

Библиотечка электротехника

— приложение к журналу “Энергетик”

Основана в июне 1998 г.

Выпуск 7 (127)

***О. Г. Захаров,
В. Н. Козлов***

ЦИФРОВЫЕ УСТРОЙСТВА ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Часть 1

Москва

НТФ “Энергопрогресс”, “Энергетик”

2009

УДК 621.316.925
ББК 31.27-05
З 38

Главный редактор журнала “Энергетик” А. Ф. ДЬЯКОВ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

“Библиотечки электротехника”

В. А. Семенов (*председатель*), И. И. Батюк (*зам. председателя*),
Б. А. Алексеев, К. М. Антипов, Г. А. Безчастнов, А. Н. Жулев,
В. А. Забегалов, В. Х. Ишкин, Ф. Л. Коган, В. И. Кочкарев,
Н. В. Лисицын, Л. Г. Мамиконянц, В. И. Пуляев, А. И. Таджибаев,
Ю. В. Усачев

Захаров О. Г., Козлов В. Н.

З-38 Цифровые устройства центральной сигнализации (Часть 1). М.: НТФ “Энергопрогресс”, 2009. — 64 с., ил. [Библиотечка электротехника, приложение к журналу “Энергетик”; Вып. 7 (127)].

Рассмотрены устройства центральной сигнализации и приведены их характеристики.

На основе анализа сравнительных характеристик устройств сформулированы общие технические требования к данному классу устройств.

Особое внимание уделено работе цифровых устройств центральной сигнализации в системах АСУ и диалогу пользователя с устройствами при настройке и эксплуатации.

Издание предназначено для специалистов, занимающихся монтажом, настройкой и эксплуатацией цифровых устройств центральной сигнализации.

ISSN 0013-7278 © НТФ “Энергопрогресс”, “Энергетик”, 2009

Предисловие

С середины 90-х годов прошлого века в энергетике России началось ширококомасштабное внедрение цифровой техники, благодаря которому появился новый класс изделий — цифровые устройства центральной сигнализации, значительно расширившие возможности получения и обработки информации о работе различного электрооборудования.

При разработке одного из первых отечественных устройств данного класса — микропроцессорного блока центральной сигнализации БМЦС — главное внимание было уделено его совместимости с существующими системами сигнализации. Однако огромные возможности, предоставляемые новой элементной базой и микропроцессорной техникой, позволили создать устройства сигнализации, в которых были реализованы новые функции, ранее недоступные системам сигнализации на релейно-контактных элементах.

В настоящее время на объектах энергетике находятся в эксплуатации несколько типов устройств аналогичного назначения, в том числе блок центральной сигнализации “Сириус-ЦС” производства ЗАО “Радиус-Автоматика”, терминал центральной сигнализации ТЦС-100, изготавливаемый РУП “Белэлектромонтажналадка”, микропроцессорный блок центральной сигнализации “Бреслер 0107.050”, разработанный НПП “Бреслер” и др. На промышленных предприятиях широкое распространение получили цифровые устройства сигнализации, выпускаемые ОАО “Автоматика” [22, 30].

Расширение номенклатуры устройств центральной сигнализации, увеличение количества изделий данного класса значительно расширил круг специалистов, занятых их эксплуатацией и заинтересованных в получении информации о характеристиках таких устройств и особенностях работы с ними.

Если по цифровым устройствам релейной защиты выпущено большое количество изданий, в которых отражены различные аспекты их разработки и применения, то по цифровым устройствам центральной сигнализации публиковались в основном рекламные матери-

алы в журналах [29, 35] и статьи, рассматривающие отдельные частные вопросы [9, 13, 16 – 18].

В данной работе сделана первая попытка не только привести общие сведения об этих устройствах, дать их сравнительные характеристики, но и рассмотреть широкий круг вопросов, связанных с применением цифровых устройств центральной сигнализации на объектах энергетики.

Завершает издание обширная библиография, в которой указаны практически все публикации по данной тематике.

Авторы благодарят К. С. Аграничева и О. В. Шишло за помощь и полезные замечания.

Авторы благодарят Ю. В. Усачева, поддержавшего идею написания этой книги.

Будем признательны читателям, которые поделятся своим мнением о данной книге.

**Замечания и пожелания по брошюре
просьба направлять по адресу:
115280, Москва, ул. Автозаводская, 14/23.
Редакция журнала “Энергетик”**

Авторы

Введение. Немного о сигнализации

Сигнализацией принято называть представление информации о ходе контролируемого процесса или состоянии электроустановки в виде *оптического* или *акустического* сигнала, удобного для восприятия оператором [12].

В традиционной схеме сигнализации (рис. В1) оптические сигналы формируются лампами $H2 - H_{n+1}$, а акустический — сиреной $H1$. Работа схемы происходит следующим образом. После замыкания любого из контактов $B1 - B_n$ (на рис. В2 это соответствует появлению “Входного сигнала”) загорается соответствующая лампа (на рис. В2 — “Индикатор”). Через соответствующую RC -цепочку сигнал поступает на катушку реле $K1$ (см. стрелку W на рис. В1). Цепь, объединяющую диоды $V1...V_{2n-1}$, можно назвать шинкой звуковой сигнализации. Реле $K1$ срабатывает и через контакт $K1.1$ подключается к полюсу “+” питания. Контакт $K1.2$ включает ревун $H1$ (на рис. В2 — “Звуковой сигнал”).

Аналогично схема работает и при проверке сигнализации после нажатия на кнопку $S2$.

Квитирование¹ звукового сигнала производят нажатием на кнопку $S1$ (на рис. В2 — сигнал “Квитирование”).

В качестве устройств оптической сигнализации применяют:

- указательные реле (ранее использовавшийся термин — бленкер²), приборы сигнальные и подобные им устройства на основе электромеханических реле [7];
- лампы (накаливания, газосветные и др.) и световые табло на основе этих ламп;

¹ *Квитировать* — подтвердить получение сигнала с помощью кнопки. Ранее для обозначения прекращения действия сигнала использовали термин “снятие сигнала” (см. [25], с. 65). После квитирования акустический сигнал снимается, а в памяти цифровых устройств сигнализации фиксируется время квитирования.

² *Бленкер* (от англ. blinker) — электромагнитный прибор для оптической сигнализации. На практике встречается написание “блинкер”.

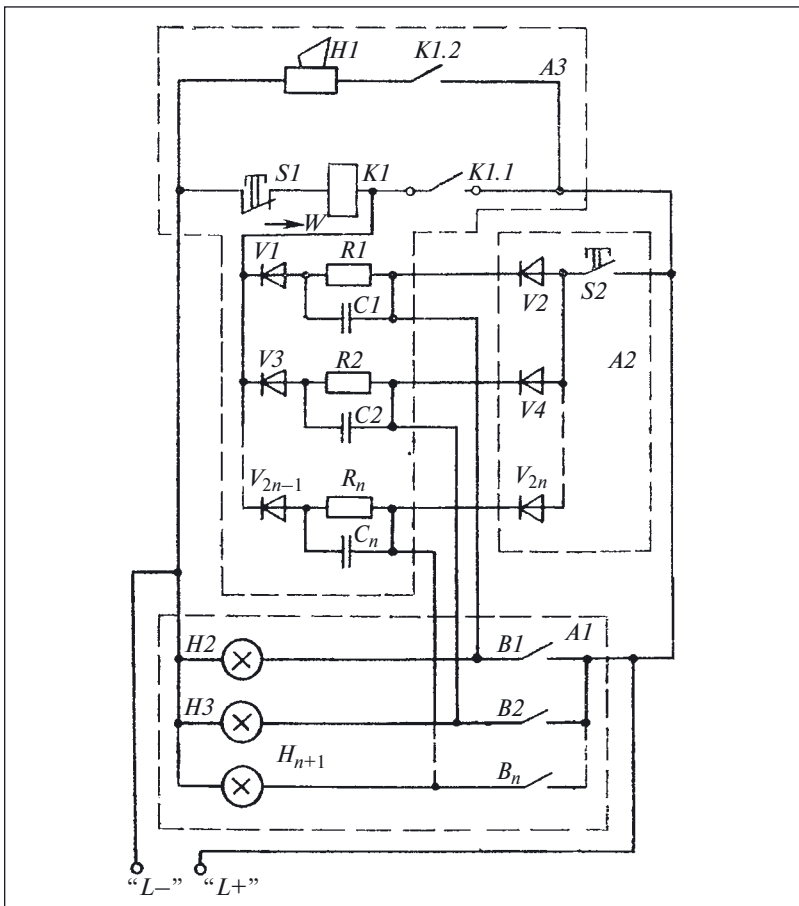


Рис. В1. Схема сигнализации с обобщенным звуковым сигналом [12]

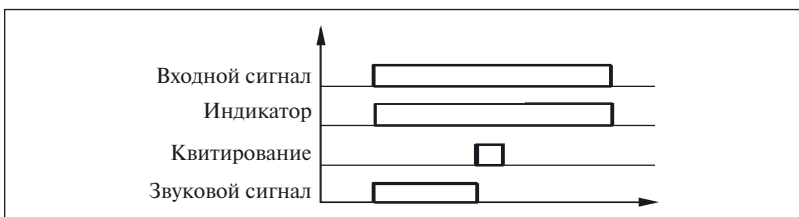


Рис. В2. Диаграмма работы схемы сигнализации с обобщенным звуковым сигналом



Рис. В3. Светосигнальная арматура (а) и лампа со стандартным цоколем (б) на светоизлучающих диодах

- светосигнальную арматуру и лампы на светоизлучающих диодах (рис. В3);
- жидкокристаллические и люминесцентные панели сигнализации и дисплеи и др.

В отличие от старых сигнальных ламп, в современных диодных лампах предусмотрен режим мигающего свечения, позволяющий эффективнее привлекать внимание персонала, обслуживающего электроустановку.

Лампы и контакты в схемах сигнализации соединены между собой достаточно длинными линиями связи, что может приводить к формированию неправильных световых сигналов.

В [11], статьях [10, 14] и других работах описаны иные случаи некорректной работы систем сигнализации, в которых используется непосредственная связь источников информации (контактов датчиков, ключей, конечных выключателей и т.п.) с сигнальными лампами (блок элементов А1 на рис. В1), блоком контроля исправности сигнальных ламп (блок элементов А2), включения и отключения звукового сигнала (блок элементов А3).

Для предотвращения свечения ламп от наведенного напряжения в настоящее время рекомендуется применять устройство защиты от наводок УЗН-50 (рис. В4).

В схемах, приведенных на рис. В1 и подобным им [25], практически невозможно выполнить большинство требований к электрической изоляции [33], а также разделить цепи оперативного питания и сигнализации. Кроме того, такие схемы сигнализации не обеспечивают надежной работы при замыкании на землю цепей оперативного питания, как того требует РД [33].

Как известно, акустический сигнал оказывает на оператора более эффективное воздействие, чем оптический, что обуславливает его широкое применение для информирования о нестандартных ситуациях.



Рис. В4. Схема подключения (а) и внешний вид (б) устройства защиты от наводок¹

До недавнего времени в качестве акустических сигналов чаще всего применяли такие источники звуковых сигналов, как ревуны, трещетки, звонки, колокола громкого боя, сирены, горны и подобные им устройства (рис. В5).

В цифровых устройствах центральной сигнализации в качестве элементов оптической сигнализации применяют дисплеи и светоизлучающие диоды как одного, так и различных цветов (рис. В6).

В качестве акустических сигналов в цифровых устройствах центральной сигнализации начинают применять встроенные пьезосигнализаторы и различного рода устройства, способные воспроизводить речевые сообщения командного и информационного характера [19].

Эти устройства могут генерировать:

- непрерывный сигнал одной частоты;
- сигнал изменяемой частоты;
- чередующиеся сигналы сирены и однотонного звука, звук колокола и другие сигналы.

