок 24г
68	9,55	0	3	рисунок 24д
		15	6	
		30	8,8	
		47	12	рисунок 24е

ПАКД.466341.003И20

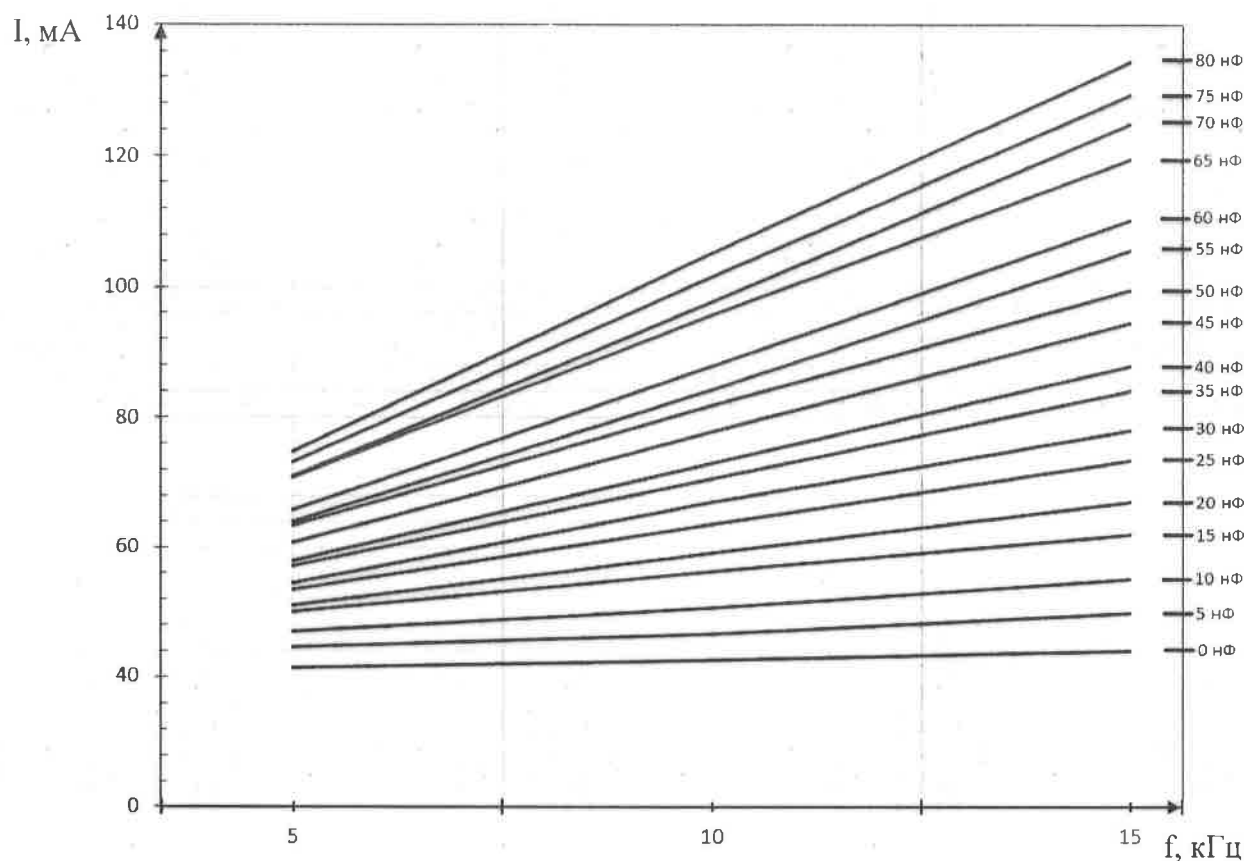
Лист

44

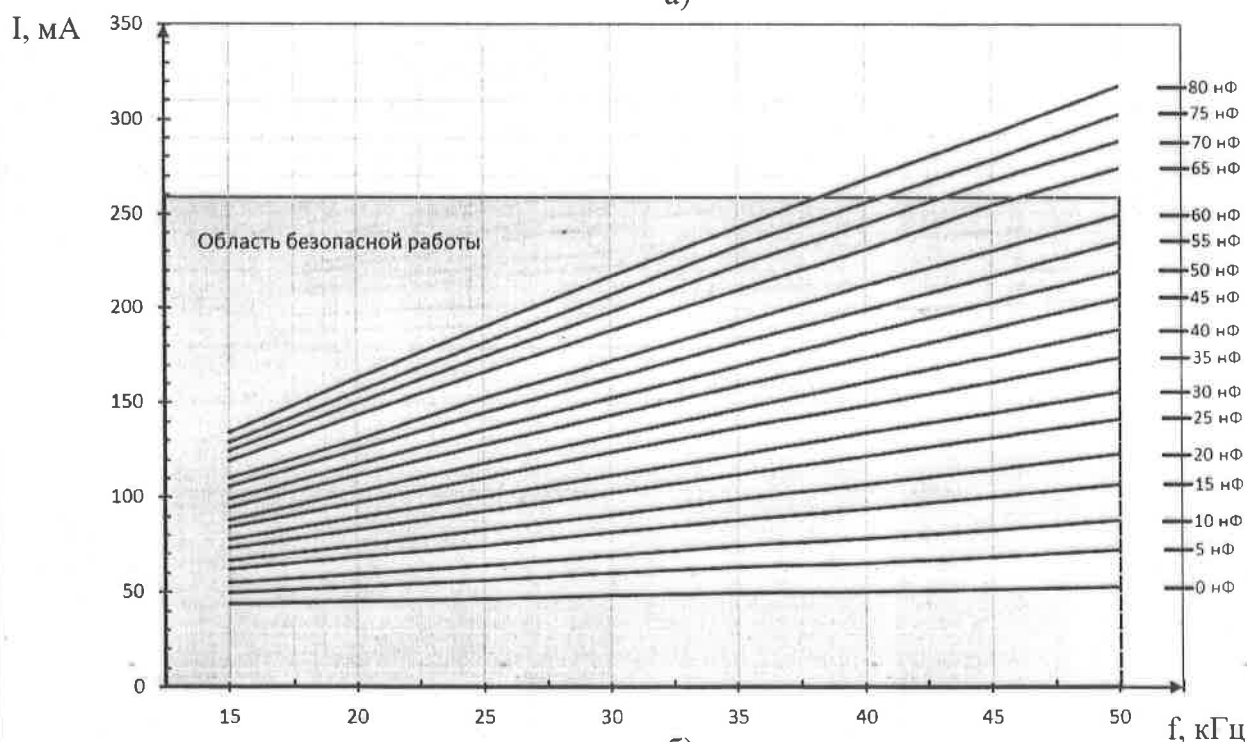
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
108358	08.06.21			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

