

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

В статье приведен обзор современных пакетов прикладных программ, предназначенных для моделирования электронных компонентов компьютеризированных систем. Показана возможность моделирования и анализа параметров функционирования электронного устройства в среде Proteus на примере разработки модели электронного однофазного счетчика электрической энергии. Рассмотрена функциональная схема современного прибора учета электроэнергии, блок-схемы моделирования его отдельных элементов, их входные и выходные сигналы.

Ключевые слова: анализ, компьютерное моделирование, функциональная диагностика, дистанционный контроль, электронные компоненты, электронный счетчик.

А.М. ГЕРГАЛО, Ю.О. ЛЕБЕДЕНКО, Г.В. РУДАКОВА
Херсонський національний технічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ

В статті приведений огляд сучасних пакетів програм, призначених для моделювання електронних компонентів комп'ютеризованих систем. Показана можливість моделювання та аналізу параметрів функціонування електронного обладнання в середовищі Proteus на прикладі розробки моделі електронного однофазного лічильника електричної енергії. Розглянута функціональна схема сучасного пристрою обліку електроенергії, блок-схеми моделювання його окремих елементів, їх вхідні та вихідні сигнали.

Ключові слова: аналіз, комп'ютерне моделювання, функціональна діагностика, дистанційний контроль, електронні компоненти, електронний лічильник.

A.N. HERHALO, Y.A. LEBEDENKO, G.V. RUDAKOVA
Kherson National Technical University

SIMULATION OF THE COMPUTERIZED SYSTEMS ELECTRONIC COMPONENTS

The article provides an overview of modern software packages designed for modeling computerized systems electronic components. The possibility of modeling and analysis of the electronic device operation parameters, for example, a modeling of the electronic single-phase electricity meter, at the Proteus is described. The functional scheme of modern electricity meters, flowchart of simulation its elements, all input and output signals.

Keywords: analysis, computer simulation, functional diagnostics, remote control, electronic components, electronic meter.

Постановка проблемы

В последнее время в связи с повсеместным внедрением интегрированных автоматизированных систем управления распределенными техническими и пользовательскими комплексами возникает потребность в разработке систем дистанционного контроля и управления, базирующихся на использовании современного телекоммуникационного оборудования. Для анализа надежности функционирования различных электронных компонентов компьютеризированных систем необходимо использовать методы дистанционной диагностики.

Анализ работы элементов автоматизированных систем управления и/или контроля заключается в сравнении экспериментально измеренных параметров их функционирования с образцовыми значениями, который могут быть получены на основе моделей или от эталонных приборов.

Анализ последних исследований и публикаций

Для моделирования работы электронных компонентов широко используются методы теории графов, теории конечных автоматов, теории массового обслуживания, теории электрических и магнитных цепей, и другие. Теория графов используется для описания структурных связей и отношений между объектами в различных физических системах на основе геометрического подхода к изучению объектов [1]. Конечные автоматы позволяют строить модели систем и анализировать их поведение с позиции состояний и переходов [2]. Теория электрических и магнитных цепей основывается на анализе физических процессов, протекающих на всех участках электронной схемы [3]. Теория массового обслуживания целиком базируется

на теории вероятности и методах математической статистики. Модели систем массового обслуживания позволяют анализировать различные потоки событий в системе [4].

Для проведения компьютерного моделирования работы электронных компонентов можно использовать различные по сложности и возможностям профессиональные пакеты прикладных программ, такие как: Electronics Workbench, MatLab, VHDL, Proteus и другие. Во всех пакетах предусмотрено наличие библиотек, включающих в себя большой набор моделей различных элементов систем, с возможностью создания моделей новых компонентов или подключения дополнительных библиотек.

Система схематехнического моделирования Electronics Workbench предназначена для моделирования и анализа электрических схем постоянного, и переменного тока. Пакет Electronics Workbench позволяет исследовать переходные процессы в цифро-аналоговых и цифровых схемах различной степени сложности при воздействии входных сигналов различной формы, а также анализировать параметры их функционирования [5].

