

**РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭКСПЕРИМЕНТА  
ДЛЯ ПРОВЕРКИ АДЕКВАТНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ  
ПРОЦЕССА КОММУТАЦИИ ПОСТОЯННОГО  
И ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ**

**Д. В. Дудник**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель П. П. Изотов

Телемеханическая система УТУ-4М предназначена для управления наружным (уличным) каскадным освещением города. Система состоит из диспетчерского пульта и исполнительных пунктов, расположенных в шкафах наружного освещения.

Оператор при помощи диспетчерского пульта посылает команды исполнительным пунктам, которые при получении команды отключают освещение или включают вечернее либо ночное освещение. После выполнения команды исполнительный

пункт выставляет на линию связи ответ о выполнении или не выполнении принятой команды. Ответ находится на линии связи до следующей команды. Этот ответ состоит из сигнала переменного и постоянного (положительного и отрицательного) напряжений.

Чтобы принять команду исполнительный пункт телемеханической системы следит за током в линии связи при помощи датчика тока. Как только ток становится равным нулю, исполнительный пункт убирает напряжение ответа с линии связи. После паузы в 100 мс переходит в режим приема и выполнения команды, которое длится 300 мс [1].

При модернизации исполнительного пункта, выполненного на элементах релейной автоматики, использовались оптоэлектронные элементы, которые позволяют улучшить массогабаритные и энергетические показатели. В исполнительном пункте, выполненном на элементах релейной автоматики, кратковременное пропадание тока не влияло на работу исполнительного пункта, а в исполнительном пункте, выполненном на оптоэлектронных элементах, кратковременное пропадание тока может привести к сбою в работе устройства.

Теоретическое исследование влияния на сигнал датчика тока подключением переменного напряжения наряду с уже подключенным постоянным напряжением показало, что включение переменного сигнала с определенным фазовым сдвигом приводит к кратковременному пропаданию тока в линии связи. В теоретическом исследовании использовалась упрощенная схема замещения блока формирования ответов и контроля линии связи исполнительного пункта, по которой была составлена теоретическая математическая модель. Схема замещения представлена на рис. 1.

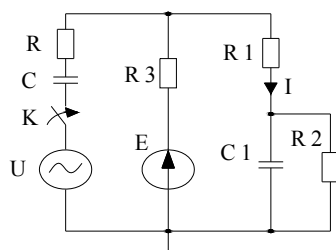


Рис. 1. Схема замещения блока формирования ответов и контроля линии связи исполнительного пункта

Элементами схемы замещения являются:

$E$  – источник постоянного напряжения, используется для подачи команд;

$U$  – источник переменного напряжения, используется для подачи команд;

$C$  – емкость, которая разделяет сеть постоянного и переменного напряжений;

$R$  – сопротивление ключа  $K$ ;

$R3$  – сопротивление ключа у источника постоянного напряжения (рассматривается вариант, когда замкнут);

$C1$  – емкость линии;

$R2$  – сопротивление линии и нагрузки диспетчерского пункта;

$R1$  – сопротивление, которое имитирует датчик тока.

При разработке схемы эксперимента в качестве таких элементов, как емкости  $C$ ,  $C1$ , сопротивлений  $R$ ,  $R3$ ,  $R2$  применяются стандартные электронные элементы, рассчитанные на соответствующие номиналы или соответствующие характеристикам

тех или иных объектов, таких как нагрузка диспетчерского пульта, емкость линии и сопротивлению линии. Особое внимание следует уделить таким элементам, как ключ К и ток на резисторе R1.

В качестве ключа К (рис. 1) предлагается использование оптоэлектронного транзистора 5П14 32Б, представленный на рис. 2.