6.4 Зависимость тока потребления драйвера при частоте входного сигнала от 5 кГц до 15 кГц при разной емкостной нагрузке представлена на рисунке 28а, при частоте от 15 до 50 кГц представлена на рисунке 28б.



а)



б)

Рисунок 28 – Зависимость тока потребления от частоты входного сигнала и величины емкостной нагрузки

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. дата
108 358	2008-08-06 21			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПАКД.466341.003И20

Лист
45

6.5 Зависимость тока потребления от выходной мощности драйвера (при равномерном распределении мощности между каналами) представлена на рисунке 29

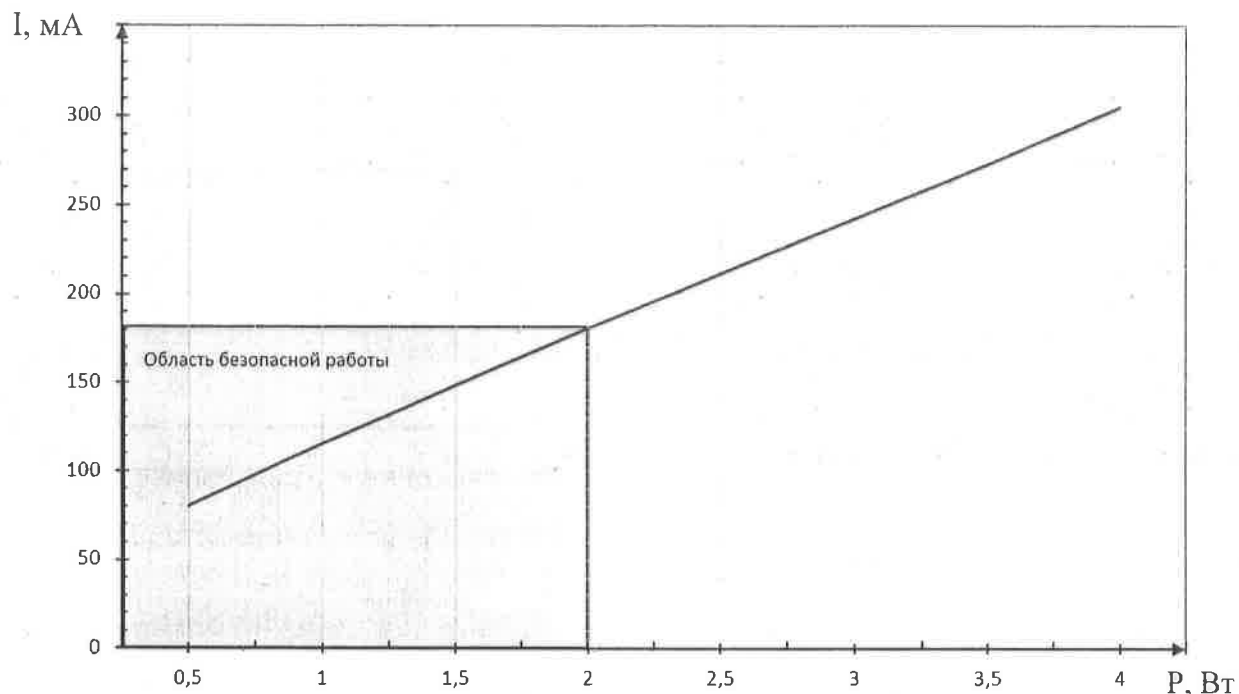


Рисунок 29 – Зависимость тока потребления от выходной мощности драйвера.

Допускается превышать максимальную выходную мощность, не превышая максимального тока потребления (при условии отвода тепла от тепловыделяющих элементов драйвера).

Име. № подл. 108358	Подп. и дата [подпись] 08.06.21	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.466341.003И20					Лист
										46

7 Маркировка и пломбирование

7.1 На всех фазах жизненного цикла, драйвер учитывается по дате изготовления и номеру, нанесенному на поверхность драйвера при производстве в соответствии с ПАКД.466341.003СБ. Данная информация не может быть изменена в процессе использования.

Маркировка и пломбирование упаковки производится в соответствии с ПАКД.323151.065.

8 Упаковка

8.1 Драйвер упаковывается в соответствии с ПАКД.323151.065.

9 Текущий ремонт

9.1 Возможность ремонта драйвера предусмотрена только на предприятии изготовителе.

10 Хранение

10.1 Хранение изделия по ГОСТ 21493.

11 Транспортирование

11.1 Требования по транспортированию в соответствии с ГОСТ 23088.

12 Утилизация

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата						
108 358	29.08.06.21									
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАКД.466341.003И20					Лист
										47

Лист регистрации изменений

[illegible]

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
108 358	2008-08-06 21			

ПАКД.466341.003И20

Лист

48