По функциональному назначению принято различать:

- нормальную сигнализацию, сообщающую информацию о работе объекта или ходе процесса для их контроля;
- предупредительную сигнализацию, сообщающую о необходимости соблюдения условий, обеспечивающих правильное протекание процесса или безопасную работу объекта;
- аварийную сигнализацию, извещающую о нарушениях в ходе процесса или об отключении объекта в связи с возникновением опасного для него режима работы.

Нормальная сигнализация, как правило, выполняется на оптических сигналах и не дублируется акустическим сигналом. На подстанциях нормальная сигнализация положения выключателей, разъединителей, контакторов, магнитных пускателей, устройств пе-

¹ См. <http://www.kaskad-electro.ru>



Рис. В5. Устройства акустические — сирена ПСВ-С и горн ПСВ-Г

реключения ответвлений трансформаторов с регулированием напряжения под нагрузкой, регуляторов напряжения, коммутационной и регулирующей аппаратуры часто совмещается с мнемосхемой электроустановки (рис. В7).

Предупредительная и аварийная оптическая сигнализация практически всегда дублируются акустическим сигналом. Действие аварийной и предупредительной сигнализаций должно сопровождаться не только разным цветом оптических сигналов, но и различающимися между собой акустическими сигналами.

Если акустический предупредительный сигнал можно по желанию оператора квитировать (иногда говорят также сбросить или отключить сигнал), то акустический аварийный — до устранения причины обычно невозможно. Однако для удобства работы обслуживающего



Рис. В6. Лицевая панель устройства БМЦС со светодиодами и дисплеем

персонала в схеме может быть предусмотрено принудительное отключение акустического аварийного сигнала от источника питания на время устранения причины, вызвавшей его включение.

На небольших подстанциях, где невелико общее количество сигналов и нет необходимости иметь два различных звуковых сигнала, обычно ограничиваются одним общим сигналом — *аварийно-предупредительным*.

Следует отметить еще один вид сигнализации — *сигнализацию действия релейной защиты и автоматики*. Действие защит и автоматики обычно сопровождается подачей оптических и акустических сигналов, помогающих дежурному персоналу в работе (см. [25], с. 88).

Все рассмотренные виды сигнализации подразделяют на индивидуальную и обобщенную.

Индивидуальная сигнализация информирует о работе того или иного конкретного контролируемого объекта (датчика, электродвигателя, положения автоматического выключателя и т.п.). В [25] сказано: “Индивидуальная сигнализация представляет собой совокупность ламп, световых табло и реле, указывающих непосредственно тот элемент, на котором произошло нарушение режима или автоматическое переключение. Так, лампы сигнализации положения выключателей, указатели положения разъединителей, табло “Вызов” дифференциально-фазной защиты конкретной линии электропередачи, сигнальные реле, указывающие срабатывание определенной защиты, — все это устройства индивидуальной сигнализации”.

Традиционная схема индивидуальной сигнализации приведена на рис. В8. Как правило, сигнальные лампы (см. рис. В1, В3), используемые в таких схемах, располагают на панелях, дверях шкафов и других конструкциях в непосредственной близости от элементов управления — ключей, переключателей и т.п.

Фрагмент схемы индивидуальной сигнализации с использованием цифровых устройств показан на рис. В9. *Вход 1* цифрового устройства *А1* контролирует наличие напряжения на шинках $+EH$ и $-EH$, *Вход 2* и *Вход 3* — состояние контактов *K1* и *K2*.

В цифровых устройствах оптическая сигнализация осуществляется с помощью светодиодов, расположенных на лицевой панели устройства. В некоторых устройствах (рис. В10, В11) зоны индивидуальных сигналов не имеют четкого визуального разграничения, что иногда может оказаться неудобным для пользователя.

В отличие от индивидуальной, *обобщенная сигнализация* указывает только характер события или участок, на котором оно произошло, без конкретизации объекта.

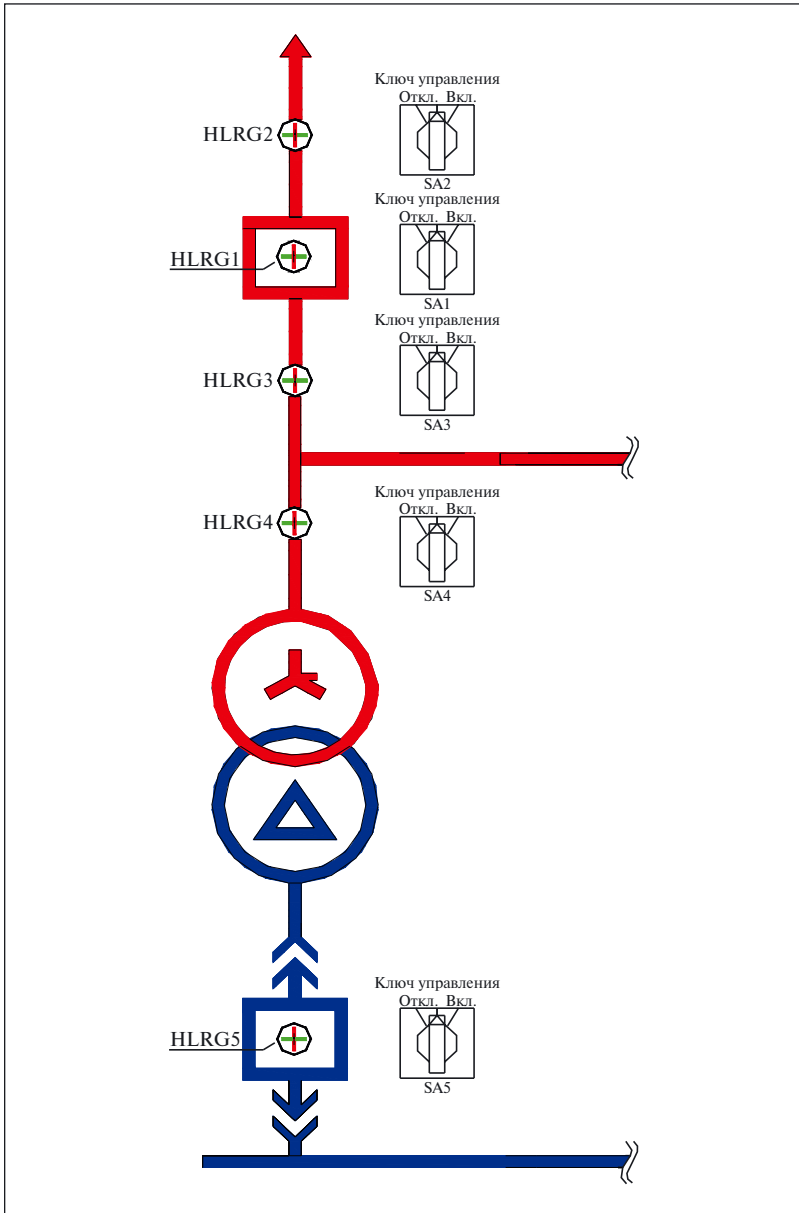


Рис. В7. Фрагмент мнемосхемы электроустановки на дверце шкафа

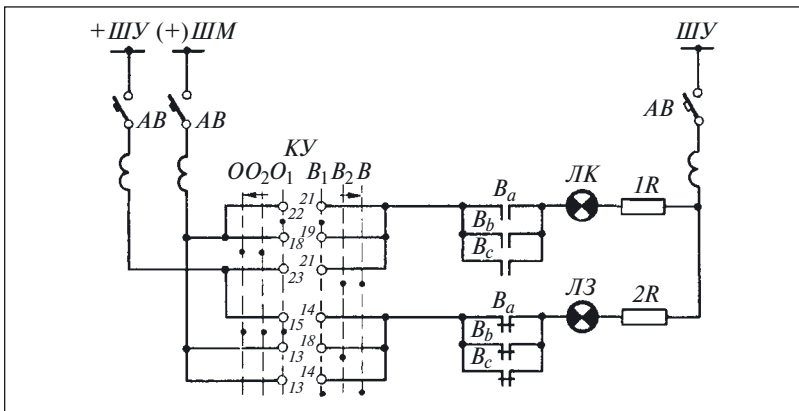


Рис. В8. Схема сигнализации положения выключателя по [23]:
 B_a, B_b, B_c — вспомогательные контакты выключателя

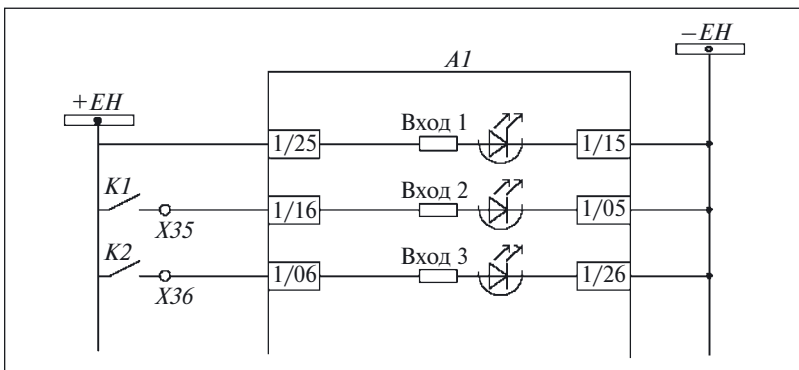


Рис. В9. Фрагмент схемы индивидуальной сигнализации на цифровом устройстве



Рис. В10. Расположение светодиодов на лицевой панели устройства ТЦС-100

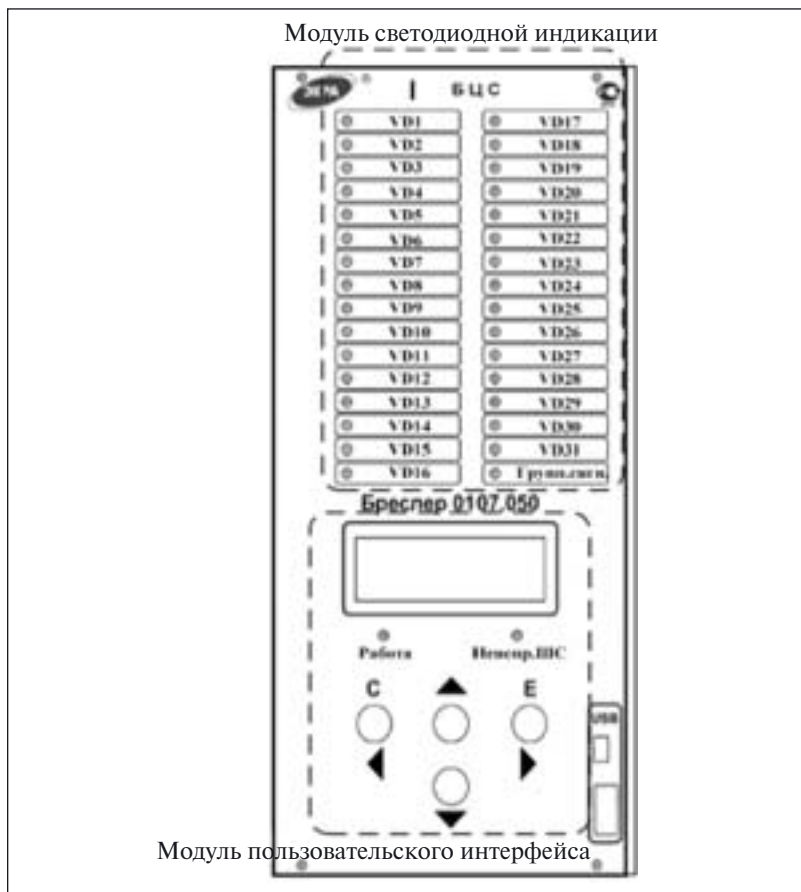


Рис. В11. Расположение светодиодов на лицевой панели устройства “Бреслер-0107.050”

Согласно классификации, предложенной в [25], обобщенная сигнализация подразделяется на участковую и центральную. Там же написано следующее: “*Участковая сигнализация* представляет собой совокупность табло или сигнальных и других реле, которые указывают характер нарушения либо участок, где произошло нарушение режима или аварийное отключение, например “Неисправность компрессорной установки”.

