

*КУДРЯВЦЕВ И. Ф.,
кандидат технических наук;
МАНЬКИН А. Н.,
инженер*

БЕСКОНТАКТНЫЕ ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Широкое распространение в сельскохозяйственном производстве получили осветительные и облучательные установки для подсвечивания растений в теплицах и продления светового дня в птичниках. Эти установки работают по специальному графику, который легко осуществить с помощью автоматических устройств.

Основными элементами автоматизации являются фотореле и программное устройство, включающее установки в утреннее время до рассвета и отключающее их вечером в заданное время. Фотореле отключает осветительные установки утром с нарастанием интенсивности естественного освещения и включает вечером при уменьшении освещенности.

Выпускаемые промышленностью фотореле имеют небольшую выходную мощность, достаточную для включения маломощных реле, контакты которых, включенные в цепь катушки магнитного пускателя, производят соответствующие переключения в зависимости от освещенности. При разработке и изготовлении более надежных фотореле целесообразно использовать полупроводники и фотосопротивления с таким расчетом, чтобы выходные сигналы фотореле поступали непосредственно в бесконтактную цепь катушек пускателей и контактов, включающих и отключающих осветительные установки. Исключение из схемы фотореле электромагнитной системы промежуточного реле и его контактов, которые являются частой причиной отказа в работе, позволит значительно повысить надежность фотореле.

С этой точки зрения большой интерес представляет изготовленное в мнском СКБ-8 полупроводниковое фотореле, которое более чем другие подходит для использования в бесконтактных цепях управления.

На рис. 1 приводится электрическая схема магнитного пускателя, в бесконтактной цепи катушки которого включен тиристор, управляемый полупроводниковым фотореле. Полупроводниковое фотореле действует как от естественного освещения, так и от осветителя с арматурой типа АСО, в который ввинчена лампочка СМ-33 или СЦ-78. Используется фотосопротивление типа ФСД-1.

Фотоэлектрический усилитель собран по схеме триггера с положительной обратной связью, обеспечивающей релейную характеристику выходного сигнала независимо от характера изменения входного сигнала.

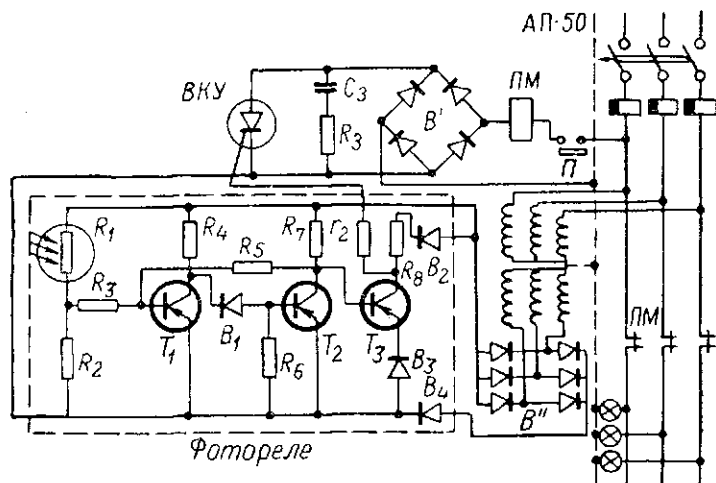


Рис 1. Бесконтактная цепь автоматизированного управления осветительной установкой с использованием магнитного пускателя, тиристора ВКУ-10 и полупроводникового фотореле.

Схема усилителя содержит три триода типа МП21 для нагрузки 230 ом. При необходимости снижения сопротивления выхода триод T_3 и диоды в цепи положительного полюса источника и в цепи эмиттера триода T_3 заменяются на более мощные (П203М; Д204; Д242 и т. п.), как указано в табл. 1.

Таблица 1

Элементы полупроводникового фотореле

Нагрузка, ом	Типы полупроводниковых элементов и величины сопротивлений, соответствующие данной нагрузке				
	T_3	B_3	B_4	R_7	R_8
230	МП21	Д226	Д226	3К	300
100	П203М	Д204	Д204	1,5К	100
50	П203М	Д242Б	Д242Б	1,5К	100

Схема усилителя содержит входную ячейку и три каскада усиления на полупроводниковых триодах. Входная ячейка представляет собой делитель, одним плечом которого служит фотосопротивление, а вторым — сопротивление МЛТ-05, передающее сигнал от изменения сопротивления ФСД на входной триод T_1 . Для предохранения входной цепи от повреждения при случай-

ной подаче минуса на базу триода T_1 в цепь базы включено ограничивающее сопротивление R_3 . Триоды T_1 и T_2 через сопротивление R_5 связаны положительной обратной связью, обеспечивающей релейность выходного сигнала. Диод B_1 и сопротивление R_6 выполняют роль стабилизирующей цепочки по напряжению и температуре. Температурная стабилизация выходного каскада, образованного триодом T_3 , осуществляется введением в цепь эмиттера прямого нелинейного сопротивления диода B_3 , за счет отрицательной обратной связи по току. Диод B_4 служит для защиты схемы при подаче питающего напряжения обратной полярности. Цепочка, состоящая из диода B_2 и сопротивления R_8 , предохраняет выходной каскад от импульса перенапряжения, возникающего в момент отключения индуктивной нагрузки. Рабочий диапазон температур фотореле составляет $-10 \div +45^\circ\text{C}$.

