

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,

удалять, переименовывать, снабжать комментариями, вызывать ранее измеренные данные.

После изучения технического описания были проведены следующие опыты:

– Опробование работы осциллографа при подаче на его вход сигнала от встроенного источника прямоугольных импульсов частотой 1 кГц. Программное обеспечение прибора позволяет выводить зависимость поданой на вход величины от времени в форме графического изображения. Пример такого изображения представлен на рисунок 1.

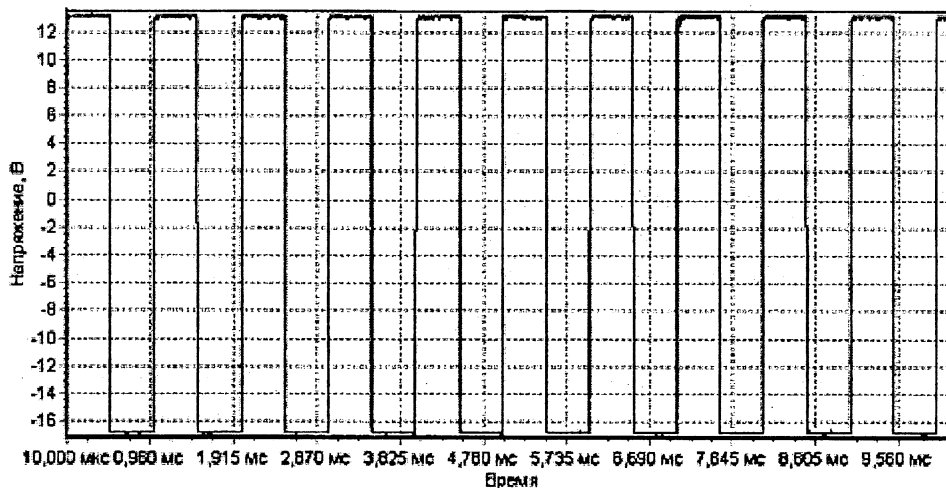


Рис. 1. Отображение сигнала от встроенного источника прямоугольных импульсов

– Определение погрешности осциллографа в режиме измерения гармонического сигнала. На осциллограф подавалось напряжение от генератора сигналов ГЗ-18. В качестве эталонного прибора был использован частотомер электронно-счетный ЧЗ-32.

Результаты измерения частоты и погрешность осциллографа приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты измерения частоты и погрешность осциллографа

| Напряжение, В | Частота, Гц | | Погрешность, % |
|---------------|-------------------|------------------|----------------|
| | осциллограф С8-37 | частотомер ЧЗ-32 | |
| 15 | 20,1 | 20,2 | 0,5 |
| 15 | 30,05 | 30 | -0,17 |
| 15 | 50,1 | 50,2 | 0,19 |
| 15 | 80,15 | 80,6 | 0,56 |
| 15 | 100 | 99,9 | -0,1 |
| 15 | 120,5 | 120,2 | -0,25 |

Как видно из таблицы погрешность измерения не превышает величин, указанных в паспортных данных ($\pm 1,5\%$).

– Исследование переходного процесса в цепи $R-C$. Схема цепи представлена на рисунке 2.

Параметры схемы: $R = 4000$ Ом, $C = 4$ мкФ. Выводы осциллографа подключены к точкам 1 и 2 (рисунок 2). На рисунке 2 показана упрощенная схема. В действительности цепь немного сложнее, так как для получения отображения самого переходного процесса необходимо выполнить синхронизацию с входным напряжением исследуемой цепи.

Графическое отображение процесса, воспроизводимое на экране осциллографа, не очень удобно для визуального восприятия (рисунок 1) и дальнейшей математической

обработки результатов. Поэтому результат выводим в виде матрицы (программное обеспечение позволяет это сделать). Фрагмент матрицы приведен на рисунке 3.

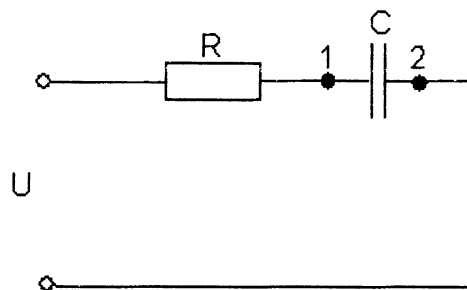


Рис. 2. Схема R-C цепи

| Время | Данные |
|--------|---------|
| 0,0158 | 0,03125 |
| 0,0156 | 0,03125 |
| 0,0154 | 0,03125 |
| 0,0152 | 0,03125 |
| 0,015 | 0,03125 |

Рис. 3. Фрагмент матрицы результатов

Дальнейшая обработка матрицы производится в приложении Excel пакета Microsoft Office. Результат обработки представлен на рисунке 4.

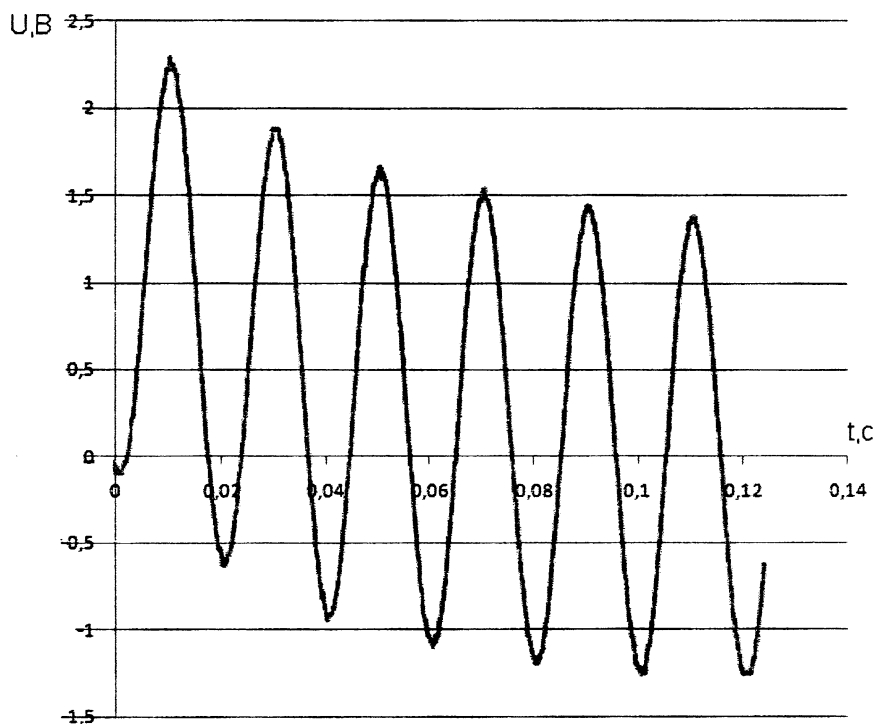


Рис. 4

С нашей точки зрения, осциллограф С8-37 является современным прибором который представляет широкие возможности для исследования как периодических, так и переходных процессов.