“*Центральная сигнализация* включает в себя элементы, общие для всего щита управления полстанции: реле и коммутационные

устройства, с помощью которых производится пуск и останов звуковой сигнализации; сирену аварийной сигнализации; звонок предупредительной сигнализации; устройство мигающего света; световые табло, установленные на панели центральной сигнализации, например табло “Бленкер не поднят” и т.п.”.

В связи с приведенной терминологией интересно отметить, что одно из цифровых устройств называется “Участковый блок центральной сигнализации”.

В работе [25] выделен еще один вид систем сигнализации — участковая сигнализация с центральным осведомлением. Данный вид сигнализации применяют на крупных подстанциях с большим числом присоединений, разделенных на несколько участков. На щите управления такой подстанции на панели центральной сигнализации устанавливается несколько световых табло по числу участков. С помощью таких табло дежурный персонал сразу определяет участок, на котором появился индивидуальный сигнал.

Обобщенная сигнализация указывает только характер события или участок, на котором оно произошло, не конкретизируя объект. Для получения обобщенного сигнала в релейно-контактных схемах сигнализации обычно использовали RC -цепочки и диоды (см. элементы $R1 - C1 \dots R_n - C_n, V1 - V_{2n1}$ на рис. В1), обеспечивающие одновременно и повторность действия схемы после квитирования сигнала (см. [25], с. 66). Сигнал на выходе дифференцирующей RC -цепочки появляется только в момент срабатывания датчика.

Индивидуальную сигнализацию в данной схеме обеспечивают датчики $B1 - B_n$ и лампы $H2 - H_{n+1}$ (эти элементы на рис. В1 объединены пунктирной линией и обозначены как А1).

Часть схемы сигнализации, обеспечивающая получение обобщенного сигнала, выделена на рис. В9 пунктирной линией и обозначена А3.

Третья часть схемы, предназначенная для проверки цепей, формирующая обобщенный сигнал, обозначена на рис. В1 как А2.

В такой схеме запоминается только обобщенный сигнал, а входной сигнал не запоминается и индикатор работает как простой повторитель входного сигнала.

В цифровых устройствах центральной сигнализации пользователь может по своему выбору запрограммировать работу одного или нескольких датчиков (входов) на обобщенный звуковой сигнал (см. § 2.2).

ГЛАВА ПЕРВАЯ

Узлы и модули цифровых реле сигнализации

1.1. МОДУЛЬ ПИТАНИЯ

В цифровых устройствах центральной сигнализации в качестве источника питания применяют импульсные преобразователи, различающиеся допустимыми значениями входного напряжения, значениями выходных напряжений, габаритной мощностью и другими характеристиками (табл. 1.1).

Основу такого модуля питания составляет преобразователь *UZ1*, преобразующий выпрямленное выпрямителем *V3 – V6* напряжение в высокочастотное напряжение, поступающее затем на первичные обмотки трансформатора *TV1* (рис. 1.1).

При питании устройства от сети постоянного оперативного тока выпрямитель *V3 – V6* позволяет подключать входы модуля к источнику питания без соблюдения полярности выводов. В тех устройствах, где по каким-то условиям требуется соблюдение полярности, обычно предусматривается сигнализация о неправильном подключении оперативного питания постоянного тока.

Напряжение со вторичных обмоток трансформатора поступает на выпрямители *UZ2* и *UZ3*, на выходе которых получают стабилизированное или нестабилизированное (в зависимости от типа выпрямителя) напряжение.

Модули питания практически всех устройств содержат также следующие функциональные узлы:

- индуктивные и индуктивно-емкостные фильтры *Z1* и *Z2* с разной частотой пропускания, обеспечивающие защиту устройства от помех, поступающих по цепям оперативного питания;
- узел *FV1* защиты от перенапряжений, возникающих в сети оперативного питания. Наиболее часто данный узел состоит из предохранителя *F1* и варистора *RU2*;

Таблица 1.1. Сравнительные характеристики блоков питания

Характеристика	БМПС	“Брес-лер-0107,05”	БЭМП-ПС	“Сяриус - ПС”	ТПС-100
Род оперативного тока ¹	Пст., прм., впр. 220/110	220/110/48	Прм., впр., пст. 220/110	Пст., прм., впр. 220/110	Пст., прм. 220
Номинальное напряжение, В	88 – 264/88 – 132	82 – 370	88 – 121	88 – 132	86 – 260
Рабочий диапазон напряжения, В:	88 – 264	76 – 270	176 – 242	178 – 242	86 – 260
пст	88 – 264	—	176 – 242	178 – 242	—
прм					
впр					
Устойчивость, с:					
к перерывам питания	0,5/0,2 ²	0,3	0,6	0,5	0,5
к провалам напряжения $0,3U_{ном}$	Длительно ³	0,3	2,0	> 0,5	—
к выбросам напряжения $1,2U_{ном}$	Длительно	Длительно	2,0	> 2	—
Уровень пульсаций, %	12	Не регламент.	—	12	—
Потребляемый ток/мощность, мА/Вт	—/ < 10	< 65/ < 20	—/ < 35	—/30	—/15
Время готовности, с	< 1,0	< 0,5	0,4/1,0 ⁴	—	—
Контроль напряжения питания	Да	Да	—	да	—
Питание обмоток выходных реле ⁵	Внт.	Внщ.	Внт.	Внт.	Внт.
Пусковой ток/Продолжительность, А/мс	30/4,4	5/3	—	5/10	—
Максимальное значение напряжения дискретных входов постоянного тока, В	264/132	400/200/80	—	300/132	—
Сопrotивление изоляции ⁶ , МОм	100/17	> 10/—	100/1	100/—	—
Электрическая прочность изоляции	≈ 2 кВ, 1 мин	≈ 2 кВ, 1 мин	≈ 2 кВ, 1 мин	≈ 2 кВ, 1 мин	—
Импульсное испытательное напряжение	+	—	+	—	—

¹ Пст. — постоянный, прм. — переменный, впр. — выпрямленный.

² В числителе — для номинального напряжения 220 В, в знаменателе — для 110 В.

³ Более 2 с.

⁴ В числителе — для переменного, в знаменателе — для постоянного и выпрямленного напряжения.

⁵ Внтр — питание от внутреннего источника, внщ — от внешнего источника.

⁶ Между цепями питания и корпусом устройства.

⁷ В числителе — для нормальных климатических условий, в знаменателе — для повышенной влажности.

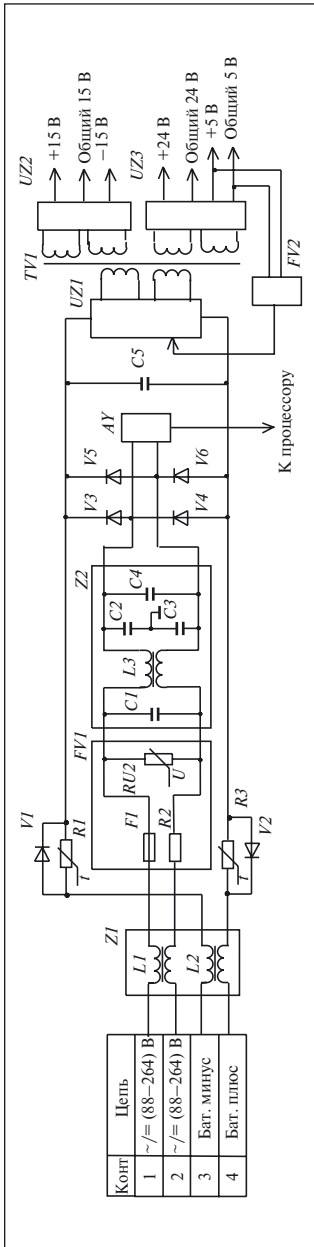


Рис. 1.1. Структурная схема модуля питания

- ячейку контроля напряжения питания АУ;

- узел FV2 защиты от коротких замыканий на выходе источника.

Среди характеристик, определяющих выбор потребителя в пользу того или иного цифрового устройства центральной сигнализации, первостепенное значение имеют те характеристики модуля питания, которые обеспечивают сохранение работоспособности устройства в условиях реальных изменений параметров источника оперативного питания.

В гл. 3.4 действующих ПУЭ [31] регламентирована только одна такая характеристика — потеря напряжения, отражающая статическое изменение напряжения в сторону уменьшения от номинального значения (нижнее значение напряжения). Нижнее значение диапазона напряжения питания, которое указывают производители (см. табл. 1.1), по существу свидетельствует о возможностях модуля питания устройства. Его нельзя использовать в качестве нижнего значения диапазона допустимого снижения оперативного напряжения, при котором все элементы системы должны корректно работать.

В случае снижения напряжения оперативного питания ниже 70 % номинального значения устройство должно перейти в режим ожидания восстановления напряжения оперативного питания и быть готово к полному его исчезновению. Для этого в устройствах должен быть предусмотрен контроль на-

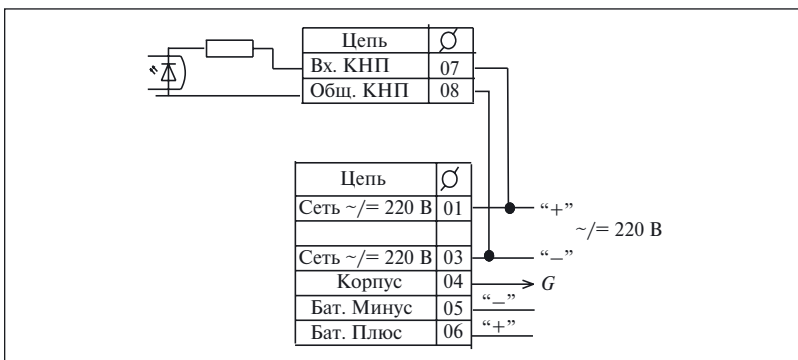


Рис. 1.2. Контроль напряжения питания в блоке БМЦС

пряжения оперативного питания [13]. Обычно это выполняется с помощью специальных ячеек (см. ячейку АУ на рис. 1.1)¹:

- КНП в устройстве БМЦС (рис. 1.2);
- КП1 и КП2 в устройстве “Сириус-ЦС” (рис. 1.3) и др.

В устройстве БМЦС контроль напряжения питания производится непосредственно на входе модуля питания, еще до преобразователей напряжения. При таком подключении ячейки контроля питания напряжения на выходе преобразователя сохраняются и после исчезновения напряжения оперативного питания на входе блока

¹ В более поздних разработках подключение узла контроля оперативного питания выполнено внутри блоков БМЦС и “Сириус-ЦС”.

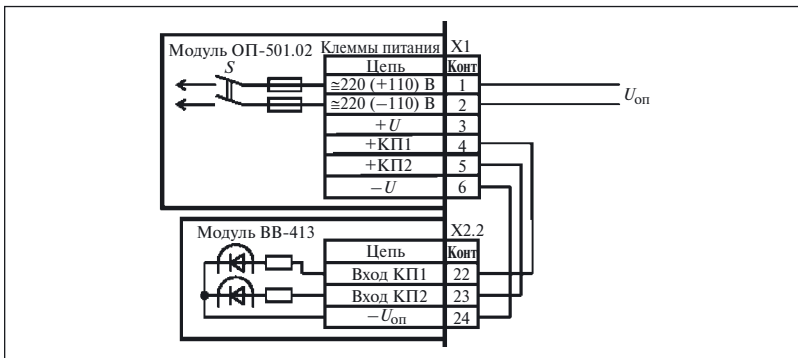


Рис. 1.3. Контроль напряжения питания в блоке “Сириус-ЦС”

(см. табл. 1.1). Этого времени более чем достаточно для перезаписи в энергонезависимую память тех данных, которые должны быть сохранены.

В том случае, когда вход контроля напряжения питания не подключен (в старых исполнениях блока БМЦС) или ячейка контроля питания неисправна, индикатор “Работа” на лицевой панели устройства начинает мигать с частотой 5 Гц. Устройство при этом продолжает выполнять свои функции, но при отключении питания информация будет утеряна.

