

Аннотация. В этом документе представлены и описаны конструкция и реализация новой схемы драйвера затвора для трехфазной сетевой фотоэлектрической инверторной системы с использованием SIC-MOSFET силовой каскад. Предлагаемая конструкция состоит из трехфазной инверторной системы мощностью 5 кВт с новым изолированным драйвером затвора, относящимся к IGBT, MOSFET и SIC-MOSFET. Разработанная схема имеет двойной драйвер затвора в одном корпусе для каждой ветви и каждой цепи имеет оптопару для обеспечения высокого выходного пикового тока для включения силовых транзисторов включен или выключен, а также схема защиты от насыщения.

Алгоритм управления полной системой трехфазного приложения работает на DSP TMS320F28335. TMS320F28335. Микроконтроллер цифрового сигнального процессора (DSP) является одним из семейства Texas Instruments™ (TI), которое использовалось для генерации трехфазной ШИМ с фиксатором шины 120° системы с высокой частотой около 25 кГц.

ВВЕДЕНИЕ

Одна из самых важных частей каждого электронного устройства система - это схема управления затвором, которая подключает питание транзистора с микроконтроллером. По этой причине выбор схемы драйвера затвора тесно связан с выходной мощностью и надежностью решения инвертор/преобразователь. Неадекватный драйвер питания или неправильный вариант драйвера могут вызвать неисправность в схеме драйвера. Для приложений с низким энергопотреблением в основном требуется безопасный и недорогой, эффективный драйвер для мощности

Приложения. Схемы драйвера затвора - одно из необходимых звеньев. Они должны управлять силовыми транзисторами (IGBT, MOSFET и SIC-транзисторы) и отличаются высоким выходным напряжением и током. **Возможности** с напряжением драйвера затвора, как правило, до 20В. Существуют различные типы схем драйвера затвора для MOSFET, IGBT и SIC-MOSFET. Большинство типов схем драйвера затвора классифицируется по конфигурации, по количеству входной мощности постоянного тока питания, импеданса драйвера затвора и типа питания корпуса транзистора, вместе определяющий максимальную мощность подача напряжения и тока [1] - [8]. Схема начальной загрузки часто используется в качестве схемы драйвера затвора для IGBT и MOSFET [9] - [12], однако это небезопасно, поскольку контроллер не отделен, когда возникают какие-либо неисправности. Одна из проблем, с которыми сталкиваются разработчики цепей высокого напряжения: управление напряжением драйвера затвора силового транзистора с изоляцией высокой безопасности [13] - [16]. В этой статье показана новая схема драйвера затвора SICMOSFET со следующими техническими характеристиками:

- Обеспечьте положительное выходное напряжение для включения и отрицательное напряжение для выключения силового транзистора, чтобы уменьшить влияние напряжения, индуцированного паразитным источником индуктивности (выходное напряжение составляет около 19 В для включения и -5В для выключения).
- Полная изоляция между силовой цепью и микроконтроллером.
- Эта схема работает для каждого типа силового транзистора в инверторе.
- Снижение паразитной емкости до очень низкого значения. Эта емкость вводит токи заземления в микроконтроллер, который может нарушать сигналы DSP контроллеры.

Схема драйвера затвора SIC-MOSFET предназначена для работы с большинством промышленных применений, используя трехфазный фотоэлектрический инвертор, с напряжением звена постоянного тока до 1000 В. Для управления трехфазными фотоэлектрическими инверторами

используются различные типы методов ШИМ, но в этой статье использовалась трехфазная инверторная система SIC-MOSFET с 120° Bus Clamp PWM, как новый метод управления для тестирования всей системы [17] - [20]. Были сгенерированы 120° Bus Clamp PWM сигналы с использованием TMS320F28335 [21]. Полевой МОП-транзистор CMF10120D используется в этой статье [22].

Регламент этой статьи выглядит следующим образом: Раздел 2 представляет описание схемы драйвера; В разделе 3 представлены управление возбуждением для схемы драйвера затвора; В разделе 4 представлены экспериментальная установка и результаты; и, наконец, в разделе 5 представлены выводы.

II. ОПИСАНИЕ ЦЕПИ ДРАЙВЕРА

В этом разделе мы обсудим полную схему драйвера затвора SIC-MOSFET. Эту схему можно разделить на две основные части: схема драйвера затвора и низковольтный входной DC преобразователь.