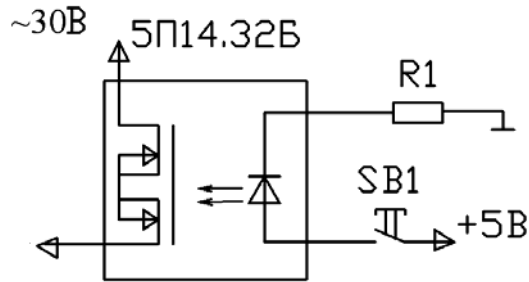


Рис. 2. Оптоэлектронный транзистор

При замыкании кнопки SB1 по светодиоду протекает ток, в результате свечения открывает транзистор, который пропускает переменное напряжение.

Для фиксации результатов коммутации с помощью осциллографа необходимо коммутировать ключ в определенный момент времени и с постоянной периодичностью. В качестве такого устройства управления ключом использовался микроконтроллер ATtiny2313.

Данное управление осуществлялось следующим образом: синусоида переменного напряжения преобразуется в прямоугольный сигнал и подается на микроконтроллер, в результате чего при помощи встроенной функции компаратора микроконтроллер формирует момент открывания ключа синхронно частоте источника переменного напряжения (рис. 3). Также необходимо предусмотреть коммутацию ключа в определенной фазе синусоидального сигнала. Фаза открывания ключа задается с помощью переключателей D0-D7 (рис. 4).

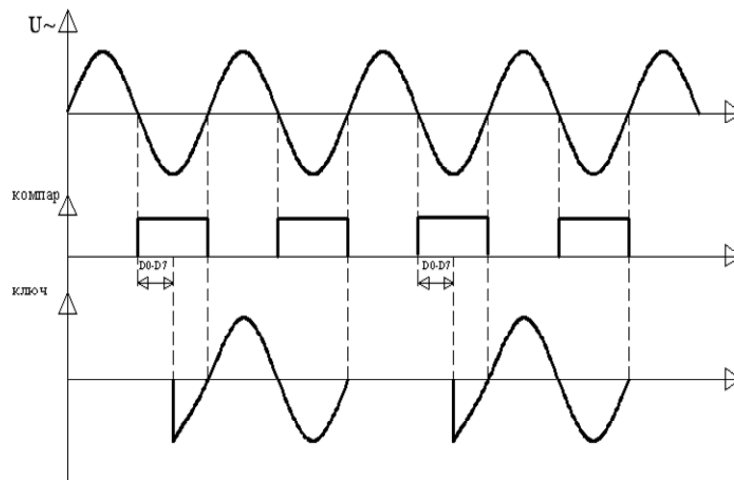


Рис. 3. Процесс формирования момента открывания ключа

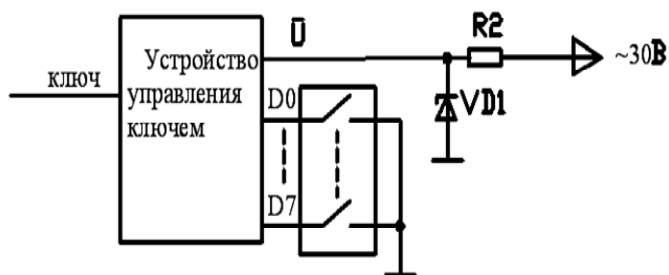


Рис. 4. Принципиальная схема устройства управления ключом

В качестве устройства, контролирующего ток и выполняющего функцию датчика тока (рис. 1, резистор  $R1$ ), применяется оптоэлектронная двоянная транзисторная пара (рис. 5).