В устройствах “Сириус-ЦС” напряжение оперативного питания контролируется после диодного моста и фильтра питания (рис. 1.3).

В узле контроля, как правило, предусмотрено два порога срабатывания, которые для номинального напряжения 220 В равны:

первый — 150 – 160 В;

второй — 160 – 170 В.

Включение устройства разрешается, если напряжение оперативного питания превышает второй порог. Работа запущенной программы блокируется при снижении напряжения ниже первого порога.

Верхнее значение напряжения оперативного питания точно так же характеризует только модуль питания устройства. В частности, в большинстве устройств дискретные входы допускают работу при существенно меньших значениях напряжения, а работа аналоговых входов при повышенных напряжениях может привести к дополнительным погрешностям.

Учитывая требования потребителей, производители цифровых устройств, первоначально предназначенных только для питания от сети постоянного оперативного тока, предлагают схемы включения своих устройств в сеть переменного оперативного тока.

Современные устройства должны отвечать и множеству других требований, например регламентированных в стандарте по электромагнитной совместимости [6]. Подробно этот вопрос рассмотрен в [18].

Для обеспечения работы цифровых устройств центральной сигнализации при перерывах питания продолжительностью более 0,5 с предлагается использовать внешние накопители энергии — блоки конденсаторные [13, 32]. Внешние накопители энергии могут подключаться либо к специальным выводам цифровых устройств (см. выводы *Бат. плюс* и *Бат. минус* на рис. 1.2, 1.4), либо последовательно в цепь оперативного питания (рис. 1.4).

Подключение конденсаторных батарей позволяет увеличить устойчивость устройства к 100 %-ным перерывам питания при нор-

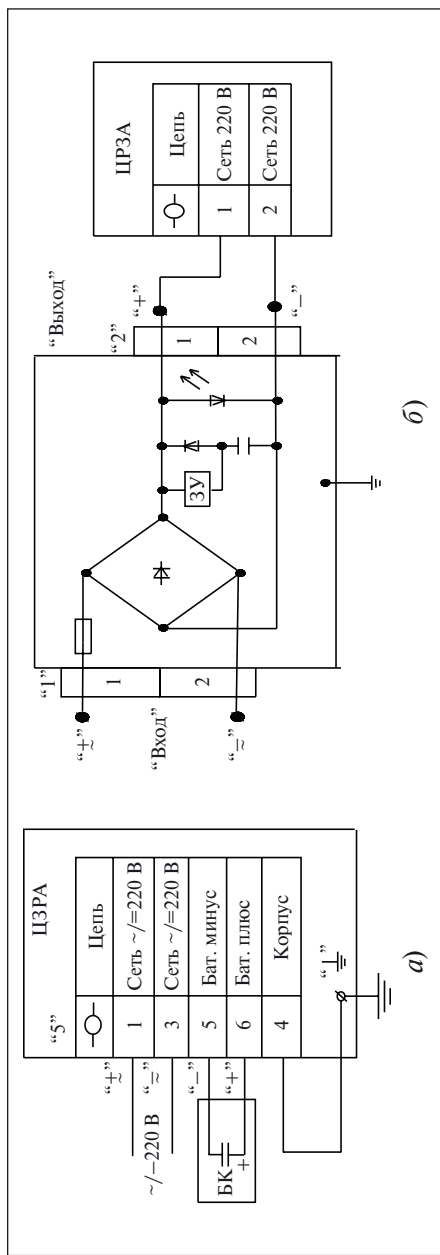


Рис. 1.4. Подключение внешних накопителей энергии:

а — к специальным зажимам; б — последовательно в цепь питания

мальных климатических условиях до 10 с. Наличие такого накопителя позволяет устройству при потере оперативного питания обработать все выдержки времени, предусмотренные программой обработки входных и формирования выходных сигналов, ответить на запросы и выполнить команды, передаваемые по каналам связи с АСУ. Кроме этого, использование внешних накопителей энергии снижает чувствительность цифровых устройств к пульсациям напряжения оперативного питания.

Применение таких накопителей для увеличения времени допустимого перерыва питания требует внимательного анализа поведения устройств с учетом пусковых токов, сопровождающих подачу оперативного напряжения. Многие производители сообщают только номинальное значение потребляемой мощности (или тока) и не информируют потребителей о значении и длитель-

ности пусковых токов, сопровождающих включение питания устройств сигнализации. Кстати, значение и длительность пусковых токов определяются в основном емкостью конденсаторов, использованных в модуле питания или подключенных к специальным зажимам устройства (см. рис. 1.2 и 1.4). В общем случае увеличение продолжительности работы устройства при перерывах питания вызывает увеличение пусковых токов, сопровождающих его включение в сеть.

Отсутствие у потребителя информации о пусковом токе может привести к неправильному выбору автоматических выключателей (номинального тока и уставки срабатывания расцепителя), через которые получают питание цифровые устройства центральной сигнализации, и, как следствие, к потере оперативного питания устройств при их включении.

Аналогичная проблема характерна и для устройств, которые могут питаться не только от постоянного, но и от переменного оперативного тока [18]. В последнем случае полная потребляемая устройствами мощность ($S = UI, В \cdot А$) может значительно превышать активную ($P = UI \cos \varphi, Вт$). Поэтому необходимо, чтобы производители указывали не только активную, но и полную мощность или потребляемый устройством ток, знание которого необходимо для выбора автоматических выключателей в цепях питания устройств.

Все выпускаемые для нужд электроэнергетики блоки центральной сигнализации не повреждаются и не срабатывают ложно при:

- снятии и подаче оперативного питания;
- перерывах питания любой длительности с последующим его восстановлением;
- замыкании на землю цепей оперативного тока.

В п. 4.3.4 РД [33] установлено, что электрическая изоляция цепей питания относительно корпуса должна выдерживать без повреждений и перекрытий испытания тремя положительными и тремя отрицательными импульсами напряжения со следующими характеристиками:

- амплитуда — $(5,0 \pm 0,5)$ кВ;
- длительность переднего фронта — $(1,2 \pm 0,36)$ мкс;
- длительность полупада заднего фронта — $(50,0 \pm 10,0)$ мкс;
- длительность интервала между импульсами — не менее 5 с.

В строке *“Импульсное испытательное напряжение”* (см. табл. 1.1) знаком “+” отмечены устройства сигнализации, для которых в эксплуатационной документации есть сведения об этой характеристике, и знаком “-” — если эта информация отсутствует.

В соответствии с п. 4.3.3 этого же РД и ГОСТ Р 51321.1-2000 (МЭК 60439-1-92)¹ электрическая изоляция устройств сигнализации должна выдерживать испытание переменным напряжением с действующим значением 2 кВ и частотой 50 Гц в течение 1 мин. Информация об этой характеристике содержится в строке “*Электрическая прочность изоляции*” (см. табл. 1.1).

1.2. ДИСКРЕТНЫЕ ВХОДЫ

В традиционных системах сигнализации [25] источники информации (см. контакты $B1$, $B2$, B_n на рис. 1.5) связаны непосредственно с сигнальными элементами — звуковым сигналом $H1$, лампами $H2$, $H3$, H_{n+1} . При таком построении схемы лампы $H2$, $H3$, H_{n+1} светят тогда, когда замкнут соответствующий контакт $B1$, $B2$, B_n . На диаграмме, показанной на рис. 1.5, контакты обозначены как “*Входной сигнал*”, а лампы — как “*Индикатор*”.

Когда в качестве источников информации используются датчики, имеющие размыкающий контакт, то в релейно-контакторных схемах сигнализации применяли промежуточные реле, инвертировавшие сигнал датчика.

В цифровых устройствах центральной сигнализации контакты датчиков $B1$, $B2$, B_n (см. рис. В1) подключают к устройству через дискретные сигнальные входы².

Источник оперативного питания *ИП* для потенциального входа располагается вне цифрового устройства сигнализации (рис. 1.6). При замкнутом контакте датчика $BНУ$ на вход устройства поступает напряжение источника оперативного питания.

При расположении источника оперативного питания для контактов внешних датчиков внутри цифрового устройства сигнализации (рис. 1.7) принято говорить, что к устройству подключают “сухой” контакт, что не совсем корректно. Подробнее о “сухом” контакте рассказано ниже.

Встроенный источник питания для дискретных входов использован, например, в устройстве SACO 148 фирмы АBB [41], где к дискретным входам подключают “сухие” контакты датчиков.

На практике встречаются устройства как с полностью изолированными дискретными входами (например, устройство БМЦС), так

¹ **Устройства** комплектные низковольтные распределения и управления. Ч. 1. Устройства, испытанные полностью или частично. ОТТ и методы испытаний.

² В технической литературе можно встретить термин “потенциальный вход”.

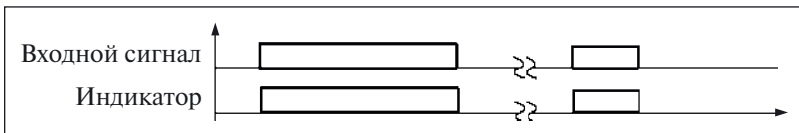


Рис. 1.5. Диаграмма работы сигнальных ламп в схеме на рис. В.1

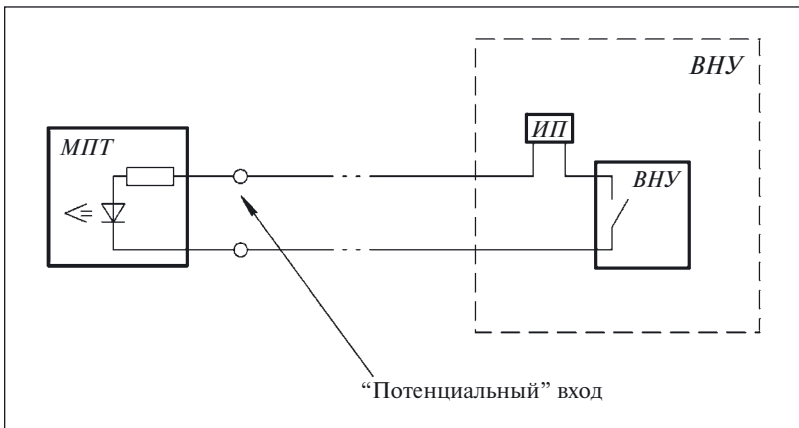


Рис. 1.6. Потенциальный вход устройства сигнализации

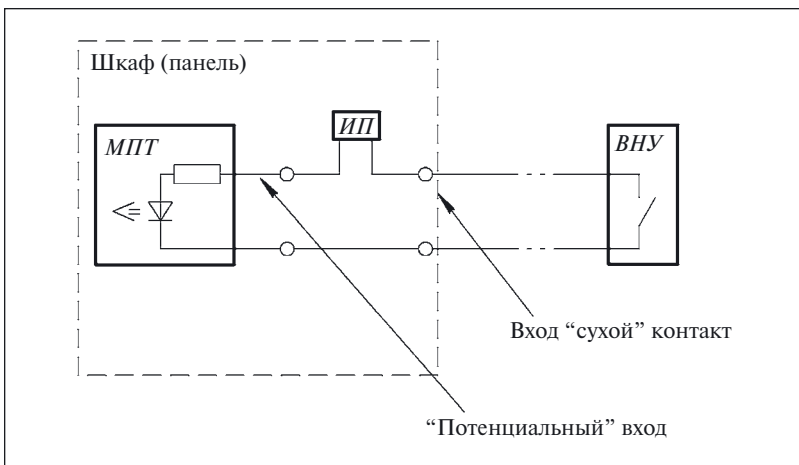


Рис. 1.7. Вход для подключения “сухого” контакта

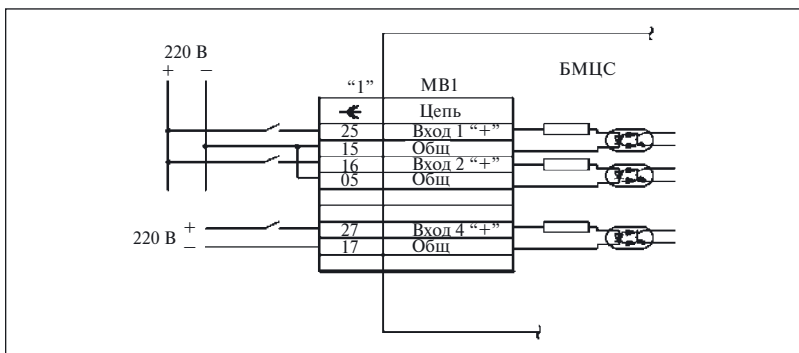


Рис. 1.8. Подключение изолированных дискретных входов к разным источникам оперативного питания

и с дискретными входами, имеющими общую точку по оперативному питанию (например, устройство Бреслер-0170.50).

