

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ PROTEUS VSM ПРИ РАЗРАБОТКЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

А. В. ВЕСЕЛОВ

Белорусская железная дорога, г. Полоцк

В. Г. ШЕВЧУК, С. В. КИСЕЛЕВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Устройства технологической электросвязи (УТС) Белорусской железной дороги относятся к потребителям особой группы электроприемников первой категории электроснабжения. Для электроснабжения особой группы электроприемников первой категории должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания. В качестве независимого источника питания в хозяйстве сигнализации и связи применяются источники вторичного электроснабжения (ИВЭ) 24, 48, 60 В с аккумуляторными батареями (АКБ) различных типов. В настоящее время основным типом АКБ в ИВЭ УТС являются необслуживаемые свинцовые АКБ с номинальным напряжением 12 В. Основным методом контроля текущего состояния АКБ при периодическом техническом обслуживании персоналом дистанций сигнализации и связи (ШЧ) является контроль остаточной (фактической) емкости при проведении контрольного разряда/заряда. По величине остаточной емкости производится оценка технического состояния батареи и степень деградации ее элементов, на основании чего составляются перспективные планы замены АКБ.

Измерение фактической емкости АКБ согласно требованиям нормативной документации производится путем контрольного разряда АКБ в течение 10 часов постоянным током при постоянном контроле напряжения на АКБ. При ручном режиме тестирования измерения напряжения и тока производятся ежечасно, в последний час разряда – каждые 15 минут, а при достижении определенного значения напряжения (11,3 В для АКБ с номинальным напряжением 12 В) непрерывно с фиксацией результатов тестирования. После окончания тестирования результаты работы оформляются протоколом на каждую батарею. Очевидно, что для исправных, полностью заряженных АКБ, цикл тестирования составляет не менее 10 часов, без учета времени на подготовку схемы тестирования, восстановления рабочей схемы питания после окончания тестирования и оформления результатов контрольного разряда, что значительно превышает установленную продолжительность рабочего времени 8 часов для линейного персонала ШЧ. Кроме того, необходимость периодического измерения параметров на первом и втором этапах тестирования не позволяет отвлекать персонал на длительное время для проведения других работ по обслуживанию устройств связи. Таким образом, становится очевидным необходимость использования автоматических разрядных устройств, позволяющих минимизировать промежуточные операции при проведении тестирования АКБ обслуживающим персоналом. Использование подобных устройств для контроля остаточной емкости разрешено действующей нормативной документацией по обслуживанию устройств электропитания на Белорусской железной дороге.

Промышленные устройства, позволяющие автоматизировать процесс разряда, которые обеспечивают постоянное значение разрядного тока в течение всего цикла разряда, имеют высокую стоимость, представлены исключительно зарубежными изделиями. Наряду с высокой стоимостью подобные устройства, как правило, предназначены для проверки батарей номинальным напряжением только 12 В, имеют дискретную регулировку разрядного тока и не производят фиксацию промежуточных результатов измерений для возможности последующего формирования протоколов установленной формы.

Для реализации возможностей автоматизации процесса тестирования АКБ была выполнена разработка автоматизированного разрядного устройства, позволяющего производить одновременное тестирование пяти АКБ напряжением от 2 до 12 В каждая с обеспечением индивидуальной стабилизации разрядного тока каждого аккумулятора, непрерывным контролем напряжения на каждом элементе, подсчетом остаточной емкости. Результаты непрерывного контроля каждой АКБ фиксируются на съемной карте памяти.

Современные технологии проектирования радиоэлектронной аппаратуры базируются на сквозном применении систем автоматизированного проектирования (САПР) на всех стадиях разработки, начиная от этапа схемотехнического проектирования и заканчивая этапом технологической подготовки производства. Подобные системы включают в себя средства моделирования электрических схем, ориентированные на использование SPICE-моделей, которые позволяют исследовать работу электронного устройства еще до того, как оно будет воплощено в «железе». SPICE-модель электронного компонента (от англ. Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) представляет собой систему уравнений с определенным набором параметров, зависящих от типа компонента, геометрических и электрических параметров.

Отладка в виртуальной среде позволяет избежать целого ряда проблем, которые при работе на реальном оборудовании могли бы иметь фатальные последствия для оборудования.

На этапе проектирования автоматизированного разрядного устройства для тестирования АКБ было принято решение о создании модульного устройства. Функции одновременного тестирования каждого из пяти аккумуляторов возлагаются на отдельный, независимый модуль со своим управляющим микроконтроллером в котором выполнялась обработка результатов измерений и анализ аварийных ситуаций. Управление работой всего устройства, задание параметров тестирования, формирование конечных результатов измерений осуществляются при помощи модуля управления и индикации. Взаимодействие между блоками производится по шине I2C.

В качестве среды разработки была выбрана система проектирования Proteus VSM. Программный пакет Proteus VSM позволяет собрать схему электронного устройства и симулировать его работу, выявляя ошибки, допущенные на стадии аппаратного и программного проектирования, выполнять разработку печатных плат, с автоматическим размещением компонентов на плате. Proteus VSM включает в себя более 6000 моделей электронных компонентов с возможностью экспорта моделей из других систем проектирования.

Существенным недостатком среды Proteus VSM является отсутствие поддержки многоядерной архитектуры процессоров современных компьютеров, что накладывает существенные ограничения на сложность моделируемых схем. Особенно данный недостаток проявляется при необходимости симуляции электронных схем с наличием моделей реальных элементов с нелинейными характеристиками. Симуляция модели разрядного устройства, состоящей из всех шести модулей, на компьютере с процессором Intel Core i7-6700HQ и оперативной памятью 8 Гбайт имеет в среднем соотношение время модели к реальному времени примерно 1:50, т. е. 1 секунда модельного времени рассчитывалась в течение 50 секунд машинного времени. Отладка аппаратной части и программного обеспечения в таком режиме занимала непозволительно длительное время.