Система компьютерного моделирования MatLab представляет собой универсальную, интерактивную систему для выполнения инженерных и научных расчетов, ориентированную на работу с большими массивами данных. Программа обладает широкими возможностями не только для работы с сигналами расчета, проектирования и анализа всевозможных характеристик (частотных, импульсных, переходных) аналоговых и цифровых схем, но и для моделирования разнообразных систем благодаря наличию постоянно расширяющихся библиотек компонент [6].

Язык программирования VHDL является базовым языком при разработке аппаратуры современных вычислительных систем. Он может использоваться на этапах проектирования, верификации, синтеза и тестирования аппаратуры, разработке вычислительных систем любой сложности – микросхема, плата, устройство, ЭВМ, комплекс [7].

Программное средство Proteus – это среда для проектирования и отладки электронных устройств, в т.ч. выполненных на основе микроконтроллеров различных семейств. Позволяет изображать схемы в графическом редакторе, моделировать их работу и разрабатывать печатные платы, включая трехмерную визуализацию их сборки. Уникальной чертой среды Proteus является возможность эффективного моделирования работы разнообразных микроконтроллеров и отладки микропрограммного обеспечения, удобные средства визуализации, возможности имитации подключения реальных измерительных приборов и устройств [8].

Формулирование цели исследования

Целью исследований является разработка модели электронного оборудования и проведение компьютерных экспериментов в программной среде Proteus для анализа параметров функционирования приборов с учетом возможных неисправностей.

Основная часть

Электронное оборудование компьютеризированных систем представляет собой по сути аналогово-цифровые устройства, в состав которых зачастую включаются микропроцессорные средства. Рассмотрим возможность анализа функционирования электронных устройств в программной среде Proteus на примере моделирования электронного однофазного счетчика электрической энергии.

Современные электронные приборы учета электроэнергии осуществляют цифровую обработку сигналов, измеренных датчиками, с помощью адаптивных алгоритмов, реализованных в специализированных микроконтроллерах (рис. 1), и обладают возможностью подключения через телекоммуникационные тракты к удаленному диспетчерскому пункту [9].

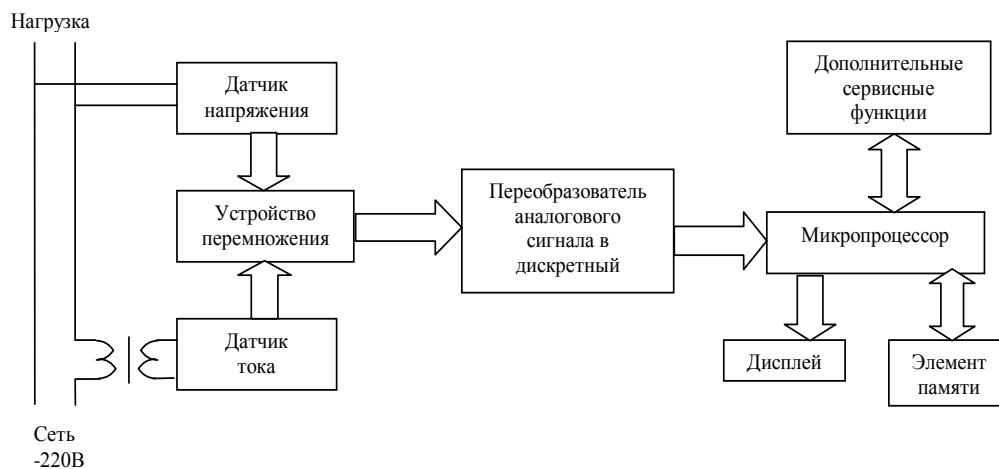


Рис. 1. Структурная схема электронного счетчика электрической энергии

С помощью стандартных библиотек пакета Proteus можно составить фрагменты схемы моделирования типовых элементов, для которых достаточно указать номиналы в интерфейсных окнах задания параметров. Для составления схемы модели специализированного микроконтроллера необходимо учитывать особенности его функционирования (рис. 2).

