

5. Окончательный выбор мероприятий по повышению пропускной способности линий следует сделать на основании соответствующего технико-экономического расчета.

Список использованных источников

1. Зорин В. В. Системы электроснабжения общего назначения / В. В. Зорин, В. В. Тисленко. – Чернигов: ЧГТУ, 2005. – 341 с.
2. Экономическое обоснование технических решений в системах электроснабжения общего назначения в рыночных условиях / В. В. Зорин, Б. Н. Сердюк, Е. А. Боркунова, Р. А. Буйный // Мировая экономика и бизнес-администрирование малых и средних предприятий: сб. трудов. – Минск: БНТУ, 2011. – С.181-192.
3. Зорин В. В. К вопросу о выборе параметров линий электропередачи / В. В. Зорин // Энергетика: экономика, технологии, экология. – 2008. – № 2. – С.61-67.
4. Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР. – 6-е изд., перераб. и дополн. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.

УДК 621.341.572

О. В. Будьонний, канд. техн. наук

Є.Ю. Коваленко, магістрант

М.А. Прокопець, магістрант

Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ, Україна

ДРАЙВЕР ДЛЯ КЕРУВАННЯ СИЛОВИМИ MOSFET ТА IGBT ТРАНЗИСТОРАМИ

Зроблено опис та принципову схему драйвера для керування силовими IGBT та MOSFET транзисторами. Розроблений прилад має значно нижчу вартість та кращі технічні показники, ніж існуючі драйвери, та не має моточних елементів, що дозволяє інтегрувати його в одну ІМС.

Вступ. На сьогодні в багатьох пристроях перетворювальної техніки необхідні ключі, здатні комутувати струми в десятки ампер та напруги в сотні вольт [1]. Для таких транзисторів потрібні системи керування, які б дозволили отримати достатньо круті фронти на високих частотах та захистити транзистор у випадку перевищення його номінального струму. Більшість драйверів, що випускає промисловість, не повністю задовольняють ці вимоги [2]. Тому метою цієї роботи є розробка драйвера, який би не мав недоліків існуючих уже аналогів, мав низьку ціну, міг би бути виготовлений у корпусі однієї ІМС та мав широкий діапазон застосування: зварювальні інвертори, перетворювачі частоти і т. д. (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльна таблиця характеристик розробленого драйвера та аналогів

Тип	Максимальний вихідний струм	Час спрацьовування інтегрального захисту	Час спрацьовування швидкодійного захисту	Драйвер витримує коротке замикання на виході	Довжина фронтів (C=9nF)	Кількість елементів у схемі	Ціна
IR2101	0,2А	-	-	-	2,5 мкс	3	1,5\$
IR2125	1,5А	від 20 мкс	-	-	1 мкс	5	3\$
Драйвери модулів SEMICRON	10А	від 10 мкс	від 1 мкс	+	100 нс	близько 100, 5 трансформаторів	150\$
Розроблений драйвер	10А	від 300 нс	від 300 нс	+	100 нс	27, без моточних виробів	2\$

Вихідний каскад драйвера. Вихідний каскад (рис. 1) необхідний для підсилення сигналів керування. Він виконаний за схемою еміттерного повторювача на транзисторах Q2 та Q3. Резистори R4 та R5 призначені для обмеження струмів заряду та розряду затвору силового транзистора. Каскад на транзисторі Q1 слугує для узгодження рівнів сигналу. Особливістю використання еміттерного повторювача є те, що затвор силового транзистора не розряджається повністю при його вимиканні, а лише до напруги близько 1В (напруга насичення транзистора Q3). У більшості силових транзисторів значення порогової напруги знаходиться в діапазоні 3-5 В, тому такий режим роботи драйвера є допустимим. У крайньому випадку, вихідний каскад можна живити від двополярного джерела, проте, це виключає можливість використання бутстрепної ланки для живлення драйвера верхнього транзистора у напівмостовій та мостовій схемах перетворювача.