С целью ускорения разработки и отладки программно-аппаратной части устройства было применено несколько методов.

1 На этапе разработки и отладки общих алгоритмов работы модулей, не связанных с измерением и обработкой результатов измерений, из схем были исключены все аналоговые нелинейные элементы (транзисторы, диоды и т. д.). Релейные элементы были заменены идеальными коммутирующими элементами с ручным управлением, не имеющими переходных характеристик. Элементы индикации и цепи управления реле были заменены идеальными светодиодами.

2 На этапе отладки алгоритмов измерения и обработки аналоговых параметров АКБ измеряемые параметры задавались непосредственно перед началом симуляции в ручном режиме, а изменялись во время работы после постановки симуляции на паузу, что позволяло избежать производительных потерь времени на расчет параметров переходных процессов в цепях. Сами АКБ представлялись набором идеальных сопротивлений и источников напряжения.

3 Отладка протокола межблочного обмена представляла собой модель из 6 микроконтроллеров, объединённых между собой по шине I2C. Формирование блоков данных производилось путем ввода в программный код временных функций, возвращающих формализованные данные без их фактического измерения и обработки.

Всего на этапе разработки устройства было использовано порядка 15 моделей различной степени детализации. Вышеперечисленные методы позволили производить отладку аппаратной части и программного обеспечения фактически в режиме реального времени.

На основании данных, полученных на всех этапах электронного моделирования, был изготовлено действующее устройство автоматизированного тестирования аккумуляторных батарей, которое используется в производственной деятельности Полоцкой дистанции сигнализации и связи с 2019 года. Внедрение данного устройства позволило обеспечить снижение трудозатрат при обслуживании источников вторичного электроснабжения устройств связи на 113,8 часов в год.

УДК 621.395: 621.372.81

РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ IP-ТЕЛЕФОНИИ В ЗДАНИИ УПРАВЛЕНИЯ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

М. О. ВОЛЫНЦЕВИЧ

Министерство обороны Республики Беларусь, г. Минск

В. Г. ШЕВЧУК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время средства связи являются одной из основных составляющих современной преуспевающей экономики и динамического общества. Для организации надежной связи во всем мире прилагаются значительные усилия по разработке новых цифровых коммутационных систем связи. Необходимо, чтобы цифровая система была современной [1].

Основным вектором развития цифровых АТС в настоящее время является внедрение технологий IP-телефонии [2]. IP-телефония – технология, позволяющая использовать Интернет или другую IP-сеть в качестве средства организации и ведения международных телефонных разговоров и передачи факсов в режиме реального времени. При разговоре наши голосовые сигналы (слова, которые мы произносим) преобразуются в сжатые пакеты данных. После эти пакеты данных посылаются через Интернет другой стороне. Когда пакеты данных достигают адресата, они декодируются в голосовые сигналы оригинала [3]. В обычном телефонном звонке подключение между обоими собеседниками устанавливается через телефонную станцию исключительно с целью разговора. Голосовые сигналы передаются по определённым телефонным линиям через выделенное подключение. На рисунке 1 представлена простейшая схема построения IP-телефонии [4].

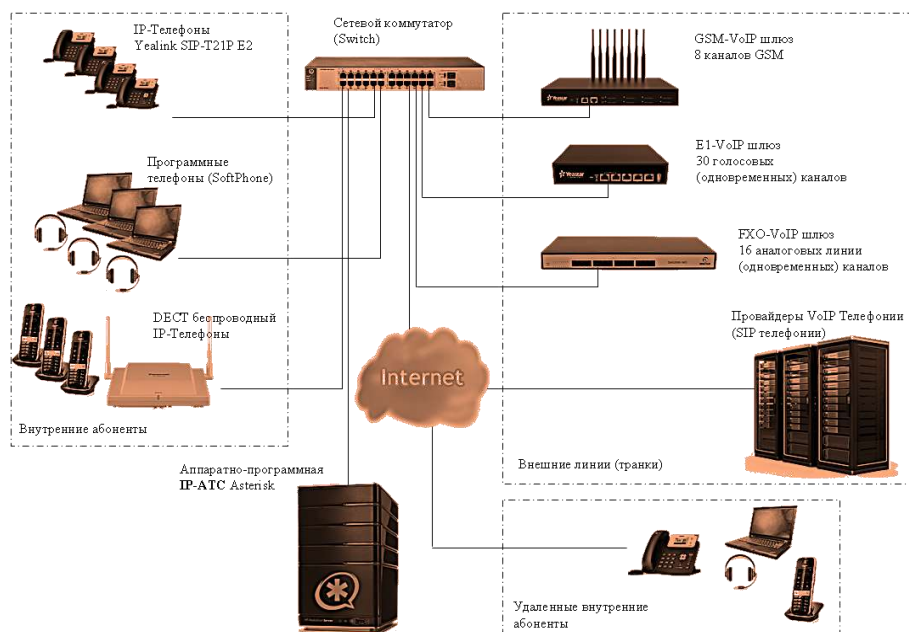


Рисунок 1 – Схема построения IP-телефонии

В настоящее время в здании управления Белорусской железной дороги реализована система связи, которая физически и морально устарела. В ходе длительной эксплуатации электромеханики связи столкнулись с проблемой ремонта и обслуживания АТС: запчасти, телефонные аппараты и