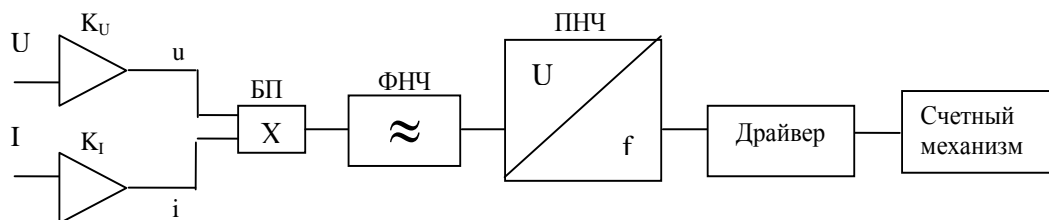
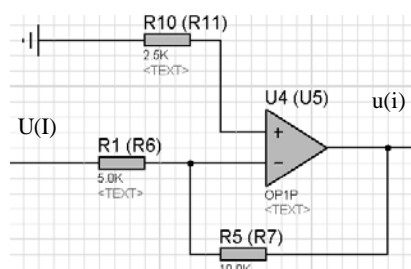
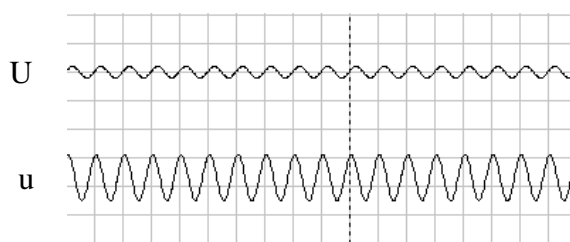


Рис. 2. Функциональная схема счетчика электрической энергии

Нормирующие усилители K_U и K_I предназначены для преобразования выходного сигнала датчиков U и I в нормированные аналоговые сигналы по напряжению u или току i . На схеме моделирования блока усиления сигналов от датчиков по току и напряжению реализуются однотипно в виде фрагмента схемы приведенного на рис. 3а. Сигналы до и после преобразования приведены на рис. 3б.



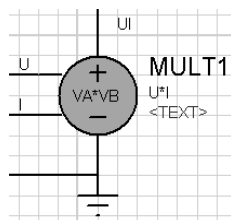
а) блок схема модели нормирующего усилителя



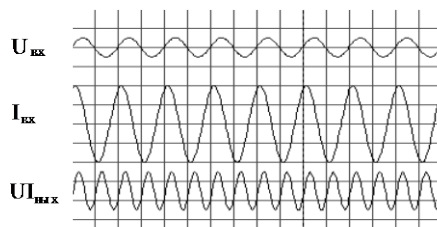
б) входные и выходные сигналы

Рис. 3. Нормирующий усилитель сигналов

Блок перемножения сигналов БП предназначен для получения мгновенного значения мощности $P(t) = u(t) \cdot i(t)$. Условное графическое изображение блока перемножения показано на рис. 4а, входные и выходные сигналы – на рис. 4б.



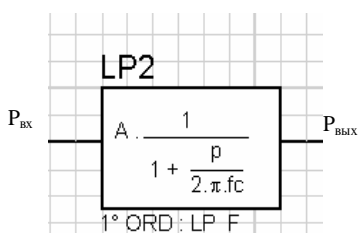
а) графическое обозначение



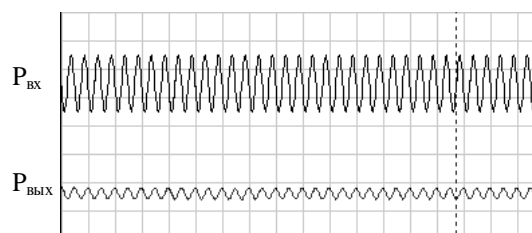
б) сигналы: входные – U, I; выходные - U²

Рис. 4. Блок перемножения сигналов

Для очистки сигнала от флуктуальных помех используют фильтр нижних частот (ФНЧ), который реализуется посредством в блоке с заданной передаточной функцией (рис 5а). Сигналы до и после фильтрации показаны на рис. 5б.



