

Изобретение относится к автоматике и электротехнике и наиболее эффективно может быть использовано при реализации автоматических устройств, осуществляющих периодическое включение и выключение с временной задержкой двухполюсной нагрузки в цепях переменного тока, в первую очередь - осветительных приборов, в жилых и производственных помещениях.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому устройству (прототипом) является цифровое реле времени [1], которое содержит последовательно включенные генератор импульсов, ключ, первый RS-триггер и исполнительное устройство, а также счетчик импульсов, второй RS-триггер, резистор и нормально разомкнутый электрический контакт, при этом выход ключа подсоединен к S входу первого RS-триггера, счетный вход счетчика дополнительно подсоединен к выходу ключа, выход счетчика подключен к S-входу второго RS-триггера, прямой и инверсный выходы которого соответственно подсоединены к соединенным вместе управляющему входу ключа и R-входу первого RS-триггера и R-входу счетчика, соединенные вместе клеммы электрического контакта и резистора подсоединены к R-входу второго RS-триггера, а вторые клеммы резистора и электрического контакта подсоединены, соответственно, к потенциальной клемме источника питания и к общей шине питания.

Достоинством указанного устройства является высокая стабильность интервала задержки (определяемая стабильностью используемого генератора импульсов), неограниченная величина интервала задержки, которая при заданной частоте следования импульсов определяется только разрядностью счетчика.

Недостатком этого устройства является использование в качестве исполнительного элемента электромагнитного реле, что снижает надежность устройства из-за низкой надежности реле (подгорание, окисление контактов). Вторым недостатком устройства, проявляющимся при его работе с выносными электрическими контактами (организации дистанционного управления), является необходимость питания электронной схемы от отдельного источника, изолированного от сети, поскольку в противном случае цепи управления оказываются под сетевым потенциалом, что повышает требования к их электроизоляции, следовательно, повышается их стоимость, повышается опасность поражения электрическим током при нарушении изоляции. При питании устройства от отдельного источника исключается возможность выполнения цепей управления одиночным проводом (использование в качестве возвратного провода сетевой электропроводки); применение двухпроводных линий увеличивает общую стоимость устройства. Необходимость в электрически изолированном источнике питания усложняет устройство и повышает его стоимость из-за включения в его состав разделяющего трансформатора. Третьим недостатком данного устройства является невозможность его включения (следовательно, включения освещения) при нарушении (обрыве) во внешних цепях дистанционного управления (поскольку

применены нормально разомкнутые электрические контакты), что снизит эффект при массовом использовании устройства.

Указанные недостатки затрудняют использование этого устройства для целей автоматического управления нагрузкой в цепи переменного тока при массовом применении.

Задача изобретения - экономия электроэнергии, повышение технологичности устройства и его электробезопасности при эксплуатации.

Поставленная задача решается тем, что в устройство для автоматического управления двухполюсной нагрузкой в цепи переменного тока, содержащее первый ключ, второй ключ, а также счетчик импульсов, при этом первый вывод первого ключа соединен с первым выводом нагрузки, второй вывод нагрузки подключен к первой клемме однофазной сети переменного тока, второй вывод первого ключа подключен ко второй клемме этой сети, а вход счетчика импульсов и выход его последнего разряда подсоединены, соответственно, к выходу и управляющему входу второго ключа, согласно изобретению, введены первый ограничитель напряжения, первый, второй и третий выходы которого подключены, соответственно, к первой клемме сети, второй клемме сети и входу второго ключа, включенные последовательно первый формирователь импульсов и усилитель мощности, вход первого формирователя импульсов дополнительно подключен к выходу второго ключа, а выход усилителя мощности подключен к управляющему выводу первого ключа, источник питания, первый и второй выходы которого дополнительно подключены, соответственно, к третьему выводу первого ограничителя напряжения и второй клемме сети, последовательно соединенные второй ограничитель напряжения и второй формирователь импульсов, выход второго формирователя импульсов подключен к входу сброса счетчика импульсов, последовательно соединенные первый резистор, N электрических контактов ($N \geq 1$) и второй резистор, второй вывод первого резистора подключен ко второй клемме сети, а второй вывод второго резистора подключен ко входу второго ограничителя напряжения, при этом третий вывод источника питания и вторая клемма сети являются, соответственно, первой и второй клеммами питания второго ключа, второго ограничителя напряжения, первого и второго формирователей импульсов, усилителя мощности и счетчика импульсов.