A. Схема драйвера затвора SIC-MOSFET транзисторов

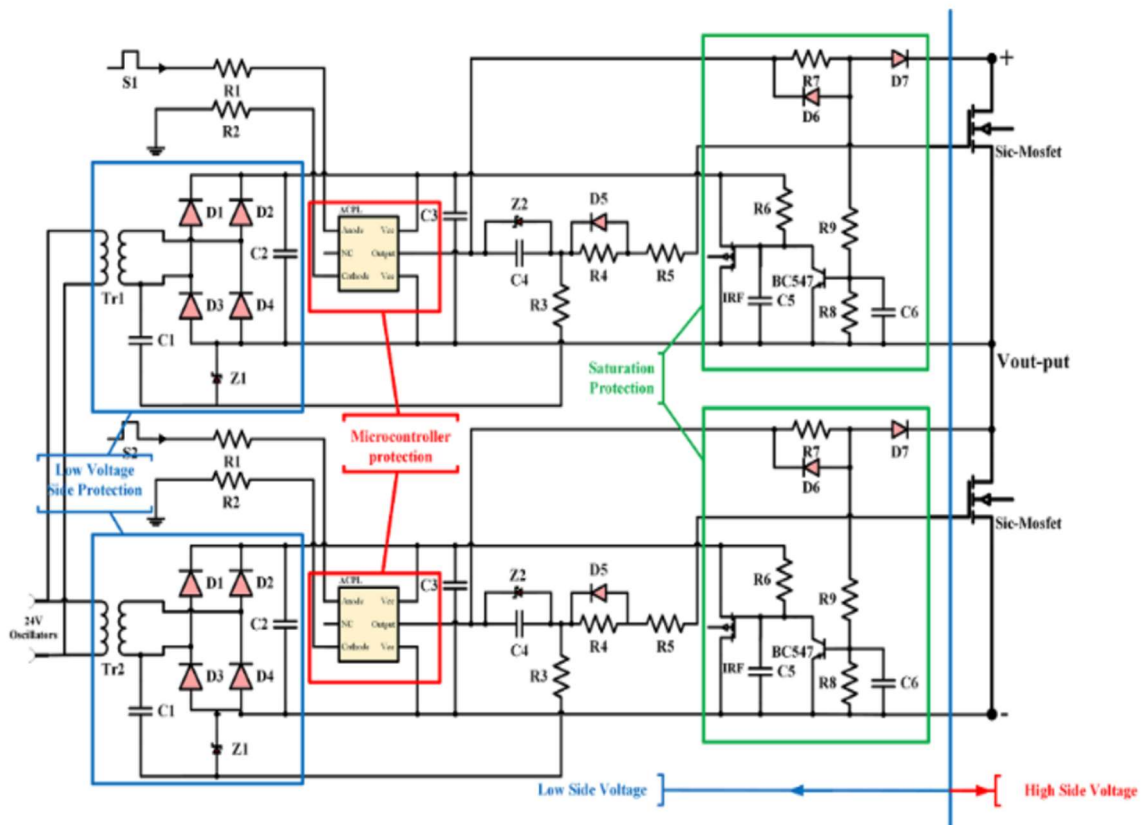


Fig. 1. One leg SIC-MOSFET gate driver circuit.

Принципиальная схема на рис. 1. представляет собой полную схему топологии SIC-MOSFET драйвера затворов для одной фазы трехфазной инвертора, используемого в этой статье. Эта схема содержит два затворных драйвера для двух транзисторов (верхнего и нижнего) для каждой фазы, и каждая цепь состоит из трех основных частей:

1. microcontroller isolated circuit (изолированная цепь микроконтроллера): В этой схеме микросхема оптопары ACPL-P304 использовалась в качестве оптоизолятора между комплектом TMS320F28335 и схемой драйвера затвора.

2. saturation protection circuit (схема защиты от насыщения): эта схема была разработана для защиты полной схемы драйвера затвора от выхода переменного тока высокого напряжения и тока путем поворота отключения сигналов драйвера затвора при любой ошибке на выходе имеет место.

