

– выделение недостоверной и на основании оставшейся решение первой задачи.

Литература

1. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – М.: Издательство «Горячая линия – Телеком», 2002. – 382 с.
2. Терехов В.А., Ефимов Д.В., Тюкин И.Ю. Нейросетевые системы управления. – М.: Высшая школа, 2002. – 184 с.
3. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника. Теория и практика. – М.: Мир, 1992. – 240 с.

УДК 621.004.31

МОДУЛИ СОВРЕМЕННЫХ ТРАНЗИСТОРНО-ДИОДНЫХ СБОРОК

Липницкий А.С.

Научный руководитель – МИХАЛЬЦЕВИЧ Г.А.

Самым перспективным направлением создания современных силовых транзисторов являются комбинированные биполярно-полевые структуры, сочетающие принцип полевого управления и биполярный механизм переноса тока (рисунок 1). Наиболее распространен вариант конструкции, называемый биполярным транзистором с изолированным затвором, или **IGBT**. Базовая ячейка подобной конструкции представляет собой схему составного биполярного транзистора (БТ) и полевого транзистора (МОПТ). Монолитное исполнение **IGBT** произвело настоящую революцию в преобразовательной технике, значительно приблизив свойства силового транзистора к требованиям идеального ключевого элемента.

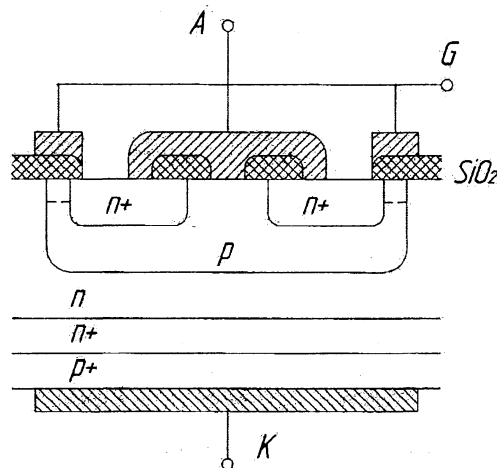


Рис. 1. Комбинированная биполярно-полевая структура

Однако актуальными задачами все еще остаются снижение остаточного падения напряжения на **IGBT** в проводящем состоянии и улучшение стойкости прибора к токовым и температурным перегрузкам. Биполярный *p-n-p*-транзистор, входящий в состав ячейки **IGBT**, невозможно перевести в режим насыщения: он принципиально остается в активном режиме. Это приводит к тому, что падение напряжения на открытом **IGBT** транзисторе составляет единицы вольт, уступая в несколько раз силовым биполярным транзисторам (БТ) и тиристорам. Кроме того, коллектор биполярного транзистора, входящий в базовую ячейку **IGBT**, и область истока полевого транзистора МОПТ необходимо шунтировать общей металлизацией для подавления активной работы паразитной

p-n-p-n-структуры, самопроизвольно включающейся в режимах перегрузки (эффект «защелкивания» в IGBT, приводящий к потере управляемости ключом).

Все эти проблемы требуют постоянного совершенствования технологий IGBT, главным направлением развития которых является изменение картины распределения профиля носителей в базовой области прибора (технология **Trench-Gate** с эффектами усиленной инжекции и накопления носителей). Однако подобные решения весьма дорогостоящи, технологически сложны и доступны только для мировых лидеров в области создания силовых приборов.

Примеры IGBT модулей изображены на рисунках 2–8.



Рис. 2. Одиночный IGBT (Single)

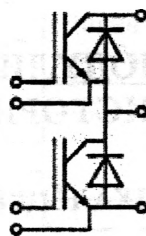
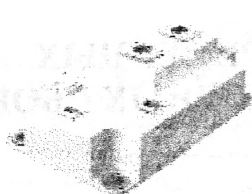


Рис. 3. Полумост IGBT (Half-Bridge)

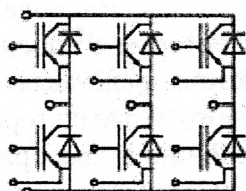
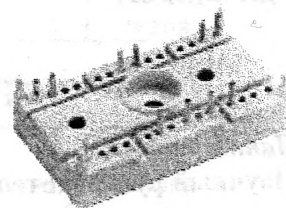


Рис. 4. Трехфазный IGBT мост (Six-Pack)

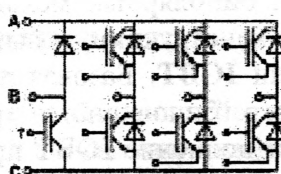
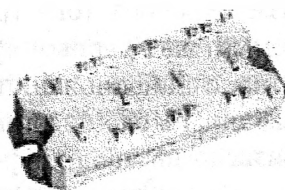