Такое техническое решение позволяет реализовать автоматическое управление нагрузкой в цепи переменного тока с экономией электроэнергии за счет выполнения следующих условий:

нагрузка автоматически включается на некоторый необходимый временной интервал, после чего происходит ее автоматическое выключение;

управление работой нагрузки осуществляется дистанционно за счет организации сети управляющих датчиков положения, в качестве которых используются электрические контакты, количество датчиков не ограничено;

сеть датчиков подключена к сетевой проводке

через высокоомные резисторы, что исключает необходимость в изолированном источнике для питания электронной части устройства и повышает электробезопасность устройства при эксплуатации; снижаются требования к качеству изоляции внешней цепи дистанционного управления;

источник питания может быть выполнен по бестрансформаторной схеме, что повышает технологичность устройства.

Указанный режим может быть реализован при использовании в качестве первого ключа полупроводникового управляемого ключа на основе тиристора либо симметричного тиристора. При этом частота импульсов, управляющих первым ключом, для рассмотренных вариантов устройства будет равна частоте питающей сети, а мощность, выделяемая в нагрузке будет составлять 0,5 от ее номинальной мощности, что не всегда допустимо. В известных устройствах указанный недостаток устраняется за счет выполнения управляемого полупроводникового ключа по схеме диодного мостового выпрямителя с включением тиристора в диагональ моста со стороны цепей постоянного напряжения. Однако, в этом случае увеличиваются непроизводительные потери за счет тепловыделения в диодах выпрямительного моста, повышается сложность устройства, снижается его надежность. Режим передачи в нагрузку номинальной мощности может быть реализован при использовании в качестве первого ключа симметричного тиристора, однако при этом частота управляющих импульсов должна быть равна удвоенной частоте сети.

Поставленная задача решается по второму варианту изобретения тем, что в устройство для автоматического управления двухполюсной нагрузкой в цепи переменного тока, содержащее первый ключ, второй ключ, а также счетчик импульсов, при этом первый вывод первого ключа соединен с первым выводом нагрузки, второй вывод нагрузки подключен к первой клемме однофазной сети переменного тока, второй вывод первого ключа подключен ко второй клемме этой сети, а вход счетчика импульсов и выход его последнего разряда подсоединены, соответственно, к выходу и управляющему входу второго ключа, введены первый ограничитель напряжения, первый, второй и третий выводы которого подключены, соответственно, к первой клемме сети, второй клемме сети и входу второго ключа, включенные последовательно удвоитель частоты следования импульсов, первый формирователь импульсов и усилитель мощности, вход удвоителя частоты следования импульсов дополнительно подключен к выходу второго ключа, а выход усилителя мощности подключен к управляющему выводу первого ключа, источник питания, первый и второй выходы которого дополнительно подключены, соответственно к третьему выводу первого ограничителя напряжения и второй клемме сети, последовательно соединенные второй ограничитель напряжения и второй формирователь импульсов, выход второго формирователя импульсов подключен к входу сброса счетчика импульсов, последовательно

соединенные первый резистор, N электрических контактов ($N \geq 1$) и второй резистор, второй вывод первого резистора подключен ко второй клемме сети, а второй вывод второго резистора подключен ко входу второго ограничителя напряжения, при этом третий вывод источника питания и вторая клемма сети являются, соответственно, первой и второй клеммами питания второго ключа, второго ограничителя напряжения, первого и второго формирователей импульсов, усилителя мощности, счетчика импульсов и удвоителя частоты следования импульсов.

Такое техническое решение позволяет передать в нагрузку мощность, равную ее номинальной мощности при минимальных непроизводительных потерях энергии за счет установки последовательно с нагрузкой только одного полупроводникового элемента - симмистора.

Для пояснения изобретения ниже приводятся конкретные примеры его выполнения со ссылкой на чертежи.