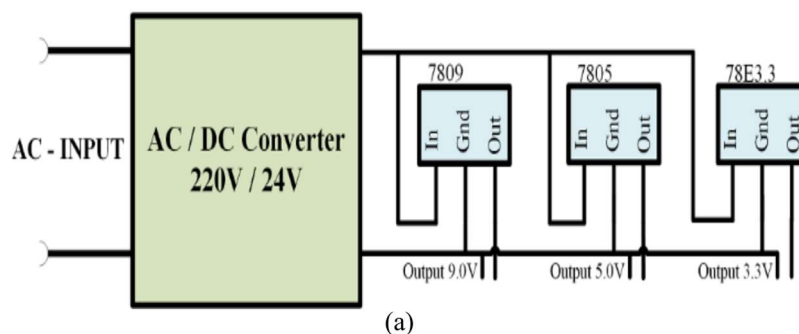
3. Изолированная цепь источника питания низкого напряжения: В этой цепи, трансформатор использовался для обеспечения гальванической развязки от общего низковольтного питания. Главные свойства этой схемы:

- гальваническая развязка источника питания постоянного тока;
- может получить питание постоянного тока для всей цепи элементы; а также
- может получить положительное и отрицательное напряжение для включенного и выключенного положения затвора для высокой мощности транзисторы.

Трансформатор является основной частью этой схемы и может быть сделан с очень низкой емкостью (2 пФ) между первичной и вторичной обмотками, при намотке отдельными секциями, вместе с оптопарой (2 пФ); в сумме порядка 4 пФ.

В. Источник питания с низким постоянным током

Схема источника питания с низким постоянным током разделена на две части:



Первая часть на рис. 2а предназначена для подачи напряжения питания (3.3, 5 и 9В) для цепи измерения тока и напряжения. Постоянное входное напряжение для линейных преобразователей создается с помощью преобразователя 220В переменного тока в 24В постоянного тока.

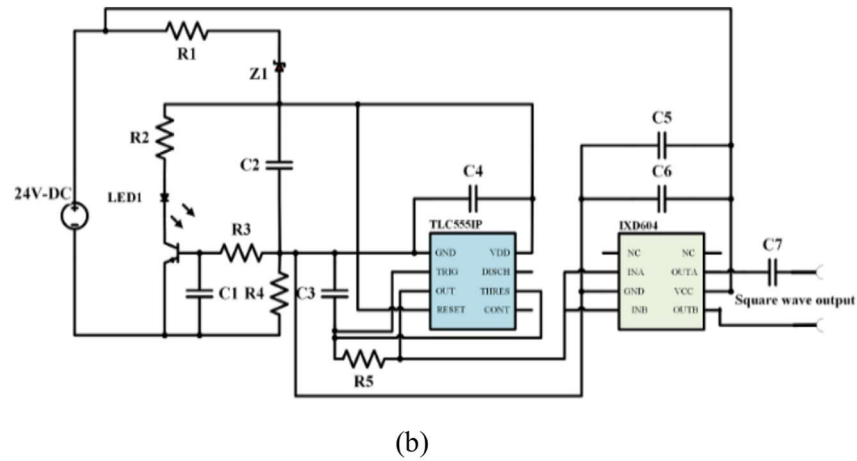


Fig. 2. DC power supply.(a) Low DC power supply circuit, (b) Square wave generator circuit.

Вторая часть, изображенная на рис. 2б., была спроектирована в виде схемы генератора прямоугольных импульсов, позволяющая изменять частоту и амплитуда входного сигнала источника постоянного тока. Эта схема просто построенный из нескольких резисторов, конденсаторов, микросхемы таймера 555 и высокоскоростного драйвера затвора. Выходной сигнал прямоугольной формы (от высокого до низкого) изменяется примерно между +VCC и -VCC, в соответствии от источника постоянного тока. Время, необходимое для расчета одного Цикл заряда и разряда для формы выходного сигнала представлен в уравнения с 1 по 4 и рабочий цикл выходного сигнала прямоугольной формы сигналы рассчитываются по уравнению 5.

$$t_1 = 0.693 * (R_1 + R_2) * C \quad (1)$$

$$t_1 = 0.693 * R_2 * C \quad (2)$$

$$T = t_1 + t_2 \quad (3)$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2) * C} \quad (4)$$

$$\text{Duty Cycle} = \frac{T_{\text{ON}}}{T_{\text{OFF}} + T_{\text{ON}}} = \frac{R_1 + R_2}{(R_1 + 2R_2)} \% \quad (5)$$

Where:

Charge Time (t1) and Discharge Time (t2)

III. УПРАВЛЕНИЕ ДРАЙВЕРОМ ЗАТВОРА

Комплект разработчика системы DSP TMS320F28335 в Рис. 3.