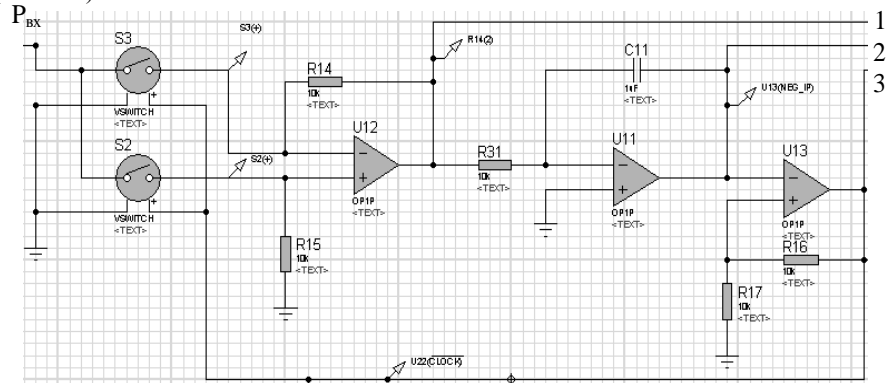
а) блок модели



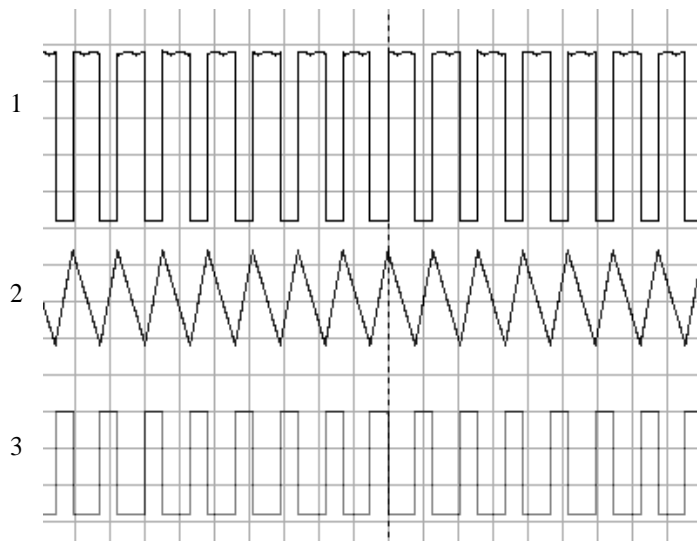
б) сигналы

Рис. 5. Фильтр нижних частот

Преобразователь напряжения в частоту можно реализовать с использованием ключей и каскадного включения операционных усилителей, которые осуществляют ряд промежуточных преобразований (усиление, интегрирование).



а) блок схема модели



б) сигналы в схеме

Рис. 6. Моделирования преобразователя напряжения в частоту

Для моделирования специализированного микропроцессора, который осуществляет непосредственное вычисление измерений мощности, можно использовать микропрограммные компоненты из библиотек пакета Proteus и блок шагового двигателя для имитации механической части счетчика, соединенные как показано на рис. 7.