На фиг.1 представлена структурная электрическая схема устройства для автоматического управления нагрузкой в цепи переменного тока в первом варианте исполнения; на фиг.2 - структурная электрическая схема устройства для автоматического управления нагрузкой в цепи переменного тока во втором варианте исполнения.

Устройство для автоматического управления двухполюсной нагрузкой в цепи переменного тока (см. фиг.1) содержит первый и второй ключи 1 и 2 (при этом первый ключ 1 осуществляет управление внешней двухполюсной нагрузкой 3), первый и второй ограничители напряжения 4 и 5, первый и второй формирователи импульсов 6 и 7, усилитель мощности 8, счетчик импульсов 9, источник питания 10, первый и второй резисторы 11 и 12, а также N электрических контактов 13-i ($1 \leq i \leq N$), при этом первый вывод первого ключа 1 соединен с первым выводом нагрузки 3, второй вывод нагрузки 3 подключен к первой клемме однофазной сети переменного тока, а второй вывод первого ключа 1 подключен ко второй клемме этой сети, первый, второй и третий выводы первого ограничителя напряжения 4 подключены, соответственно, к первой клемме сети, второй клемме сети и входу второго ключа 2, второй ключ 2, первый формирователь импульсов 6 и усилитель мощности 8 включены последовательно, выход усилителя мощности 8 подключен к управляющему выводу первого ключа 1, вход счетчика импульсов 9 дополнительно подключен к выходу второго ключа 2, а выход последнего разряда счетчика импульсов 9 подключен к управляющему входу второго ключа 2, первый вывод - источника питания 10 подключен дополнительно к третьему выводу первого ограничителя напряжения 4, а второй вывод источника питания 10 подключен ко второй клемме сети, последовательно соединенные первый резистор 11, электрические контакты 13-i, второй резистор 12, второй ограничитель напряжения 5 и второй формирователь импульсов 7 включены между второй клеммой сети и входом сброса счетчика импульсов 9, при этом третий вывод источника питания 10 и вторая клемма сети являются,

соответственно, первой и второй клеммами питания второго ключа 2, второго ограничителя напряжения 5, первого и второго формирователей импульсов 6 и 7, усилителя мощности 8 и счетчика импульсов 9.

Первый ключ 1 может быть выполнен на основе тиристора, либо симметричного тиристора. При этом анод, катод и управляющий электрод тиристора являются, соответственно, первым, вторым и управляющим выводами первого ключа 1.

Второй ключ 2 может быть выполнен на основе последовательно включенных логических элементов 2И-НЕ и НЕ. При этом входы элемента 2И-НЕ являются, соответственно, входом и управляющим входом второго ключа 2, выход элемента НЕ является выходом второго ключа 2.

Нагрузкой 3 может являться любой двухполюсник в цепи переменного тока, например, нагревательный элемент, осветительный прибор, электродвигатель и т.п. При этом полюса нагрузки являются ее первым и вторым выводами.

Первый ограничитель напряжения 4 может быть выполнен по схеме последовательно включенных резистора и стабилитрона. При этом свободный вывод резистора, свободный вывод стабилитрона и их общая точка являются, соответственно, первым, вторым и третьим выводами первого ограничителя напряжения 4.

Второй ограничитель напряжения 5 может быть выполнен по схеме двух последовательно включенных полупроводниковых диодов, в режиме обратного смещения. При этом свободные выводы диодов являются, соответственно, первым и вторым выводами питания ограничителя напряжения 5, а их общая точка - входом и выходом второго ограничителя напряжения 5.

Первый формирователь импульсов 6 может быть выполнен по любой известной схеме ждущего генератора коротких импульсов.

Второй формирователь импульсов 7 может быть выполнен по схеме цифрового инвертора.

Усилитель 8 выполнен по схеме импульсного усилителя тока.

Счетчик импульсов 9 выполнен по схеме двоичного L разрядного счетчика ($L \geq 1$) со сбросом в ноль, при том счетный вход триггера первого разряда, инверсный выход триггера последнего разряда и соединенные вместе выводы сброса всех триггеров являются, соответственно, входом, выходом последнего разряда и входом сброса счетчика импульсов 9.