Существуют и другие варианты соединений дискретных входов. В устройстве ТЦС-100 предусмотрены как изолированные входы, так и пары входов с общей точкой, а в устройстве Сириус-ЦС есть только попарно объединенные входы. Объединение дискретных входов в общую точку осуществляют чаще всего по экономическим соображениям для ограничения числа контактов соединителей. Например, при использовании 16 изолированных входов требуется соединитель с 32 контактами, тогда как для этого же количества входов с общей точкой достаточно соединителя с 17 контактами.

Естественно, что все входы, имеющие общую точку, должны быть подключены к одному и тому же источнику оперативного питания, а изолированные входы (или группы входов) можно подключать к разным источникам оперативного питания, как это показано на рис. 1.8.

Между электрическими цепями датчиков, подключенных непосредственно к источнику оперативного питания, и внутренними цепями блока сигнализации включены оптрона (см. рис. 1.6, 1.7), что обеспечивает гальваническую развязку этих цепей.

Как известно, через оптронные входы протекают токи, не превышающие единиц миллиампер. Например, дискретный вход устройства БМЦС потребляет при номинальном напряжении ток 2,5 мА. При номинальном напряжении оперативного питания равном 220 В и таком небольшом токе на резисторе рассеивается мощность $P = 0,55$ Вт. В связи со значительным количеством дискретных входов (от 32 до 76 в различных устройствах) внутри устройства должна

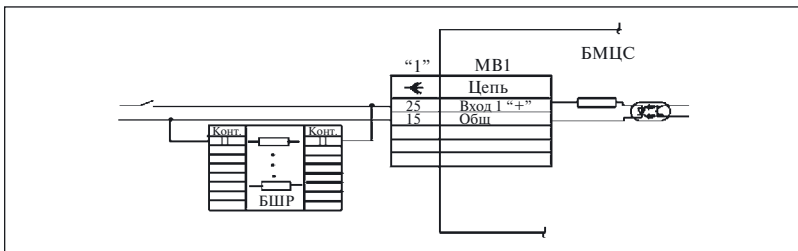


Рис. 1.9. Подключение нагрузочного резистора БШР параллельно дискретному входу

рассеиваться мощность до 40 Вт. Поэтому увеличить входные токи не представляется возможным.

Такие входные токи (или, по-иному, микротоки¹) слишком малы, чтобы обеспечить “электрическую очистку” контактов датчиков (см., например, контакты $B1, B2, B_n + 1$ на рис. В1), поэтому некоторые изготовители устройств сигнализации рекомендуют включать параллельно контакту некоторую резистивную нагрузку для увеличения общего тока через контакт датчика до 8 – 10 мА (рис. 1.9). Эти нагрузочные резисторы устанавливаются вне корпуса устройства сигнализации.

Ко входным ячейкам цифровых устройств центральной сигнализации предъявляется множество требований, но основными можно назвать следующие:

- преобразование входного сигнала, напряжение которого определяется источником оперативного питания в сигнал, напряжение которого соответствует напряжению, используемому во внутренних цепях цифрового устройства;
- отсутствие гальванической связи входных электрических цепей ячейки с внутренними цепями цифрового устройства;
- использование источника оперативного напряжения для питания всех элементов ячейки (кроме выходных цепей оптрона);
- несрабатывание ячейки при замыкании цепей оперативного питания на землю;
- соответствие сопротивления электрической изоляции входов требованиям, установленным в РД [33];
- соответствие помехозащищенности дискретного входа требованиям, установленным в нормативных документах.

¹ Цепь, по которой протекают микротоки, иногда называют “сухим” контактом, а дополнительный ток через нее — “смазывающим”.

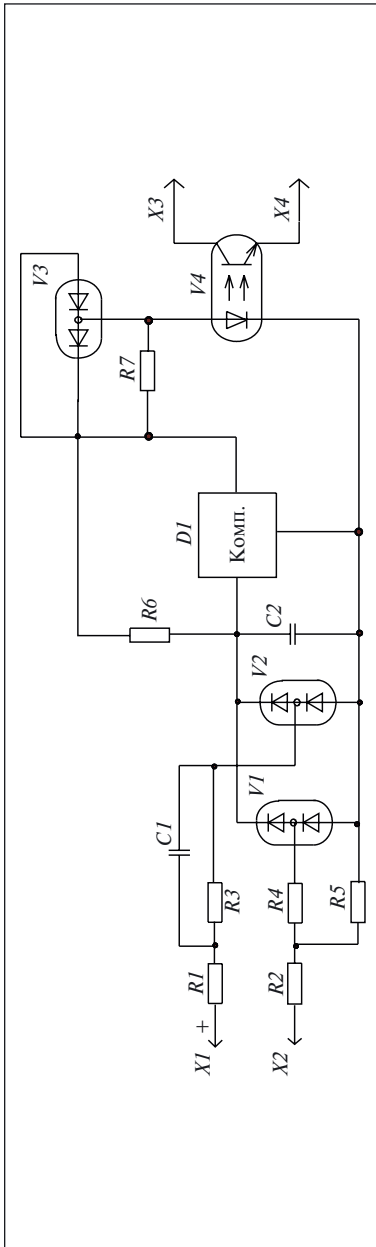


Рис. 1.10. Схема универсальной дискретной входной ячейки

Пример схемного решения универсальной ячейки, рассчитанной на разный операционный ток постоянного и переменного напряжения, приведен на рис. 1.10.

При подаче на вход ячейки переменного напряжения его выпрямление осуществляется диодами $V1$ и $V2$. Напряжение с конденсатора $C2$ поступает на вход компаратора DI . При достижении порога срабатывания компаратор подает сигнал на оптрон $V4$, формирующий выходной сигнал ячейки. Оптрон, как было сказано выше, обеспечивает также гальваническую развязку входных цепей ячейки и внутренних цепей цифрового устройства центральной сигнализации.

Номинальное напряжение ячейки зависит от соотношения сопротивления резисторов $R1 - R5$ делителя напряжения. Номинальная мощность резисторов выбирается таким образом, чтобы обеспечить работу ячейки и при предельном уровне напряжения оперативного питания.

Соотношение емкостей конденсаторов $C1$ и $C2$ и их номинальные значения определяют не только помехоустойчивость ячейки, но и ее быстродействие.

При использовании такой ячейки в цепях постоянного оперативного тока защита от подачи сигнала обратной по-

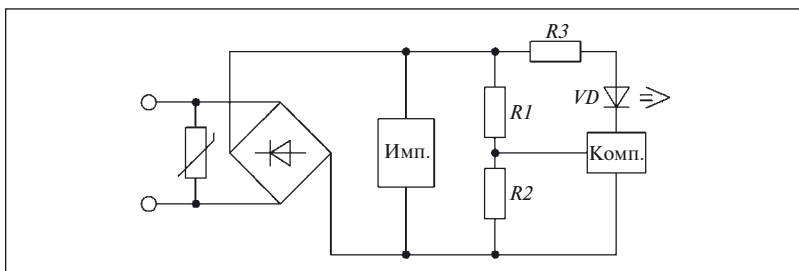


Рис. 1.11. Структурная схема дискретного входа

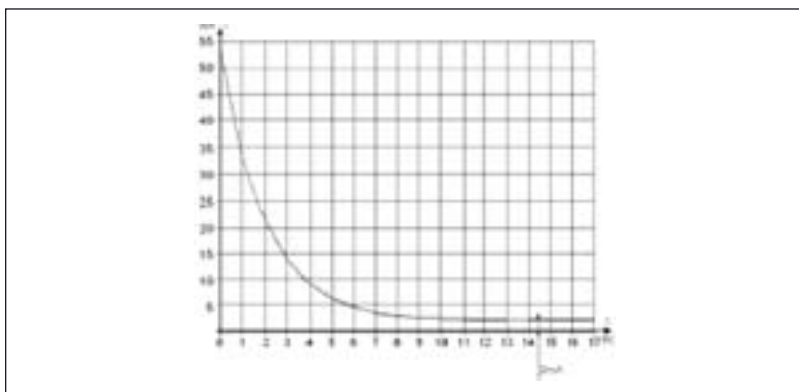


Рис. 1.12. График изменения тока

лярности обеспечивается диодом $V2$, шунтирующим в этом случае входные цепи ячейки. Ячейка рассчитана на традиционный подход к “электрической очистке” контактов, через которые протекают микротоки.

В настоящее время применяются входные ячейки, содержащие специальный узел *Имп.*, формирующий импульс тока для “разрушения” оксидной пленки на контакте, подключенном ко входу (рис. 1.11). Резисторы $R1$, $R2$ задают порог срабатывания компаратора, резистор $R3$ — ток через оптрон; узел *Имп.* формирует начальный импульс тока — в первый момент времени, после замыкания контакта, ток входа достигает значения 50 мА, а через 5 — 10 мс снижается до 2 — 3 мА (рис. 1.12).

В схемах, приведенных на рис. 1.10 и 1.11, применены диодные мосты, что делает ячейки не только защищенными от подачи сигнала обратной полярности, но и придает им универсальность, позво-

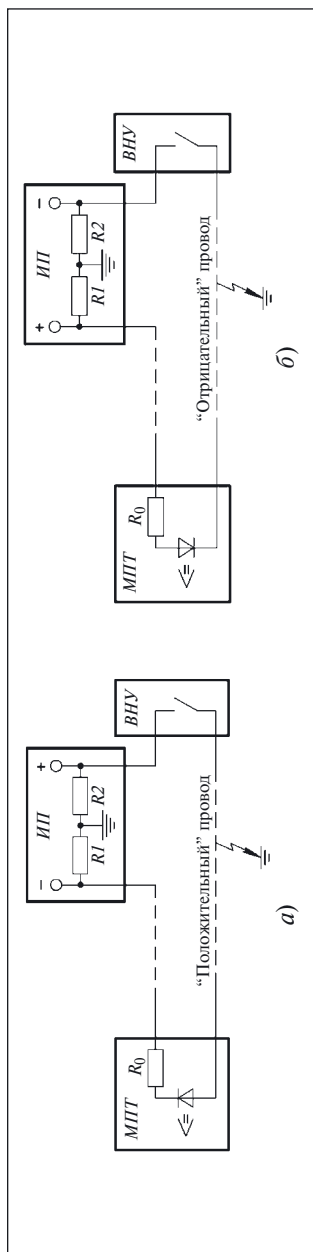


Рис. 1.13. Примеры срабатывания дискретного входа при замыкании одного из полюсов оперативного питания на землю

ляющую использовать цифровые устройства сигнализации в цепях постоянного, выпрямленного и переменного оперативного напряжения.

Чаще всего для дискретных входов используют ячейки, номинальное напряжение которых равно напряжению источника оперативного питания, что позволяет использовать общую сеть и не применять дополнительный источник питания.

Основная масса производителей в соответствии с требованиями ГОСТ 2933-83 [4] указывает в документации две характеристики дискретных входов:

- напряжение устойчивого срабатывания $U_{\text{ср}}$;
- напряжение устойчивого несрабатывания $U_{\text{неср}}$.