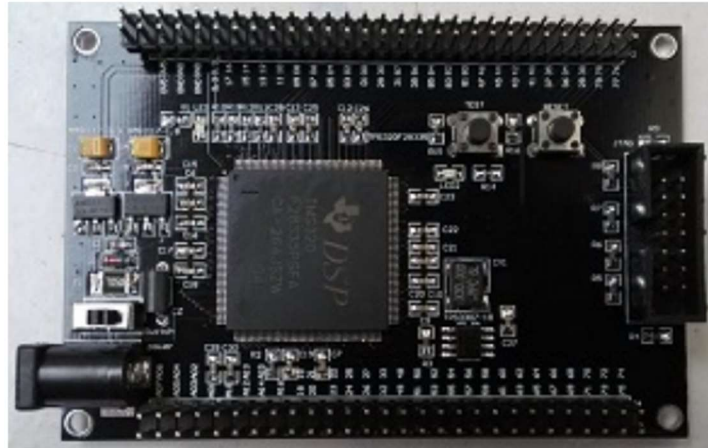


Fig. 3. TMS320F28335 system development kit.

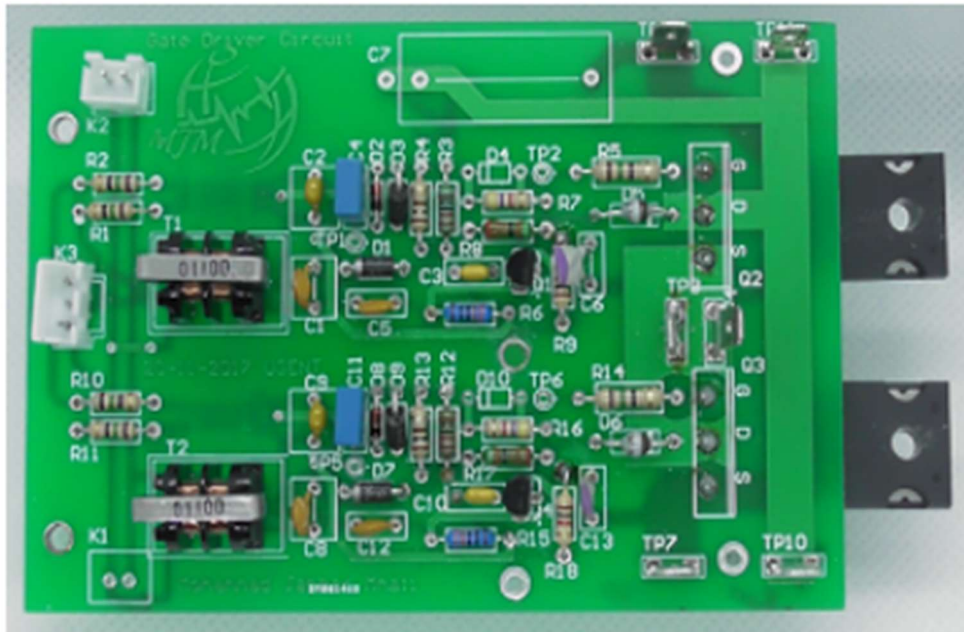
представляет собой полную плату, используемую для генерации сдвинутых на 120° ШИМ сигналов. ШИМ с высокой частотой (около 25 кГц) для трехфазного схема драйвера затвора фотоэлектрического инвертора с SIC-MOSFET транзисторы. Основные характеристики этого комплекта микроконтроллера представлены в таблице I [20].