Источник питания 10 может быть выполнен по схеме последовательно включенных полупроводникового диода и емкости. При этом свободные выводы диода, емкости и их общая точка являются, соответственно, первым, вторым и третьим выводами источника питания 10.

Из N контактов 13-й произвольно выбранные контакты общим числом M ($N > M > 1$) могут являться магнитоуправляемыми нормально разомкнутыми, а K контактов ($N - M \geq K \geq 0$) могут являться механически управляемыми нормально замкнутыми. Магнитоуправляемые контакты могут быть реализованы на основе нормально разомкнутых герметичных контактов (герконов). Механически

управляемые контакты могут быть реализованы на основе нормально замкнутых электрических кнопок.

Устройство для автоматического управления двухполюсной нагрузкой в цепи переменного тока работает следующим образом.

Однофазное переменное напряжение сети (например, напряжение 220В, частота сети 50Гц) ограничивается с двух сторон первым ограничителем напряжения 4, в результате чего на его выходе образуется последовательность однополярных импульсов (например, амплитудой 12В). Эта последовательность импульсов поступает на вход источника питания 10, который осуществляет функции выпрямления и сглаживания напряжения, в результате чего вырабатывается постоянное напряжение. Относительно второй клеммы сети (например, 12В), питающее элементы устройства, а именно, второй ограничитель напряжения 5, первый и второй формирователи импульсов 6 и 7, второй ключ 2, усилитель мощности 8 и счетчик импульсов 9. Последовательность импульсов с выхода первого ограничителя напряжения 4 поступает также на вход второго ключа 2, состояние которого определяется управляющим потенциалом, поступающим на его управляющий вход с выхода последнего разряда счетчика импульсов 9.

В случае, когда хотя бы один из N контактов 13-й разомкнут, на цепь, подключенную ко входу резистора 12, наводится переменное напряжение сети, которое ограничивается с двух сторон вторым ограничителем напряжения 5 и поступает на вход второго формирователя импульсов 7. Этот формирователь реализован на основе комплементарных транзисторов со структурой металл-диэлектрик-полупроводник, в связи с чем обладает высоким входным сопротивлением, большим, чем суммарное сопротивление резисторов 11 и 12. В результате, переменное напряжение с частотой сети, наводимое на вход второго формирователя 7, оказывается достаточным для его срабатывания, и на его выходе появляется последовательность импульсов, которые, воздействуя с частотой сети на вход сброса счетчика импульсов 9, производят его непрерывную начальную установку. В результате, на выходе счетчика импульсов 9 имеется "разрешающий" потенциал, под действием которого второй ключ 2 находится в открытом состоянии и импульсы с выхода первого ограничителя 4 поступают через второй ключ 2 на вход первого формирователя импульсов 6, который по передним фронтам входных импульсов вырабатывает на своем выходе короткие импульсы (например, длительностью 30мкс). Последовательность этих импульсов поступает на вход усилителя мощности 8. С выхода усилителя мощности 8 усиленные импульсы поступают на управляющий вход первого ключа 1, в качестве которого используется тиристор, вызывая его отпирание в течение каждой второй полувольты переменного напряжения сети. В результате через нагрузку 3 протекает ток, определяемый ее сопротивлением. Такое состояние сохраняется сколько угодно долго, до тех пор, пока разомкнут хотя бы один из N контактов 13-й.

При замыкании всех контактов 13-й, вход

второго ограничителя импульсов 5 шунтируется цепью, состоящей из резисторов 11, 12 и последовательно включенных замкнутых контактов 13-*i*. В результате, амплитуда переменного напряжения, наводимого на вход второго формирователя импульсов 7 уменьшается и оказывается недостаточной для его срабатывания, и как следствие, прекращается сброс счетчика импульсов 9, который начинает вести счет импульсов, поступающих на его вход с выхода второго ключа 2. При счете определенного числа импульсов, соответствующего заданной временной задержке момента выключения нагрузки 3, на выходе последнего разряда счетчика импульсов 9 появляется потенциал, запрещающий, при поступлении его на управляющий вход второго ключа 2, прохождение импульсов через этот ключ. Счет импульсов прекращается и устройство переходит во второе стабильное состояние, при котором ключ 1 заперт, а нагрузка 3 выключена. Такое состояние продолжается сколь угодно долго до момента размыкания любого из контактов 13-*i*, после чего цикл работы устройства повторяется.