Прежде чем перейти к выбору значений этих величин, рассмотрим схему на рис. 1.13, а. Резисторы $R1$ и $R2$, образующие делитель напряжения, в общем случае представляют собой сопротивления изоляции полюсов источника оперативного питания относительно земли. В частном случае, когда в сети оперативного питания для контроля сопротивления изоляции используют метод трех отсчетов вольтметра, резисторы $R1$ и $R2$, шунтирующие сопротивления изоляции полюсов источника, устанавливают специально для образования искусственной нулевой точки [20].

В случае замыкания соединительного провода на землю напряжение $U/2$ поступает на дискретный

вход, что может вызвать ложное срабатывание ячейки даже при разомкнутом контакте датчика.

Для исключения ложной работы ячейки при замыканиях на землю проводника, идущего к внешним контактам *ВНУ*, напряжение устойчивого несрабатывания выбирают на основании соотношения

$$U_{\text{несп}} \geq 1,2U_{\text{ном}}/2, \quad (1.1)$$

где $1,2U_{\text{ном}}$ — максимальное значение напряжения оперативного питания.

При $U_{\text{ном}} = 220 \text{ В}$ это значение составляет 132 В, а при $U_{\text{ном}} = 110 \text{ В}$ равняется 66 В.

Напряжение устойчивого срабатывания выбирают таким, чтобы выполнялось соотношение

$$0,8U_{\text{ном}} > U_{\text{ср}} \geq U_{\text{ном}}/2. \quad (1.2)$$

Для выявления замыкания проводника в схемах дискретных входов некоторых устройств устанавливают два пороговых элемента (рис. 1.14).

При отсутствии замыкания проводников на землю срабатывают оба пороговых элемента, а при наличии замыкания — только пороговый орган с напряжением срабатывания $U_{\text{ср}} < U_{\text{ном}}/2$.

При питании дискретного входа от источника с переменным или выпрямленным напряжением $U_{\text{вх}}$ конденсатор *C2* (см. рис. 1.10) или *C* (рис. 1.15, *a*) заряжается практически до амплитудного значения, а далее напряжение U_C на нем изменяется в соответствии с графиком, приведенным на рис. 1.15, *б*.

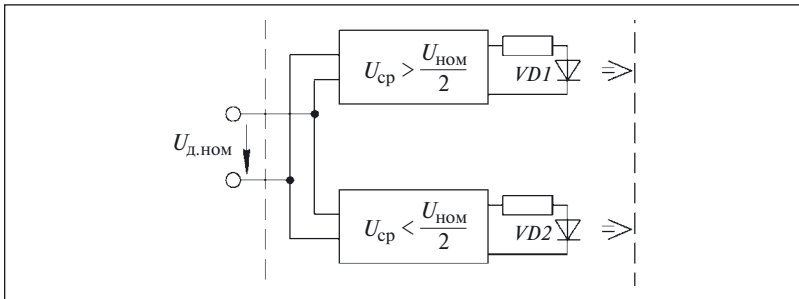


Рис. 1.14. Дискретный вход с двумя пороговыми элементами

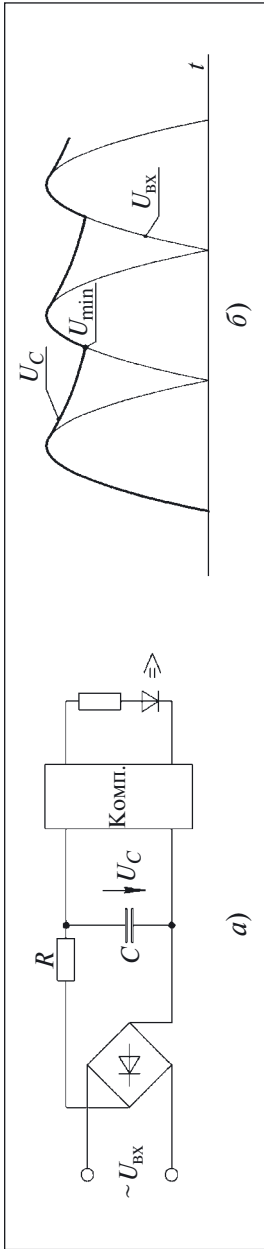


Рис. 1.15. Дискретный вход для переменного (выпрямленного) напряжения

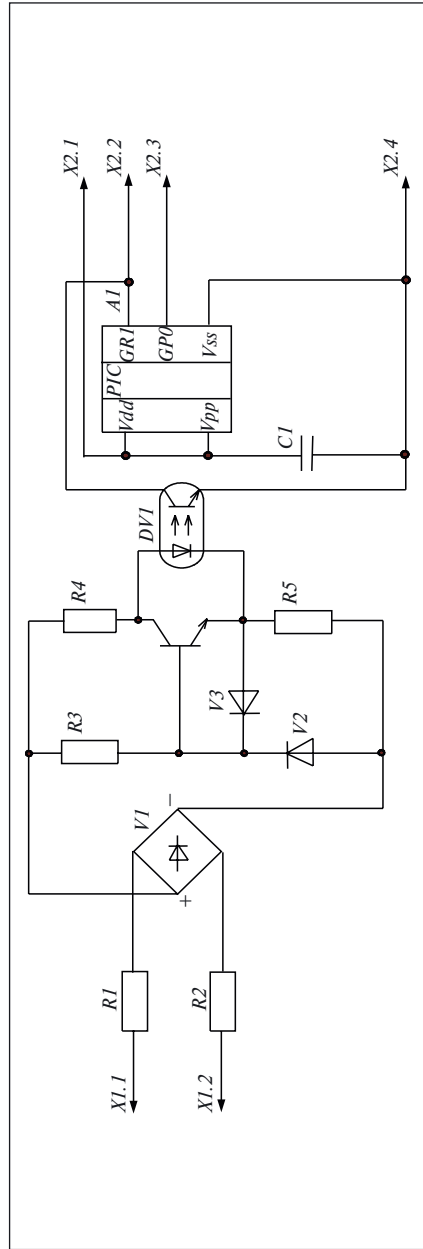


Рис. 1.16. Универсальная ячейка с программной обработкой сигнала

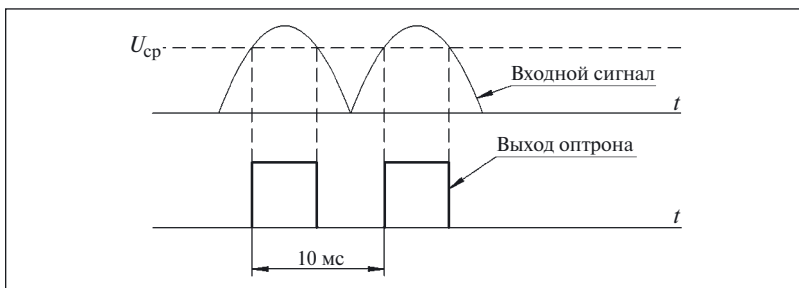


Рис. 1.17. Выходной сигнал оптрона при отсутствии сглаживания

Значение напряжения устойчивого срабатывания U_{\min} , зависящее от емкости конденсатора, должно превышать напряжение возврата порогового органа — компаратора $Комп.$

Существуют и иные схемные решения, в которых вместо установки сглаживающей RC -цепочки используется программная обработка выходного сигнала оптрона дискретного входа (рис. 1.16). Оptron срабатывает каждый раз при достижении входным напряжением

Таблица 1.2. Сравнительные характеристики дискретных входов

Характеристика	БМЦС	“Брес-лер-0107.05”	БЭМП-ЦС	“Сириус-ЦС”	ТЦС-100
Количество входов ¹	32	39	36	32	40
светодиодов	32	31	36	32	40
Род тока	Пст. ²	Пст.	Пст./Прм.	Пст.	Пст.
Напряжение, В:					
номинальное $U_{\text{ном}}$	220/110 ³	220	220/100	220/110	220
устойчивого срабатывания	170/80	(0,7 220) + 5 %	170/85	150/75	170
устойчивого несрабатывания	140/70	(0,7 220) – 5 %	100 (130 ⁴)/65	120/60	140
максимальное	264/132	400	–	300	264
Входной ток при $U_{\text{ном}}$, мА	2,5	50/3 ⁵	20/3	6 ⁶	1

¹ Учтены только дискретные входы, к которым подключают датчики.

² Пст. — постоянный ток, Прм. — переменный ток.

³ В числителе приведены значения для $U_{\text{ном}} = 220$ В, в знаменателе — для $U_{\text{ном}} = 110$ В.

⁴ Цифры без скобок — для переменного напряжения, в скобках — для постоянного.

⁵ В числителе — при включении, в знаменателе — длительно (см. рис. 1.7)

⁶ Максимальное значение 20 мА.

ем порога срабатывания компаратора $U_{\text{ср}}$ (рис. 1.17) и возвращается при уменьшении напряжения ниже $U_{\text{ср}}$. В итоге выходной сигнал оптрона будет иметь провалы с длительностью, зависящей от значения входного напряжения с периодом 10 мс (при частоте 50 Гц).

Минимальное время срабатывания дискретного входа постоянного напряжения определяется частотой опроса входов процессором. Для дискретного входа переменного напряжения время срабатывания зависит от фазы включения и постоянной времени RC -цепочки и может составлять 5 мс и более.

Ранее выпускались только устройства центральной сигнализации, в которых для каждого дискретного входа на лицевой панели установлен свой светодиод, по свечению которого определяется состояние контакта соответствующего датчика. В последнее время появились устройства, в которых на лицевой панели предусматриваются светодиоды только для части дискретных входов. При необходимости для индикации состояния этих входов может быть использован любой из установленных на лицевой панели светодиодов. Подключение дополнительных входов производится по схеме ИЛИ, поэтому светодиод будет отображать состояние нескольких входов одновременно.

Сравнительные характеристики дискретных входов применяемых в энергетике микропроцессорных устройств сигнализации приведены в табл. 1.2.

1.3. АНАЛОГОВЫЕ ВХОДЫ

Шинки сигнализации, к которым подключены несколько контролируемых устройств (ключей, датчиков, переключателей и других элементов), представляют собой важную часть вторичных электрических цепей [7].

Сформированный на шинках *обобщенный сигнал* традиционно использовался в реле импульсной сигнализации, например типа РИС-Э2. Исполнительный орган этого реле выполнен на поляризованном реле и поэтому имеет малую чувствительность, для срабатывания реле ток в контролируемой шинке должен измениться не менее чем на 200 мА.

Модернизированное реле РИС-Э2М [25] снабжено полупроводниковым усилителем, что позволило снизить ток срабатывания реле до 50 мА и обеспечить подключение к шинке *ШЗА* (шинка *звуковой аварийной сигнализации*) до 30 сигналов (на рис. 1.18 показаны только три из них).

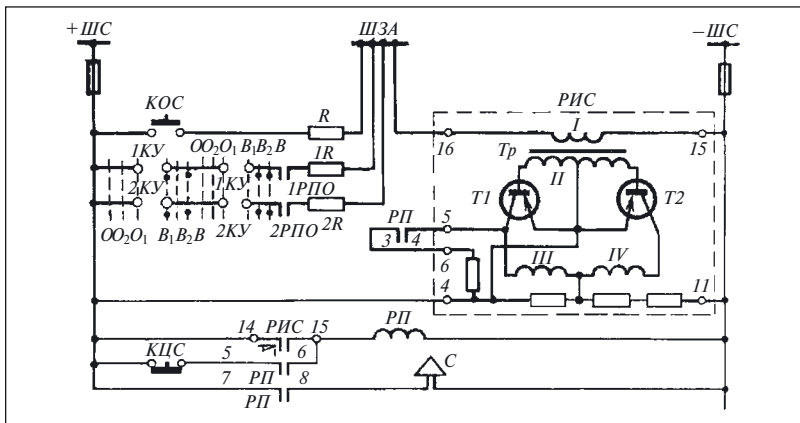


Рис. 1.18. Схема сигнализации на реле РИС-Э2М (по А. П. Лабок [25])

Работа рассматриваемого реле импульсной сигнализации происходит одинаково как при протекании тока в цепи кнопки *KOC* (опробывание сигнализации), так и при протекании тока в цепях резисторов *IR* и *2R* [25]. Во всех этих случаях на шинке *ШЗА* появляется положительный потенциал от шинки *+ШС*, вызывающий протекание тока через обмотку *I* реле *РИС*.