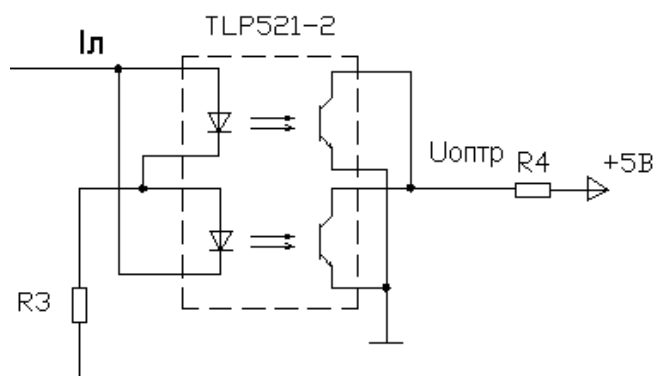


Рис. 5. Двоянная оптоэлектронная транзисторная пара

При подключении переменного напряжения броски тока происходят в отрицательную область и необходима их фиксация, в связи с чем применяется двоянная оптопара. Именно переход тока через нуль будет фиксироваться датчиком. Реакция датчика тока на переход от отрицательного значения тока к положительному представлена на рис. 6.

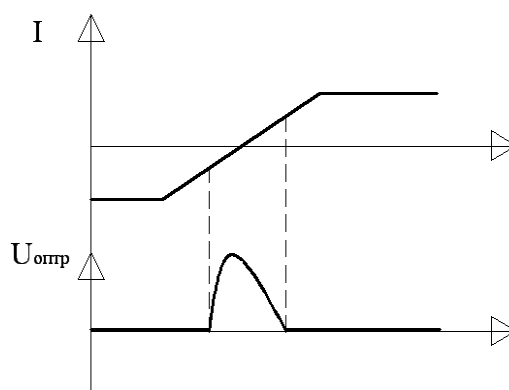


Рис. 6. Сигнал датчика тока

Работа устройства происходит следующим образом: при протекании тока по светодиодам транзисторы открываются и на выходе оптопары напряжение равно нулю. При отсутствии тока на выходе оптопары появляется напряжение +5 В, так как транзисторы закрыты.

В результате схема эксперимента примет вид, изображенный на рис. 7.

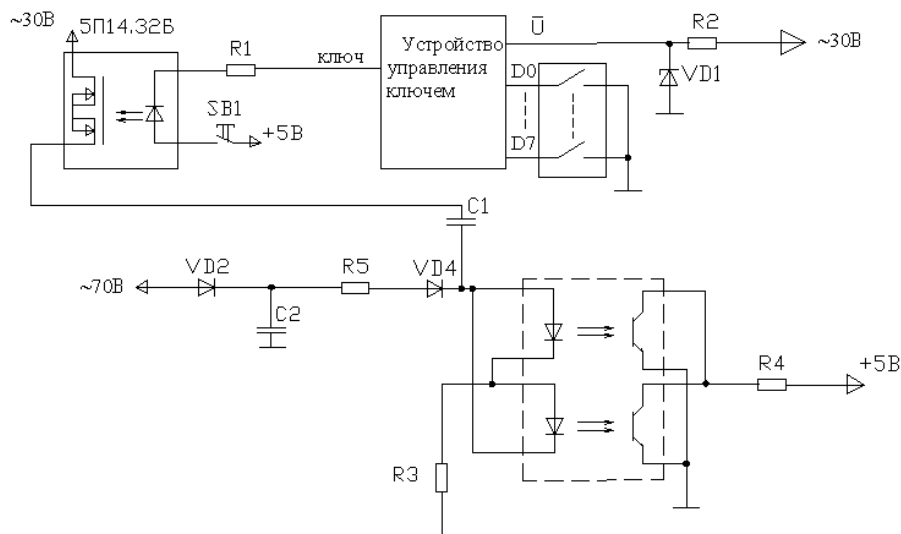


Рис. 7. Схема эксперимента

**Заключение.** Для исследования процесса коммутации постоянного и переменного напряжений была разработана схема эксперимента (рис. 7), при помощи которой предполагается проверить математическую модель.

#### Литература

94. Разработка исполнительного пункта наружного освещения городов с улучшенными массогабаритными и энергетическими показателями: отчет о НИР (окончат.) / ГТТУ им. П. О. Сухого ; рук. работы П. П. Изотов. – Гомель, 2005. – 60 с. – № ГР 20042627.