Электрическая схема полупроводникового фотореле (рис. 1) действует следующим образом. Освещение фотосопротивления вызывает уменьшение его величины. База входного триода получает отрицательный потенциал по отношению эмиттера и триод T_1 открывается, шунтируя подачу отрицательного потенциала на базу триода T_2 . Триод T_2 закроется и расшунтирует подачу питания на базу выходного триода T_3 , который, открываясь, снимет импульс на открывание тиристора ВКУ-10. Магнитный пускатель отключит осветительную установку.

Уменьшение освещения на фотосопротивлении прекратит подачу отрицательного потенциала на базу триода T_1 , который закроется и расшунтирует базу триода T_2 . Триод T_2 , открываясь, зашунтирует базу триода T_3 , который закроется и включит магнитный пускатель. Последний в свою очередь включит осветительную установку.

В целом же автоматизированная осветительная установка, например, в теплице действует следующим образом. Перед рассветом программное устройство замыкает контакты II и включается освещение. С наступлением дня срабатывает фотореле и отключает искусственное освещение, а с наступлением темноты включает его. Вечером по истечении заданного времени освещения программное реле размыкает контакты II и отключает лампы.

Построенные на рис. 2 зависимости показывают, что при регулировочном сопротивлении $r_2 = 50 \text{ ом}$ напряжение на катушке пускателя равно напряжению сети и ток в цепи управления тиристора $I_2 = 57 \text{ ма}$. При повышении напряжения сети на 10% ток I_2 составит около 63 ма, что значительно меньше допустимого (74 ма).

Таким образом, описанное полупроводниковое фотореле успешно работает в бесконтактной цепи управления при оптимальном регулировочном сопротивлении $r_2 = 50 \text{ ом}$.

Однако схему можно упростить и автоматику сделать дешевой, если изготавливать полупроводниковые фотореле с достаточ-

ной выходной мощностью, чтобы к ним можно было бы непосредственно подключать катушку контактора, рассчитанную на 24 в постоянного тока. Этому условию, в соответствии с приведенными выше техническими данными, удовлетворяет описанное ранее полупроводниковое фотореле.

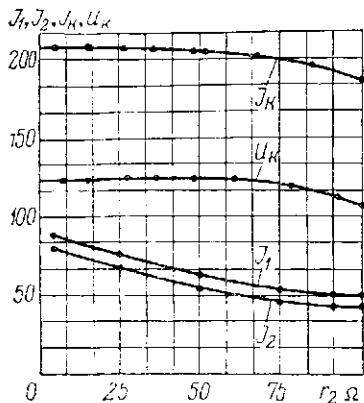


Рис. 2. Зависимости токов и напряжения в бесконтактной цепи управления ВКУ-10 и полупроводниковым фотореле от сопротивления r_2 .

Схема автоматизации (рис. 3) осветительной установки по принципу работы аналогична схеме на рис. 1.

Измерения показали, что полупроводниковое фотореле с подсоединенной к нему катушкой силового контактора ПМИ-2П работает надежно при значительных отклонениях напряжения от номинального значения (до 65%). Стоимость полупроводникового фотореле без источника питания около 15 рублей.

Описанные фотореле, как и выпускаемые промышленностью, дают сигнал на выходе при освещении фотосопротивления.

Чтобы иметь импульс на выходе фотореле для включения дополнительного освещения в теплицах и птичниках при уменьшении освещения, необходимо поменять местами фотосопротивление R_1 с сопротивлением R_2 в схемах (рис. 1, 3). Тогда в этих схемах потребуются электромагнитный аппарат нормального исполнения.

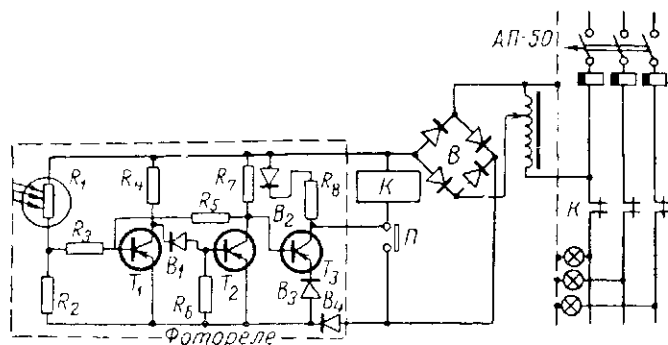


Рис. 3. Бесконтактная цепь автоматизированного управления осветительной установкой с использованием контактора ПМИ-2П и полупроводникового фотореле.

Применение того или иного варианта должно обуславливаться конкретными условиями работы. Первый вариант целесообразен тогда, когда в наибольшую часть времени цикла работы осветительная установка включена при обесточенной катушке электромагнитного аппарата. В этом случае уменьшаются время нахождения катушки под напряжением и расход электроэнергии. Кроме того, повышается надежность работы контактов, так как их замыкание происходит с помощью усилий от пружин или веса подвижных частей, а не под действием пульсирующей электромагнитной силы, обеспечивающей в обычных случаях установление контакта при включении.

Недорогая схема (рис. 3) с бесконтактной цепью автоматизированного управления электроосветительной установкой, как более простая и надежная, является перспективной. Ее следует рекомендовать для использования в сельскохозяйственном производстве.