Рис. 5. Трехфазный IGBT мост с чоппером

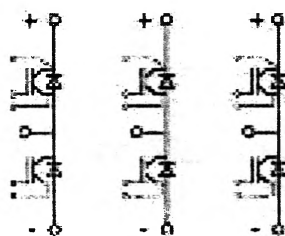
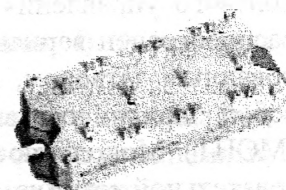


Рис. 6. Трехфазный IGBT мост с датчиком тока (температуры)

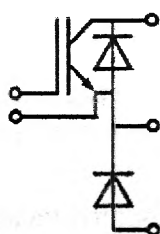
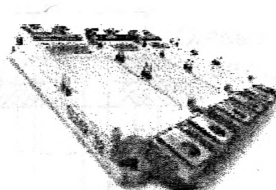


Рис. 7. Верхний IGBT чоппер

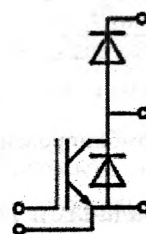
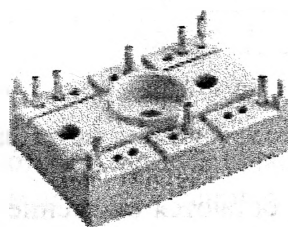
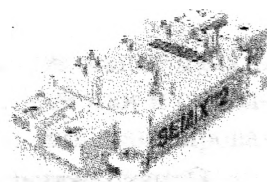


Рис. 8. Нижний IGBT чоппер



Чоппер защищает IGBT-модули от кратковременных перенапряжений при коммутации активно-индуктивной нагрузки.

Конструкция и параметры IGBT-модулей постоянно совершенствуются, повышается устойчивость и «живучесть» модулей при жестких условиях эксплуатации и в аварийных режимах. Однако как показывает опыт работы с потребителями, многие разра-

ботчики и изготовители аппаратуры не учитывают некоторые особенности этих приборов, что зачастую приводит к неправильной эксплуатации IGBT-модулей и выходу их из строя.

Выводы

Современные IGBT-модули – надежные и популярные силовые ключи, сочетающие в себе управляемость, высокое быстродействие и способность коммутировать большие токи.

Конструктивные особенности IGBT-модулей предъявляют дополнительные требования, которые необходимо учитывать при монтаже и эксплуатации в преобразовательных устройствах.

УДК 621.317.75

ЭКСПЕРИМЕНТЫ С ЦИФРОВЫМ ОСЦИЛЛОГРАФОМ С8-37 В ЛАБОРАТОРИИ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Воробьева А.Г., Гривицкий А.А., Калинина Л.А., Сонич М.А.
Научные руководители – КУЦЫЛО А.В., УСТИМОВИЧ В.А.

Цифровой осциллограф С8-37, использованный в настоящей работе, представляет собой двухканальный цифровой осциллограф с диапазоном частот исследуемых сигналов 100 МГц. Прибор регистрирует одиночные события с частотой выборки до 100 Мвыб/с на канал и повторяющиеся сигналы – до 10 Гвыб/с. Основные технические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные технические характеристики осциллографа С8-37

Полоса частот регистрируемых периодических сигналов	100 МГц
Диапазон исследуемых сигналов	0,002–40 В (250 В с делителя. 1:10)
Число каналов	2
Пределы основной погрешности измерений	
амплитудных параметров	±2 %
временных параметров	±1,5 %
Входной импеданс	1 МОм/25 пФ
Питание	220 В ± 10 %, 50–60 Гц

Осциллограф создан на основе новейших достижений электроники с применением современной элементной базы ведущих зарубежных фирм и технологии поверхностного монтажа. Программное обеспечение осциллографа С8-37, реализованное в операционной системе Windows-95, максимально ориентировано на работу с пользователем и обеспечивает управление режимами оцифровки, накопления, отображения и математической обработки измеряемых сигналов. Большое количество стандартных высокоэффективных программ может быть легко использовано в таком приборе для дополнительной обработки, документирования измерительной информации, построения графиков и т. д. Разнообразные измерения с помощью курсоров очень помогают в работе, результаты постоянно присутствуют в строке статуса.

Имеются большие возможности дополнительной математической обработки измерительной информации: усреднение, сглаживание измеряемых сигналов, интерполяция между отсчетами, спектральный анализ (прямое и обратное преобразования Фурье). Все текущие измерения автоматически фиксируются в рабочей области программы и снабжаются рабочими этикетками. Их можно затем просматривать, сохранять,