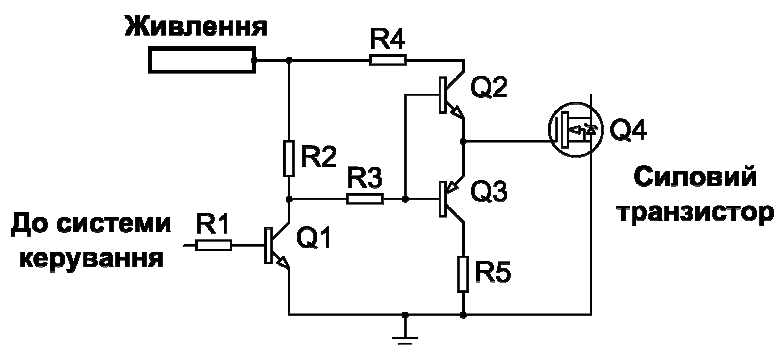


Рис. 1. Вихідний каскад драйвера

Вхідний тригер. Вхідний тригер (рис. 2) необхідний для покращення фронтів сигналу та вимикання вихідного каскаду під час спрацювання системи захисту. Він побудований на трьох логічних елементах АБО-НІ (NOR). Два з них (U1:B та U1:C) утворюють сам тригер, третій (U1:A) використовується для інверсії сигналу керування. Диференціююча ланка (C2, R1) необхідна для подавання короткого імпульсу, що переводить тригер у стан логічної «1». В стан логічного «0» він переводиться сигналом керування, поданим через діод D1, або сигналом від системи захисту. Діоди D1 та D2 необхідні для розв'язки керуючого сигналу та сигналу захисту. На четвертому логічному елементі (U1:D) побудована система, яка під час зниження напруги живлення подає логічну «1» на вхід R, тим самим блокуючи імпульси керування.

