

сельскохозяйственных потребителей и тарифы на электроэнергию. «Энергетика и ТЭК», №12, 2010. с. 14–17.

4. «Программа создания в республике в 2006-2012 годах автоматизированной системы контроля и учета электрической энергии» Утверждена Министром энергетики Республики Беларусь и Председателем военно-промышленного комитета Республики Беларусь 28.08.2008 г.

5. Положение «Об отраслевом рекомендуемом перечне средств коммерческого учета электрической энергии». Утверждено зам. Министра энергетики Республики Беларусь 29.04.2005 г.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ ВКЛЮЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ**

Булыга П. И., Бородина М. И., Матвеев И.П., к.т.н., доцент  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», г. Минск, РБ*

Энергосбережение с каждым годом становится все более актуальной проблемой. Ограниченность энергетических ресурсов, высокая стоимость энергии, негативное влияние на окружающую среду, связанное с её производством, все эти факторы говорят о том, что разумней снижать потребление энергии, нежели постоянно увеличивать её производство.

Сохранение энергии – наиболее перспективный путь к решению проблем нехватки энергетических ресурсов для производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Для увеличения производства продукции сельское хозяйство должно развиваться, интенсивно используя индустриальные технологии, а этот процесс неразрывно связан с возрастанием потребления энергии. Поэтому в современных условиях вопрос экономии топливно-энергетических ресурсов очень важен.

Одним из направлений решения задачи энергосбережения является снижение энергетических потерь при работе исполнительных устройств технологических линий за счет более рационального управления ими. Способов такого управления существует достаточно много. Но важно в каждом конкретном случае проанализировать схему управления, а сделать это удобнее всего без применения

дополнительных ресурсов, например, с использованием компьютера и современного программного обеспечения.

В настоящее время большое значение приобрели методы математического моделирования и исследования электронных устройств на компьютере. Например, такие системы как Micro-Cap, Electronic WorkBench, MathLab, Proteus.

В данной работе в среде Micro-Cap проводилось моделирование схемы выключателя электродвигателя, управляемой светом и проверка работоспособности спроектированного устройства (рис. 1).

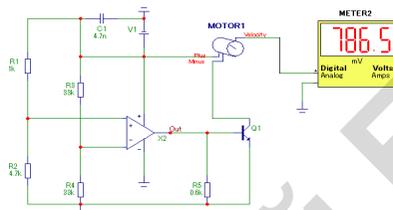


Рис. 1. – Схема включения электродвигателя, управляемая светом

В этой схеме КМОП операционный усилитель (ОУ) используется в качестве компаратора, который сравнивает два входных напряжения и переключается в состояние высокого или низкого напряжения в зависимости от того, какое из входных напряжений больше.

Инвертирующий вход ОУ подключен к опорному напряжению, создаваемому на делителе  $R3/R4$  и равному примерно половине напряжения питания. Неинвертирующий вход ОУ подключен к делителю напряжения, составленному из фоторезистора  $R1$  на основе сульфида кадмия и резистора  $R2$ . Сопротивление фоторезистора изменяется в зависимости от освещенности, так что интенсивность света проявляется изменением сопротивления и соответственно напряжения на выводе неинвертирующего входа ОУ. Уровень освещенности, при котором происходит включение схемы, настраивается потенциометром  $R2$ .

Когда напряжение на неинвертирующем входе ОУ становится больше, чем на инвертирующем входе ОУ, происходит переключение, и на выходе ОУ устанавливается высокий уровень сигнала, что видно на временных диаграммах (рис.2). Выход ОУ непосредственно связан с базой транзистора  $Q1$ . Этот транзистор, который включает или выключает электродвигатель, используется как усилитель слабого тока.



Рис.2. – Временные диаграммы (зависимость напряжения от времени) схемы выключателя электродвигателя

Смоделированная схема включения электродвигателя, управляемая светом, показала свою работоспособность, что позволило отладить работу схемы на этапе проектирования и, таким образом, без дополнительных затрат позволит реализовать устройство.

Другим направлением в разработке электронных схем включения электродвигателя является использование микроконтроллеров, например, микроконтроллеров AVR фирмы ATMEL, которые представляют собой современные высокопроизводительные и экономичные встраиваемые контроллеры многоцелевого назначения, с помощью которых возможно реализовать оптимальные (энергосберегающие) режимы работы электродвигателей.

Для проведения компьютерного моделирования была использована программа Proteus v7.7.

Контроллер управляет работой электродвигателя постоянного тока, используя широтно-импульсную модуляцию (ШИМ), то есть осуществляет управление средним значением напряжения, подаваемого на двигатель, путем изменения скважности импульсов, формируемых схемой управления.

Проверяется работа собранной схемы в соответствии с разработанной программой.

Проводится компиляция программы и создание нового файла с расширением hex. Такой hex файл необходим для прошивки реального микроконтроллера или для симуляции работы микроконтроллера в программе Proteus. В процессе эмуляции визуально наблюдаем вращение электродвигателя и управление скоростью вращения.

Таким образом, используя программы Micro-Cap и Proteus, появляется возможность достаточно легко, с наименьшими материальными и временными затратами, спроектировать электронную схему, включающую в том числе микроконтроллер AVR, провести её отладку и разводку платы. И только потом создавать реальное устройство, зная, что оно работоспособно. Управление исполни-

тельными устройствами с использованием микроконтроллеров приводит к снижению энергетических потерь за счет рационального управления.

#### Литература

1. Амелина М.А., Амелин С.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap 8 // Горячая линия – Телеком – 2007 – с. 464.
2. Матвеев И.П. Методика применения программы схемотехнического моделирования Micro-Cap в учебном процессе // Информатизация образования, №1, с. 44–54, 2012г.
3. Граф Р., Шиитс В. Энциклопедия электронных схем // М.: ДМК-пресс – 2010 – с.280.

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ РЕГУЛИРУЕМОГО ВЗАИМОСВЯЗАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

Равинский Н.А., Петрович В.Л., ст. преподаватель  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», г. Минск, РБ*

На сегодняшний день линии первичной переработки льносырья, установленные на льнозаводах Республики Беларусь не обеспечивают достаточный уровень выхода длинного волокна, а также его качества из общей массы переработанной тресты.

Основными причинами малого выхода длинного волокна служат, во-первых, низкое качество поставляемой тресты на предприятия первичной переработки льна, а во-вторых, из-за обработки сырья на морально и технически устаревших машинах и агрегатах.

В сложившейся ситуации увеличения выхода длинного волокна и его качества можно достичь, произведя модернизацию технологических линий по переработке льносырья. Причем закупать новые зарубежные линии большинству предприятий не под силу, поэтому гораздо выгоднее произвести модернизацию существующего оборудования, адаптировав машины технологических линий к обработке поставляемого на сегодняшний день льносырья на заводы.

В первую очередь следует обратить внимание на заключительное звено в линии первичной переработки льносырья – на мяльно-трепальных агрегат. По данным [1] именно здесь при обработке сырья в отходы попадает более 50% волокна, содержащегося в тресте.