Таким образом, рассматриваемое устройство позволяет производить задержку момента выключения двухполюсной нагрузки на заданный интервал времени, определяемый только разрядностью счетчика 9 (при фиксированной частоте сети). Все активные элементы устройства, за исключением первого ключа 1, могут быть выполнены в интегральной технологии, что значительно снижает габариты и вес устройства. Реализация элементов цифровой техники на основе комплементарных транзисторов со структурой металл-диэлектрик-полупроводник в интегральном исполнении позволяет существенно снизить энергопотребление устройства в режиме ожидания.

Рассмотрим некоторые особенности устройства. Подключение цепи последовательно включенных контактов 13-*i* к сети и к элементам устройства через высокоомные резисторы 11 и 12 (например, сопротивлением по 1000000 Ом), позволяет обеспечить требуемую электроизоляцию этой цепи и безопасность работы устройства, существенно снижаются требования, предъявляемые к электроизоляции контактов 13-*i* при их монтаже. При эксплуатации устройства его электронные узлы размещаются в любом удобном месте, а контакты 13-*i*, являющиеся по существу датчиками положения, размещаются в местах, в которых на них осуществляется управляющее воздействие. При этом общая длина цепи не сказывается на работоспособности устройства. Более того, точкой подключения резистора 11 ко второй клемме сети может быть любая точка соответствующего электрического провода *N* этой сети, например, точка, значительно удаленная от места размещения самого устройства (в этом случае роль возвратного проводника выполняет провод электропроводки).

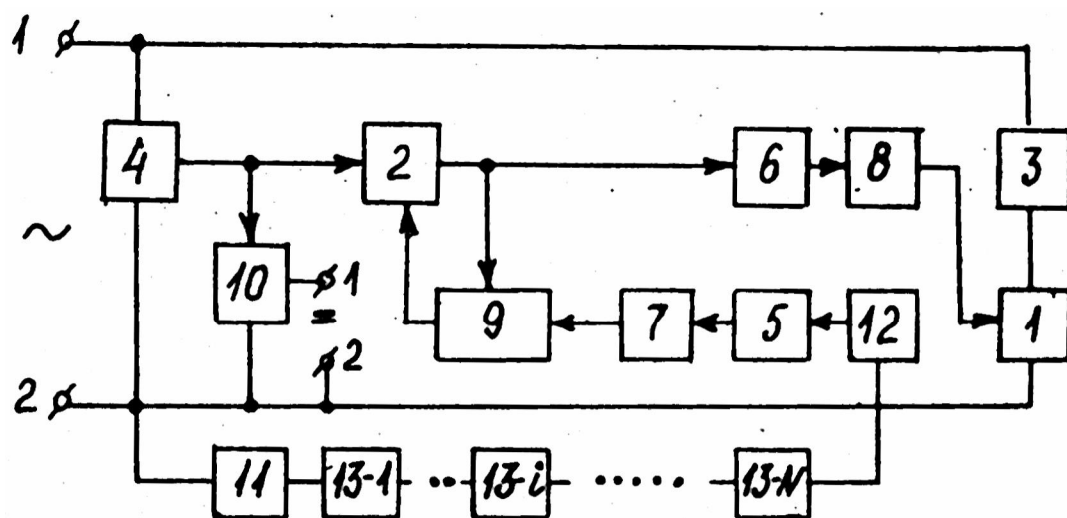
Рассматриваемое устройство для автоматического управления двухполюсной нагрузкой в цепи переменного тока может быть применено для решения различных задач автоматики. Один из наиболее эффективных