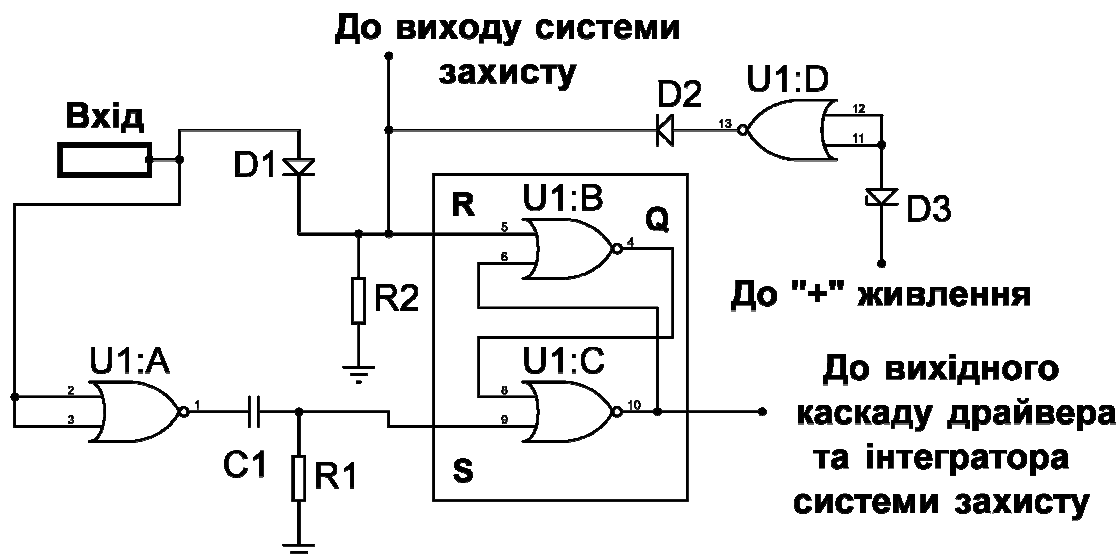


Рис. 2. Вхідний тригер

Система захисту. Система захисту може бути виконана у двох варіантах: тільки з швидкодіючим захистом, або з швидкодіючим та інтегральним захистом (рис. 3). Швидкодіючий захист запобігає перевищенню максимального струму силового транзистора, а інтегральний захист, оцінюючи час ввімкненого стану силового транзистора та струм через нього, запобігає перегріву кристала. У системі захисту були використані польові транзистори з керуючим р-n переходом (JFET) з включенням по схемі генератора струму. Два таких генератора (Q2, Q3, R2 та Q4, Q5, R3) налаштовані на однаковий струм, включені послідовно. Відповідно, в середній точці напруга буде складати половину напруги живлення. Проте зміна напруги на шунті R5, включеного в силове коло, або інтегруючій ланці (RV2, C1) змінює напругу на затворах нижніх транзисторів (Q4, або Q5), в результаті чого напруга в середній точці теж буде змінюватись. Через еміттерний повторювач, виконаний на транзисторі Q1, вона потрапляє на вхід "R" тригера, та під час перевищення струму, або досягненні порогової напруги на конденсаторі C1 блокує тригер. Стабілітроном D1 задається поріг спрацьовування захисту. Транзистор Q6 потрібен для скидання інтегратора на етапі вимкненого стану силового транзистора.

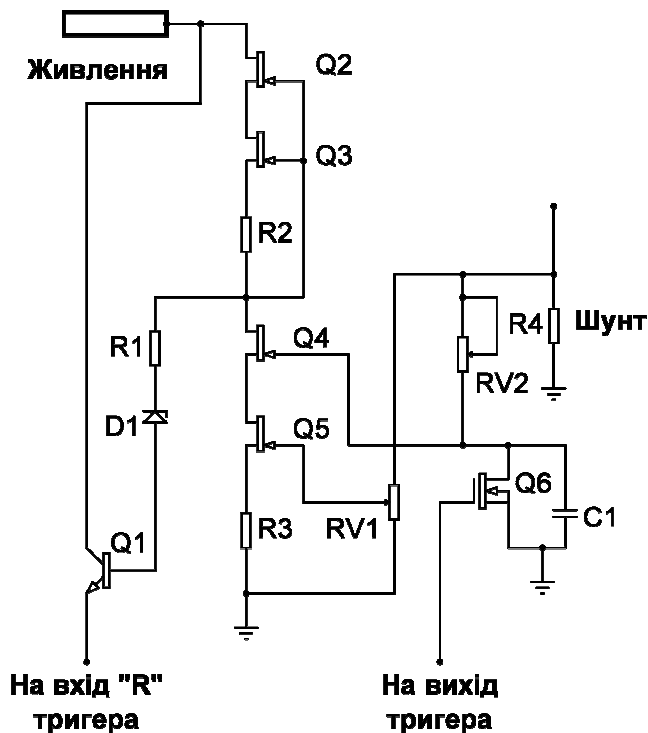


Рис. 3. Система захисту (швидкодіючий та інтегральний захист)

Загальна схема драйвера. Загальна схема драйвера (рис. 4) представлена разом з понижуючим ШПом. Останній зібраний на елементах Q10, L1, D5, C4 та RV3 як навантаження. Під час перевантаження схема переходить у режим стабілізації струму, формуючи таким чином спадаючу ВАХ. Ця властивість схеми може бути використана в зварювальних інверторах для формування падаючої вольт-амперної характеристики, або у перетворювачах частоти для запобігання кидка струму під час пуску двигуна.