От протекания тока по обмотке *I* реле *РИС* срабатывает и замыкает свой контакт *13 – 14* в цепи промежуточного реле *РП*. Контакт *7 – 8* этого реле включает звуковой сигнал *C*, а контакт *5 – 6* шунтирует контакт *13 – 14* реле *РИС*. Через контакт *3 – 4* реле *РП* подается импульс на обмотку *IV*¹ реле *РИС*, что приводит к его возврату и обеспечивает готовность для приема следующего сигнала обмоткой *I*.

Сигнал, поступающий до момента повторной готовности *РИС*, не воспринимается схемой. Квитирование звукового сигнала осуществляется кнопкой *КЦС* (квитирование центральной сигнализации).

В микропроцессорных устройствах центральной сигнализации для получения информации об изменении состояния нескольких контролируемых устройств, подключаемых к одной шинке, используются специальные *аналоговые сигнальные входы*. По традиции их называют входами импульсной сигнализации².

¹ На рис. 1.18, взятом из [25], зажим 5 ошибочно соединен с обмоткой *III*. Правильное подключение — к обмотке *IV*.

² В технической литературе используется и другой термин — «аналоговые входы».

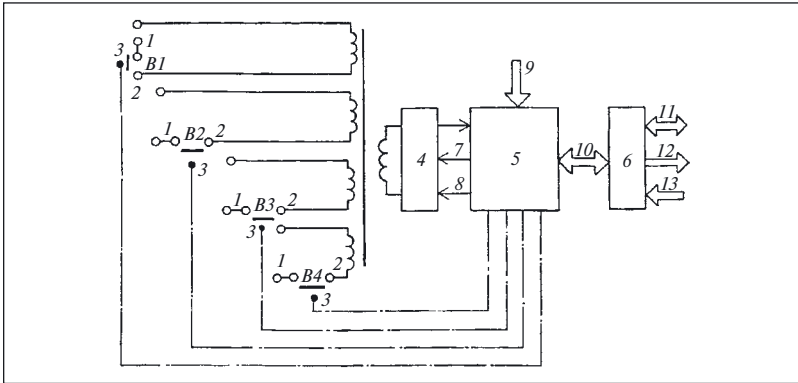


Рис. 1.19. Схема обработки импульсных сигналов [26]

Обработка сигналов, получаемых от шинок, аналогичных шинке ШЗА (см. рис. 1.18), осуществляется с помощью других схемных решений [1, 16, 27, 28]. Например, известна схема, приведенная на рис. 1.19 [26], в которой использован многообмоточный трансформатор, к первичным обмоткам которого подключают шинки, аналогичные шинке ШЗА (ср. с рис. 1.17 и 1.21). Каждое вновь подключаемое устройство (замыкание контакта) увеличивает ток, протекающий в шинке, на значение, задаваемое токоограничивающими резисторами. На вторичной обмотке этого трансформатора в моменты изменения тока в любой из шинок, подсоединенных к первичным обмоткам, формируются импульсы напряжения различной полярности при включении и отключении датчика (рис. 1.20).

Принципиальным отличием схем аналоговых входов в цифровых устройствах центральной сигнализации с трансформаторным входом является то, что шинки соединены с соответствующим входом не постоянно, как в реле импульсной сигнализации (см. рис. 1.18), а

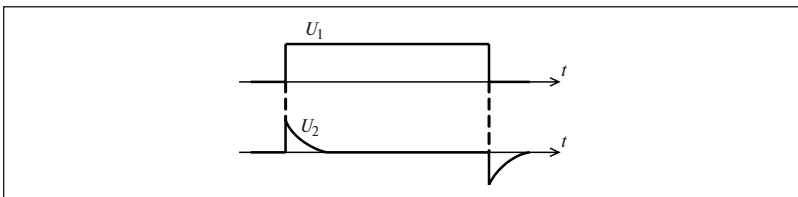


Рис. 1.20. Изменение напряжения на обмотках трансформатора

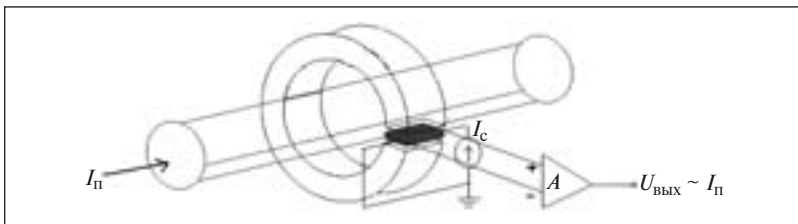


Рис. 1.21. Датчик Холла (ДХ)

подключаются на время опроса¹ поочередно, например, с помощью ключей $B1 - B4$, управляемых блоком контроля 5 (см. рис. 1.19).

При наличии в момент опроса токового импульса на шинке во вторичной обмотке трансформатора формируется сигнал, поступающий на вход блока фиксации изменения напряжения 4, где он усиливается и передается в блок управления 5.

Микропроцессорная система 6, связанная с блоком управления 5 входами-выходами 10, в соответствии с программой управляет работой реле звуковой, обобщенной и индивидуальной сигнализации, передает и принимает информацию по каналам связи с АСУ и ПЭВМ 11, управляет работой внешних устройств с помощью выходных сигналов 12 и принимает информацию от внешних источников сигналов 13.

Как и реле РИС-Э2М, данная схема не реагирует на медленное изменение тока шинок и нечувствительна к изменению в широких пределах напряжения питания шинок². Как событие, подлежащее дальнейшей обработке и фиксации, данной схемой фиксируется скачкообразное изменение тока шинки.

¹ В устройстве БМЦС период опроса равен 32 мс.

² Обычно от -20% до $+10\%$ номинального значения.

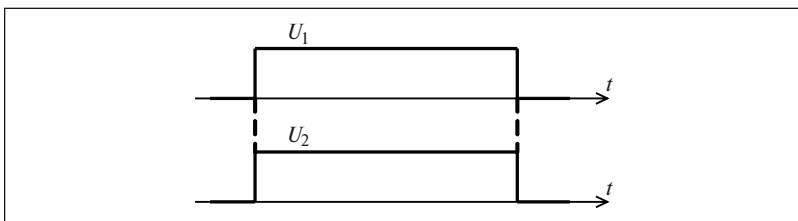


Рис. 1.22. Импульсы напряжения на входе и выходе датчика Холла

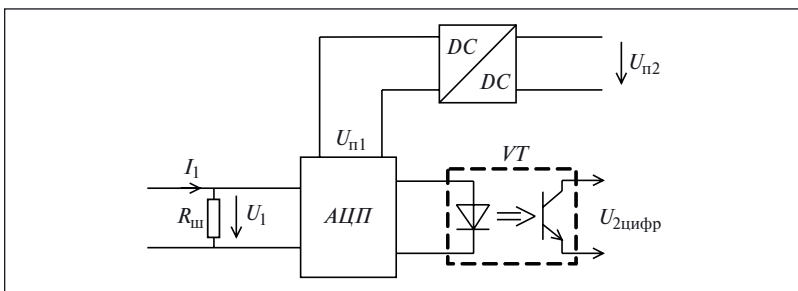


Рис. 1.23. Преобразователь аналогового сигнала

Достоинствами аналогового входа с трансформатором являются простота и надежность — за счет получения непосредственно от первичной цепи сигнала необходимой мощности.

Отметим, что вместо одного входного трансформатора с четырьмя первичными и одной вторичной обмоткой в устройствах некоторых типов для этой цели используют датчики Холла (рис. 1.21), устанавливаемые по одному на каждый вход (шинку сигнализации).

Ток шинки сигнализации I_c протекает по первичной обмотке и создает магнитное поле в зазоре, где установлен магниточувствительный элемент. Мощность сигнала, снимаемого с магниточувствительного элемента, мала, поэтому в схеме должен быть предусмотрен усилитель А.

Такое устройство способно преобразовывать любые сигналы — переменные, постоянные, импульсные. При поступлении импуль-

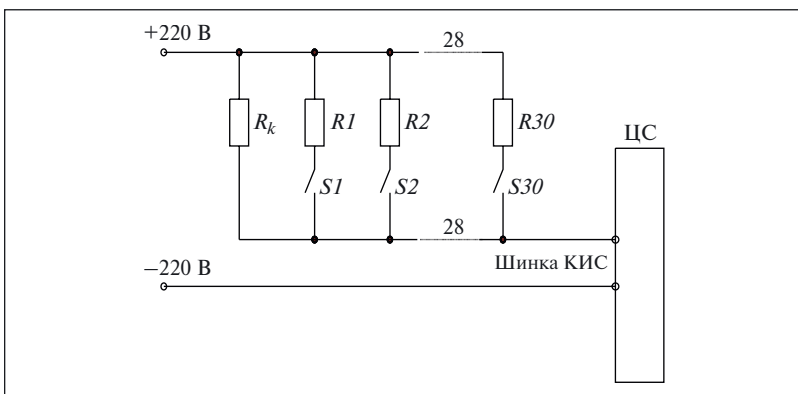


Рис. 1.24. Подключение датчиков к шинкам

сов постоянного тока на выходе формируются аналогичные по форме импульсы (рис. 1.22).

Недостатком датчика Холла является необходимость постоянных затрат энергии, даже при отсутствии импульсов тока в шинке.

Современная элементная база позволяет выполнить преобразование электрического сигнала, возникающего при замыкании или размыкании контакта датчика, непосредственно в цифровую форму, не применяя трансформаторов и датчиков Холла (рис. 1.23).

Ток шинки сигнализации I_1 , протекая по шунту $R_{ш}$, создает на нем падение напряжения U_1 , пропорциональное току. Напряжение поступает на вход аналого-цифрового преобразователя $AЦП$, где преобразуется в цифровой код. Гальваническая развязка аналогового входа и внутренних элементов устройства цифровой сигнализации обеспечивается применением гальванически развязанного блока питания $DC-DC$ и оптрона VT . Выходной сигнал $U_{2цифр}$ такого преобразователя пригоден для непосредственной обработки микропроцессором.

Сравнивая цифровые устройства различных производителей, можно увидеть, что к каждому аналоговому входу устройства подключается одна шинка с несколькими контактами датчиков и токоограничивающими резисторами (рис. 1.24).

Современные цифровые устройства центральной сигнали-

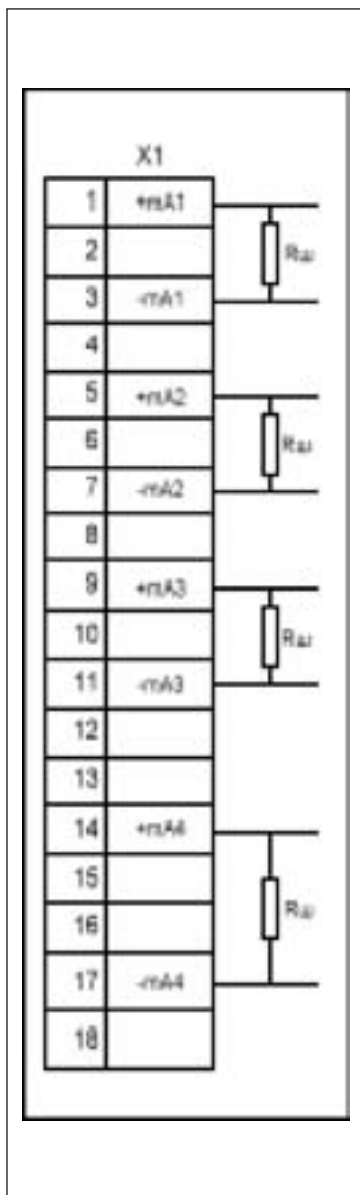


Рис. 1.25. Шунтирование аналоговых входов

зации обеспечивают непрерывный контроль исправности шинок (отсутствие обрыва шинки, ее обесточивание или неисправность внутренних цепей импульсной сигнализации). Для этого в схемах блоков предусмотрено подключение на шинку сигнализации резистора R_k (см. рис. 1.24), который рекомендуется устанавливать на дальнем от устройства ИС конце шинки.