TABLE I. SPECIFICATIONS OF TMS320F28335

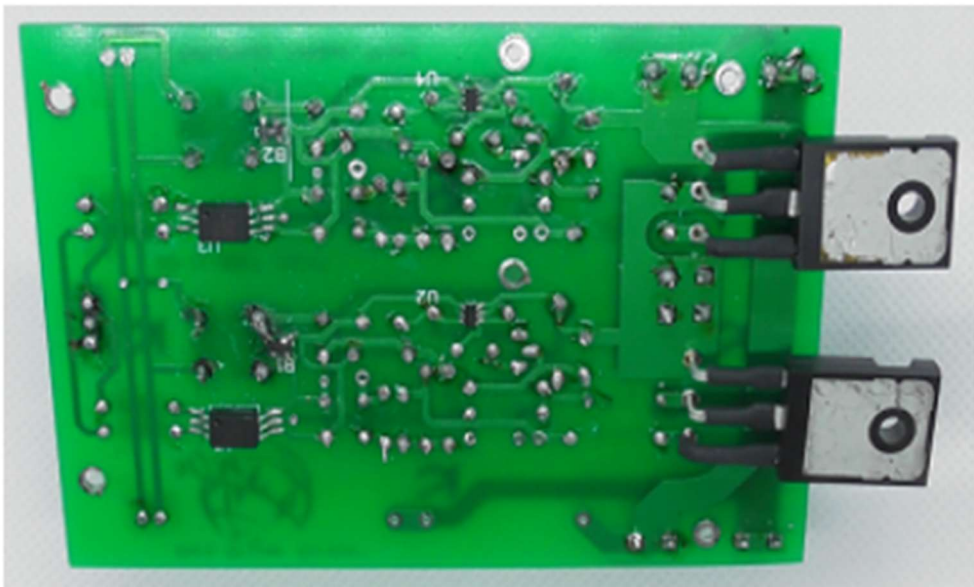
Device Frequency	Up to 150 MHz
Core Voltage	1.9-V/1.8-V
Input/output voltage	3.3V
No. of PWM Channels	18
No of ADC	12-Bit ADC, 16 Channels
No of Input/output Channels	GPIO0 to GPIO63
Temperature Options	-40°C to 125°C

IV. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА И РЕЗУЛЬТАТЫ

Рис. 4. показывает окончательную практическую схему для одной фазы трехфазного фотоэлектрического инвертора.



(a)

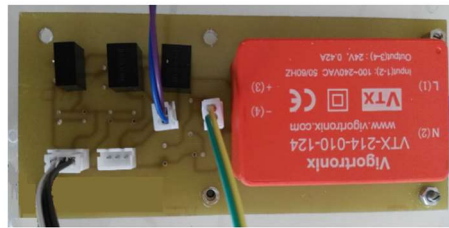


(b)

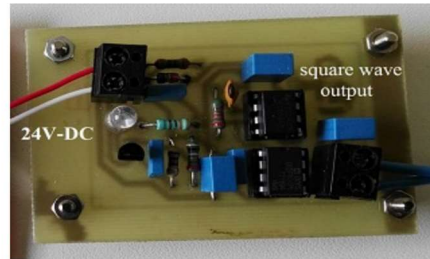
Fig. 4. Practical of one leg SIC-MOSFET gate driver circuit: (a) Upper layer , (b) Lower layer

Схема драйвера затворов SIC-MOSFET транзисторов построена на двухслойной печатной плате, с использованием разных типов компонентов: SMT и SMD. Преимущество этой схемы в том что она использует только один источник постоянного напряжения для управления и схемы управления.

На Рис. 5а. представлена плата источника питания постоянного тока.



(a)



(b)

Fig. 5. DC power supply circuit. (a) (9, 5 and 3.3)V power supply circuit, (b) Practical square wave generator circuit.

Оранжевый Коробка - это AC/DC преобразователь на 24В и DC/DC преобразователи на 9, 5 и 3,3В. питание драйверов затвора

Окончательная схема питания для схемы драйвера затвора, показанная на рис. 5б., имеет конструкцию на основе напряжения питания прямоугольной формы. Эта схема используется для преобразования напряжения постоянного тока в напряжение прямоугольной формы с высокой частотой.

Основное преимущество схемотехники в этой статье заключается в том, что генерируется отрицательное смещение для отключения мощных транзисторов (MOSFET, IGBT и SIC-MOSFET) и присутствует полная изоляция цепи. Отрицательное смещение при выключении не только помогает более быстрому выключению но и предотвращает ложные циклы срабатывания даже в обстановке электрических помех. Низкое изолированное напряжение постоянного тока для затворов драйверов получается с использованием трансформатора 1: 1.

В таблице II представлены основные свойства SIC-MOSFET (CMF10120D), который был выбран для этой статьи [21].

TABLE II. MAIN PROPERTIES OF SIC-MOSFET CMF10120D

Parameter	Value
Drain-Source Resistance $R_{DS(on)}$	Very low
Diode Forward Voltage V_{SD}	High voltage (about 4V),
The output (dl/dt)	Very High
The higher gate voltage	Typically $-5V$ to $20V$

Рис. 6. показывает полную систему трехфазного фотоэлектрического инвертор с драйвером затвора SIC-MOSFET, TMS320F28335 микроконтроллер, источник питания прямоугольной формы и трехфазный схема измерения фазного тока и напряжения.

