

УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Андруконис М.В., студент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Смирнова Н. А. – маг. техн. наук, старший преподаватель

В данной работе рассматривается проектирование универсального модульного измерительного комплекса, предназначенного для диагностики и ремонта радиотехнической аппаратуры. Комплекс объединяет в себе три независимых функциональных узла: прецизионный частотомер, цифровой вольтметр и измеритель эквивалентного последовательного сопротивления (ESR) с усиленной защитой. Особенностью разработки является использование независимой модульной архитектуры на базе микроконтроллеров семейства PIC, что обеспечивает высокую надежность, ремонтпригодность и электромагнитную совместимость измерительных каналов.

В основу архитектуры комплекса положен принцип функциональной независимости измерительных каналов. Система объединяет три обособленных модуля:

1. Канал измерения временных параметров реализован на базе микроконтроллера PIC16F628A. Благодаря наличию аппаратных таймеров и внешнего кварцевого резонатора на 16 МГц, модуль обеспечивает измерение частоты до 40 МГц и периода сигнала. Высокое разрешение в низкочастотной области достигается за счет алгоритма измерения длительности периода с последующим математическим пересчетом [1].

2. Канал вольтметрических измерений построен на базе 8-битного микроконтроллера PIC12F675 с использованием встроенного 10-битного аналого-цифрового преобразователя. Входной делитель напряжения позволяет контролировать уровни до 80 В постоянного тока с дискретностью 0,1 В.

3. Канал анализа параметров конденсаторов (C/ESR). Вычислительным ядром является PIC16F873A, работающий в паре с прецизионным операционным усилителем MCP6022. Особенностью блока является аппаратная защита, выдерживающая энергию разряда неразряженных емкостей до 10 Дж и напряжение до 500 В.

Визуализация данных осуществляется посредством четырехразрядных семисегментных LED-индикаторов. Применение светодиодных матриц гарантирует высокую контрастность и широкие углы обзора в лабораторных условиях. С целью минимизации количества используемых портов ввода-вывода микроконтроллеров и снижения энергопотребления, в схемах реализована динамическая индикация [2]. В модуле вольтметра управление разрядами осуществляется через сдвиговый регистр 74НС595, в частотомере – через дешифратор 74НС138. В измерителе C/ESR применена посегментная индикация с прямой адресацией от портов микроконтроллера, что позволило исключить дополнительные транзисторные ключи и резисторы.

В ходе проектирования был проведен комплексный расчет эксплуатационных характеристик устройства. В первую очередь была решена проблема электромагнитной совместимости и взаимного влияния цифровых узлов и чувствительных аналоговых трактов: это достигнуто за счет гальванической развязки и пространственного разделения плат. Для исключения помех по шинам питания в каждом модуле установлены локальные фильтрующие цепи. Помимо этого, была оценена виброустойчивость системы. Расчетная собственная частота печатных плат составила 425 Гц, что полностью исключает возникновение резонансных явлений при воздействии стандартных промышленных вибраций частотой 50 и 100 Гц. Также был выполнен тепловой расчет, показавший, что при суммарном тепловыделении компонентов порядка 0,1 Вт температура внутри корпуса не превышает 50 °С. Это обеспечивает запас по термической надежности более чем в 2,5 раза относительно предельных температур используемой элементной базы.

Разработанный измерительный комплекс подтвердил эффективность модульного подхода к проектированию лабораторного оборудования. Достигнутые показатели надежности (наработка на отказ более 280 000 часов) в сочетании с высокой ремонтпригодностью и доступной стоимостью элементной базы позволяют рекомендовать устройство для широкого внедрения в практику сервисных центров по ремонту радиотехнической аппаратуры и учебных лабораторий.

Список использованных источников:

1. PIC16F627A/628A/648A Data Sheet. 8-pin Flash-based, 8-bit CMOS Microcontrollers [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.microchip.com>.
2. FYQ-3641AX-00 Datasheet. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/684105/FORYARD/FYQ-3641AX-00.html>.