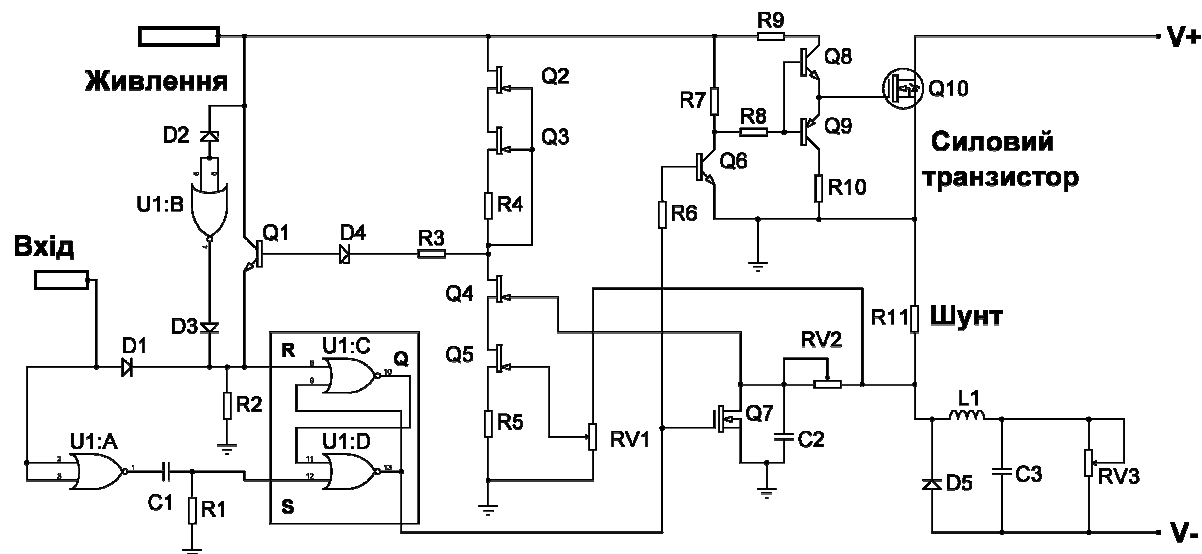


Рис. 4. Загальна схема драйвера з понижуючим ШПМ як навантаження

Висновки. Враховуючи потреби сучасної силової електроніки, було розроблено драйвер, що реалізує швидкий захист ключових транзисторів, має невелику кількість елементів та низьку вартість. Крім того, він не містить моточних елементів, а отже, може бути реалізований у вигляді однієї ІМС.

Список використаних джерел

1. Рогачёв К. Д. Силовые биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT) [Электронный ресурс] / К. Д. Рогачёв. – Режим доступа: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/publ/igbt/transistor.htm>.
2. Колпаков А. И. Обеспечение защиты от перегрузки в MOSFET драйверах [Электронный ресурс] / А. И. Колпаков. – Режим доступа: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/publ/igbt/protect.htm>.

УДК 621.383.51

О.А. Велігорський, канд. техн. наук

Чернігівський державний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ АЛГОРИТМІВ ОРІЄНТАЦІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Розглянуто основні типи сонячних трекерів, для яких побудовані залежності вихідної потужності фотоелектричної системи від часу доби, отримані за результатами аналітичних розрахунків та експерименту. Розраховано математично та перевірено експериментально ефективність одно- та двоосьових сонячних трекерів у порівнянні з фіксованою сонячною панеллю, встановлено, що одноосьовий трекер зі слідкуванням за азимутом Сонця є найбільш оптимальним за співвідношенням ефективності роботи та затрат на реалізацію.

Ключові слова: фотоелектричний перетворювач, ефективність, сонячний трекер.

Рассмотрены основные типы солнечных трекеров, для которых построены зависимости выходной мощности фотоэлектрической системы от времени суток, полученные по результатам аналитических расчетов и эксперимента. Рассчитано математически и проверено экспериментально эффективность одно- и двухосевых солнечных трекеров в сравнении с фиксированной солнечной панелью, установлено, что одноосевой трекер со слежением за азимутом Солнца является наиболее оптимальным в соотношении эффективности работы и затрат на реализацию.

The main types of solar trackers have been considered, the dependence of output power of photovoltaic systems on time of day have been obtained from the results of analytical calculations and experiment. The efficiency of single- and dual-axis solar trackers in comparison with a fixed solar panel calculated mathematically and verified by experiment. The result is shows that the single-axis tracker with azimuth-tracking of the Sun is the best in the ratio of efficiency and implementation costs.

Постановка проблеми. Однією з найбільш важливих проблем сучасної енергетики є проблема її джерел, так як споживання енергії у світі постійно зростає. Станом на кінець 2010 року загальна кількість споживаної енергії за рік склала 12 мільярдів тон у нафтовому еквіваленті [1]. Найбільш розповсюдженими на сьогодні постачальниками енергії є