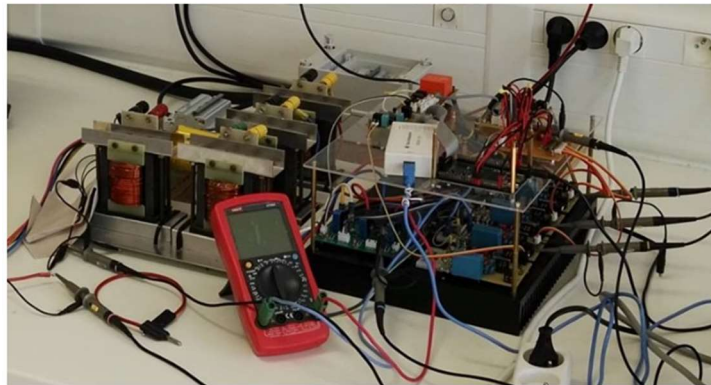
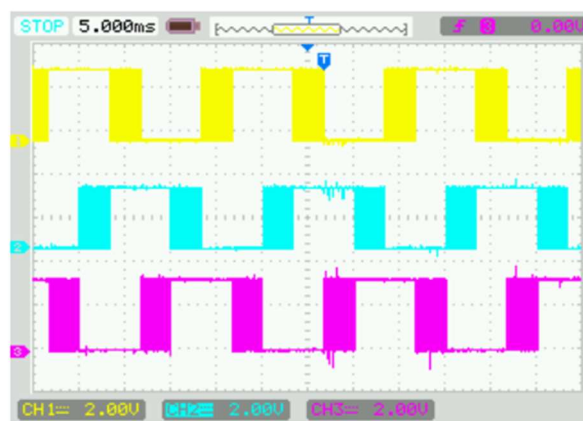


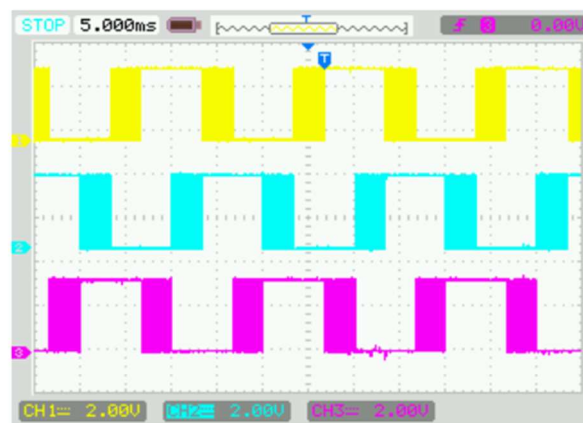
Fig. 6. Full system of three-phase inverter with SIC-MOSFET gate driver circuit

Экспериментальные результаты схемы трехфазного инвертора, показанные на Рис. 7. - Рис. 9., были получены для проверки производительность источников питания от схемы драйвера затвора, только с одним источником питания постоянного тока.

На рис. 7. показана шина 120° .



(a)



(b)

Fig. 7. Three-phase 120° Bus Clamp PWM technique. (a) S1, S3 and S5 PWM; S4, S6 and S2 signals

Форма волны переключения PWM зажима трехфазного инвертора, под контролем с помощью TMS320F28335. 120° Bus Clamp PWM трехфазного инвертора означает, что каждый 60° , только одна

ноги А с отрицательное напряжение представлено на рис. 8а.



signals; (b) dead time between S1 and S2 signals.

фазы А. Выходное напряжение и ток трехфазного фотоэлектрический инвертор показан на рис. 9.



Fig. 9. The output waveform: (a) three-phase voltage; (b) three-phase lines current.

Максимальное значение выходного напряжения зависит от максимального значения напряжения питания промежуточного контура.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основная цель данной статьи - разработать и реализовать схему драйвера затвора MOSFET, IGBT и SiC-MOSFET. Схемотехника основана на трехфазном фотоэлектрическом инверторе для промышленной среды и приложение в реальном времени. В настоящей статье описана полная схема драйвера и представлены результаты измерений выходного сигнала разработанной схемы драйвера затвора, и выходное напряжение и ток трехфазного инвертора. Разработанная схема драйвера затвора, представленная в данной статье, может обеспечивать отрицательный (-4 В) и положительный (+20 В) драйвер выходного затвора напряжения с высокой частотой. ШИМ для представленных трех-фазоинверторов - это метод управления 120° Bus Clamp PWM, созданный с использованием TMS320F28335 в качестве микроконтроллера.