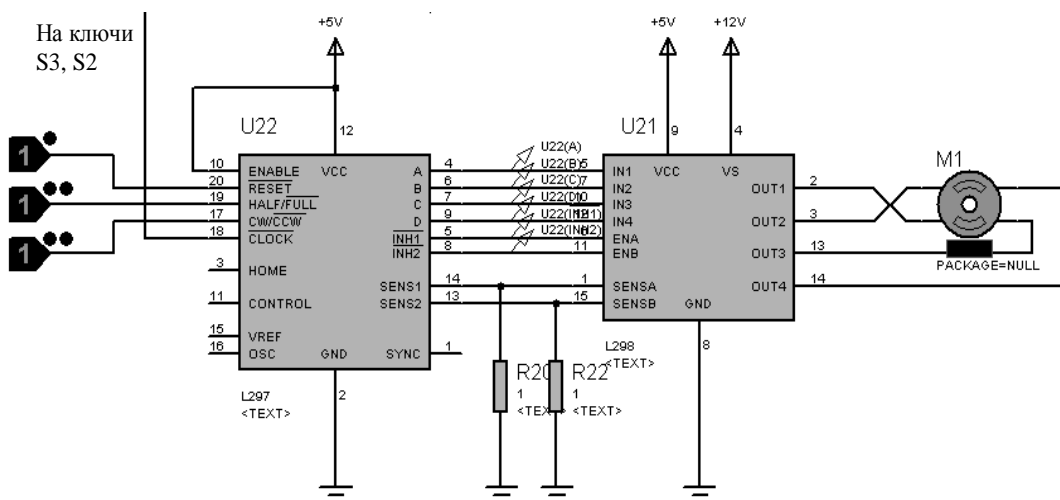


Рис. 7. Блок-схема модели счетного устройства

Объединение моделей рассмотренных блоков в общую схему согласно функциональной схеме счетчика электрической энергии (см. рис 2) позволяет получить схему моделирования в среде Proteus для анализа эффективности функционирования прибора учета в различных условиях: с различным сдвигом фаз между током и напряжением, с зашумленным сигналом, с различными номиналами компонент схемы.

Выводы

При разработке модели однофазного электронного счетчика электрической энергии в специализированной программе Proteus большая часть компонент схемы была реализована с использованием стандартных библиотечных модулей. Для проведения моделирования работы прибора необходимо предварительно откалибровать схему (подобрать параметры элементов схемы).

В среде Proteus достаточно просто осуществлять моделирование и проводить анализ функционирования электронного оборудования, как с исправными, так и с поврежденными программными и аппаратными компонентами, что открывает возможность разрабатывать и отлаживать методы и средства дистанционной диагностики с использованием компьютерных моделей.

Список использованной литературы

1. Пронькин Ю.С. Элементы теории графов и их технические приложения. / Ю.С Пронькин, Ю.А. Егоров. – Уч.-метод. пособие для студентов технических специальностей. Тверь, 2007. – 57 с.
2. Брауэр В. Введение в теорию конечных автоматов /В. Брауэр. – М.: Радио и связь, 1987. – 392 с.
3. Буль Б.К. Основы теории и расчета магнитных цепей. / Б.К. Буль. М. – Л.: Энергия, 1964. – 464 с.
4. Павский В.А. Теория массового обслуживания: Учебное пособие /В.А. Павский; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2008 – 116с.
5. Чернышов Н.Г. Моделирование и анализ схем в Electronics Workbench: Учебно-методическое пособие / Н.Г. Чернышов, Т.И. Чернышова. – Тамбов, 2005 – 52 с.
6. Лазарев Ю.Ф. Начала программирования в среде MatLab: Учебное пособие / Ю.Ф. Лазарев. – К.: НТУУ «КПИ», 2003. – 424с.
7. Ивченко В.Г. Применение языка VHDL при проектировании специализированных СБИС: Учебное пособие / В.Г. Ивченко. Таганрог, 1999. – 80с.
8. Карлащук В.И. Моделирование в среде Proteus / В.И. Карлащук. – М.: РУДН, 2009. – 256 с.
9. Опадчий Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника / Ю.Ф. Опадчий, О.Л. Глудкин, А.И. Гуров. – М.: «Горячая Линия – Телеком», 2000. – 763 с.