вариантов применения - включение и выключение освещения во внутренних проходных помещениях зданий - лестничных площадках, коридорах и т.п. В этом случае в качестве нагрузки 3 используются один, или несколько осветительных приборов, из *N* электрических контактов 13-*i* *M* магнитоуправляемых контактов ($N \geq M \geq 1$) размещаются на *M* дверных проемах, выходящих в освещаемое помещение, при этом на соответствующих *M* дверях располагаются постоянные магниты, воздействующие при закрывании дверей на соответствующие магнитоуправляемые контакты 13-*i*, а остальные *K* ($N - M \geq K \geq 0$) нормально замкнутых контактов, управляемых механически, устанавливаются в местах, допускающих воздействие на эти контакты людей, находящихся в освещаемом помещении. В этом случае рассматриваемое устройство работает следующим образом. В нормальном состоянии все двери закрыты, все контакты 13-*i* замкнуты, нагрузка 3 обесточена, освещение выключено. При открывании любой двери, размещенный на ней магнит выходит из зоны взаимодействия с соответствующим магнитоуправляемым контактом 13-*i*, в результате чего контакт размыкается и устройство переходит во второе стабильное состояние (как описано выше), включается нагрузка 3 - включается освещение. Нагрузку 3 также можно включить нажав на любой из *K* механически управляемых контактов 13-*i* (в случае, если вход в освещаемое помещение не имеет двери). После закрывания двери, либо отпущения механически управляемого контакта 13-*i* начинается работа устройства в режиме задержки момента выключения: после выдержки заданного временного интервала (например, 5 минут), происходит переход устройства в начальное состояние, освещение выключается. В любой момент интервала задержки ее отсчет может быть начат с начала при нажатии на любой механически управляемый контакт 13-*i*.

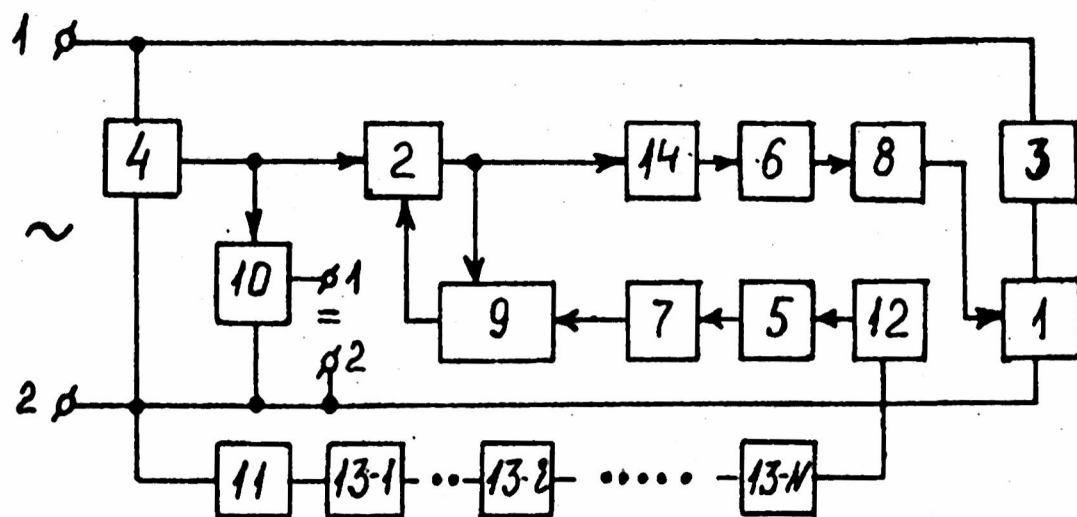
Как уже указывалось, к недостаткам базового варианта устройства можно отнести недоиспользование номинальной мощности нагрузки 3, поскольку ее включение происходит в течение одной полуволны переменного напряжения. С целью устранения этого недостатка в устройство введен удвоитель частоты следования импульсов 14, включенный последовательно между выходом второго ключа 2 и входом первого формирователя импульсов 6 (см. фиг.2).

Удвоитель частоты следования импульсов 14 может быть выполнен по любой известной схеме.

Работа устройства в этом варианте исполнения не отличается от работы базового варианта, за исключением того, что в качестве первого ключа используется симметричный тиристор.



Фиг. 1



Фиг. 2