Наличие резистора R_k , подключенного к шинке, и резистора $R_{ш}$ внутри устройства (рис. 1.25), шунтирующего аналоговый вход, обеспечивает протекание тока по шинке, необходимого для контроля ее исправности.

Отсутствие тока свидетельствует об обрыве цепи, а превышение током максимально допустимого значения воспринимается устройством как наличие короткого замыкания на шинке.

Сопротивление резистора R_k должно быть равно сопротивлению резисторов, подключенных к датчикам, так как это связано с чувствительностью токового входа.

Отметим, что на рис. 1.24, заимствованном из руководства по эксплуатации БМЦС, резистор R_k расположен так, что шинка “+ 220 В” на участке от него до резистора $R30$ не контролируется, так как ток протекает по цепи: + 220 В — R_k — вход БМЦС. Таким образом, для обеспечения контроля исправности шинки резистор R_k должен подключаться к самому дальнему от источника питания концу шинки сигнализации.

Расчет сопротивления токоограничивающих резисторов в руководствах по эксплуатации разных цифровых устройств сигнализации рекомендуется производить по формуле

$$R = \frac{U_{ш}}{\Delta I}, \quad (1.3)$$

где $U_{ш}$ — напряжение питания шинки; ΔI — приращение тока.

Расчетное значение сопротивления R , полученное по формуле (1.3), округляется до ближайшего меньшего стандартного значения.

В некоторых устройствах предусмотрено только одно значение приращения тока $\Delta I = 50$ мА, что соответствует току срабатывания реле РИС-Э2М. Выпускаются также устройства сигнализации, в которых возможно задание значения ΔI из некоторого диапазона, как задаются другие уставки цифровых устройств [1, 27 – 29]. Например, для максимального допустимого тока 2 А и диапазона $10 \text{ мА} > \Delta I > 200 \text{ мА}$ возможно подключение к шинке сигнализации от 9 (при задании уставки $\Delta I = 200$ мА) до 199 (при задании уставки $\Delta I = 10$ мА) контролируемых устройств (контактов датчиков) при

установке соответствующего количества токоограничивающих резисторов R .

Выбор конкретного значения ΔI диктуется только возможным уровнем помех на шинке сигнализации и энергетическими соображениями. Чем больше заданное значение ΔI , тем выше помехоустойчивость устройства, но тем больше мощность, выделяемая на резисторах $RI - R_n$ (см. рис. 1.24). Максимальное количество датчиков, подключаемых к каждой шинке, ограничивается значением суммарного тока при одновременном замыкании всех контактов в подключенных к шинке сигнализации цепях. Отметим, что в некоторых устройствах предусмотрен предохранитель, защищающий входную цепь от повреждения при протекании тока, превышающего максимально допустимый.

И, наконец, есть устройства, в которых предусмотрены два значения тока $\Delta I - 50$ и 200 мА¹. Необходимо отметить, что применение в современных цифровых устройствах центральной сигнализации значения $\Delta I = 200$ мА нельзя признать оправданным.

Номинальный ток $I_{\text{НОМ}}$ при использовании в цепи контакта резистора с номинальным сопротивлением $R_{\text{НОМ}} = 4,3$ кОм при номинальном напряжении $U_{\text{НОМ}} = 220$ В составит:

$$I_{\text{НОМ}} = U_{\text{НОМ}}/R_{\text{НОМ}} = 220/4300 = 51 \text{ мА.} \quad (1.4)$$

В этом случае при допуске значения тока аналогового входа $I_{\text{max}} = 2$ А максимальное количество подключаемых устройств составит:

$$N = I_{\text{max}}/I_{\text{НОМ}} = 2/0,051 = 39. \quad (1.5)$$

Однако в реальной обстановке с учетом допустимого отклонения напряжения оперативного питания на 10 % к шинке сигнализации можно одновременно подключить всего 35 устройств:

$$n = I_{\text{max}}/[U_{\text{НОМ}} \cdot (1, 1)/R_{\text{НОМ}}] = 2/[(220 \cdot 1, 1)/4300] = 35. \quad (1.6)$$

Если учитывать допуск на номинальное сопротивление резистора ($4,3$ кОм ± 10 %), то количество одновременно подключаемых датчиков не должно превышать 32:

$$n = (35/1,1) = 32. \quad (1.7)$$

При проектировании систем сигнализации с использованием современных микропроцессорных устройств центральной сигнализа-

¹ Напомним, что значение $\Delta I = 200$ мА соответствует току срабатывания реле РИС-Э2, а $\Delta I = 50$ мА — реле РИС-Э2М.

Таблица 1.3. Сравнительные характеристики аналоговых входов

Характеристика	БМЦС	“Бреслер-0107.05”	БЭМП-ЦС	“Сириус-ЦС”	ТЦС-100
Количество входов светодиодов	4 4 ¹	4 2 ²	4 —	4 5	6 6 ¹
Род тока	Постоянный				
Преобразователь импульсов	Трансформаторный	См. рис. 1.18	—	Датчик Холла	Датчик Холла
Максимальный входной ток, А	1,8	2	2	1,9	4
Приращение тока ΔI , мА	50	10 – 200 ³	50 – 250 ⁴	50 или 200	50
Длительность импульса, мс	50	1	—	30	50
Количество принимаемых сигналов для каждого входа	30	От 199 до 9 ⁵	От 35 до 8		80
Защита входной цепи ⁶	Нет	ПР ⁷	ПР	ПР	—
Входное сопротивление, Ом	2	0,1	—	2	< 0,5
Наибольший измеряемый ток, А	1,8	2	—	2	2
Минимальный измеряемый ток, А	0,05	0,8 ΔI	—	0,7 ΔI	0,8 ΔI
Погрешность измерения тока, %	± 3	± 1	—	$\pm 1,5$	± 1

¹ Сигнализирует о работе каждой из шинок сигнализации.

² Один светодиод сигнализирует о работе шинок сигнализации, второй — об их неисправности.

³ Задается при выборе уставки.

⁴ На датчике Холла.

⁵ Значение зависит от заданного приращения тока ΔI .

⁶ Для ТЦС-1000 обеспечивается конструкцией входа, имеющего термическую стойкость 20 А/с.

⁷ Предохранитель для каждого входа.

ции следует учитывать, что они способны определять количество внешних устройств, не только подключаемых к шинке, но и отключаемых от нее.

Для этого в алгоритме обработки сигнала предусмотрено применение информации как о количестве импульсов, соответствующих подключению и возврату внешних устройств, так и о текущем значении тока шинки. Поэтому на точность определения количества сигналов, подключенных к шинке¹, влияет и стабильность двух параметров — номинального сопротивления токозадающего резистора $R_{ном}$ и напряжения оперативного питания $U_{ш}$.

Сравнительные характеристики аналоговых входов микропроцессорных устройств сигнализации, применяемых в энергетике, приведены в табл. 1.3.

¹ На практике принято говорить: выставленных на шинке.

1.4. МОДУЛЬ ВЫХОДНЫХ РЕЛЕ

Практически во всех рассматриваемых в данной работе устройствах для коммутации внешних цепей используют в основном электромеханические реле. В одном из исполнений устройства БМЦС предусмотрена установка твердотельного реле, а в устройстве Бреслер-0107.050, состоящего из 10 выходных реле, 8 реле могут быть твердотельными (табл. 1.4).

В цифровых устройствах центральной сигнализации катушки выходных реле получают питание либо от внутреннего источника питания, либо от сети оперативного питания.

В устройствах сигнализации, где катушки выходных реле подключены к внутреннему источнику питания, время срабатывания реле практически не зависит от напряжения оперативного питания и уровня его пульсаций. Однако следует учитывать, что время срабатывания внешних реле, управляемых контактами выходных реле

Таблица 1.4. Сравнительные характеристики релейных выходов

Характеристика	БМЦС		“Бреслер-0107.05”	БЭМП-ЦС	“Сириус-ЦС”	ТЦС-100
Количество выходов:	8		10	16	16	8
электромеханические реле	8 или 7 ¹	—	10 или 2 ¹	16	16	8
твердотельные реле	—	1 или 0	0 — 8	—	—	—
Тип контакта реле ²	8 или 7П	—	1Р/93	П	63/6П	33/4П/1Р
Напряжение, В, не более:	250	400/280 ³	250	300/400 ³	264	250
Коммутируемый ток, А	$-\ / < 0,15^4$	$-\ / < 0,12^5$	0,4/0,2/ 0,15 ⁶	9/0,27 ⁶	8/0,15 ⁷	0,4/0,2 ⁶
Частота коммутации, Гц	—	< 10	—	—	—	—
Источник питания	Внт. ⁸	Внт.	Внш. ⁸	Внт.	Внт.	Внт.
Ток через контакты, А	—	—	8/— ⁹	< 16/ < 30 ⁹	—	—

¹ Для исполнения с твердотельным реле.

² П — переключающий, Р — размыкающий, З — замыкающий контакты.

³ В числителе — для постоянного тока, в знаменателе — для переменного тока (действующее значение).

⁴ Постоянная времени $L/R = 50$ мс при активно-индуктивной нагрузке.

⁵ При активной нагрузке.

⁶ При индуктивной нагрузке с постоянной времени $L/R < 40$ мс при напряжениях 110/220/250 В соответственно.

⁷ В числителе указан ток замыкания, в знаменателе — размыкания при активно-индуктивной нагрузке с $L/R = 50$ мс.

⁸ Внт. — внутренний, Внш. — внешний (оперативное напряжение).

⁹ В числителе — длительно, в знаменателе — в течение 4 с при скажности 10 %.

устройства, все равно зависит от изменения напряжения оперативного питания.

Известны цифровые устройства центральной сигнализации, в которых питание от внутреннего источника получают как выходные реле, так и все входные ячейки, что делает их менее зависимыми от изменений напряжения оперативного питания [41].

Преимущество применения внутреннего источника питания реле, не имеющего гальванических связей с источниками питания других цепей устройства, — бóльшая помехозащищенность выходных цепей, чем при питании реле от источника оперативного напряжения.

Недостаток встроенного источника питания — необходимость увеличения мощности модуля питания, что особенно ощутимо при большом количестве выходных реле.

Использование для питания катушек выходных реле источника оперативного питания хотя и позволяет уменьшить мощность, потребляемую непосредственно терминалом, но требует установки высоковольтных оптронов для управления реле внутри устройства. Кроме этого, при использовании реле с номинальным напряжением, отличающимся от напряжения источника оперативного питания, приходится применять балластные резисторы, что кстати, позволяет уменьшить время срабатывания реле за счет уменьшения постоянной времени L/R цепи управления.

Время срабатывания выходных реле, обмотки которых получают питание от напряжения оперативного питания, оказывается зависящим от изменения этого напряжения. Поэтому производители таких устройств специально указывают нижнее значение напряжения, при котором время срабатывания выходных реле существенно не изменяется. Как правило, напряжение оперативного питания не должно снижаться ниже 30 % номинального значения.

Одно из главных требований, которому должен отвечать модуль цифрового устройства с выходными реле, — отсутствие гальванической связи внутренних цепей устройства с внешними цепями (см. [33], п. 3.8.1).

При использовании электромеханических и твердотельных реле это требование выполняется достаточно просто, так как электрическая изоляция между контактами и катушкой управления реле выдерживает напряжение от 3 до 5 кВ.

В действующем РД [33] установлены вполне определенные требования к коммутационным характеристикам выходных реле:

- минимальный коммутируемый ток — 0,5 мА при $U = 24$ В (см. рис. 1.7 и текст к нему);

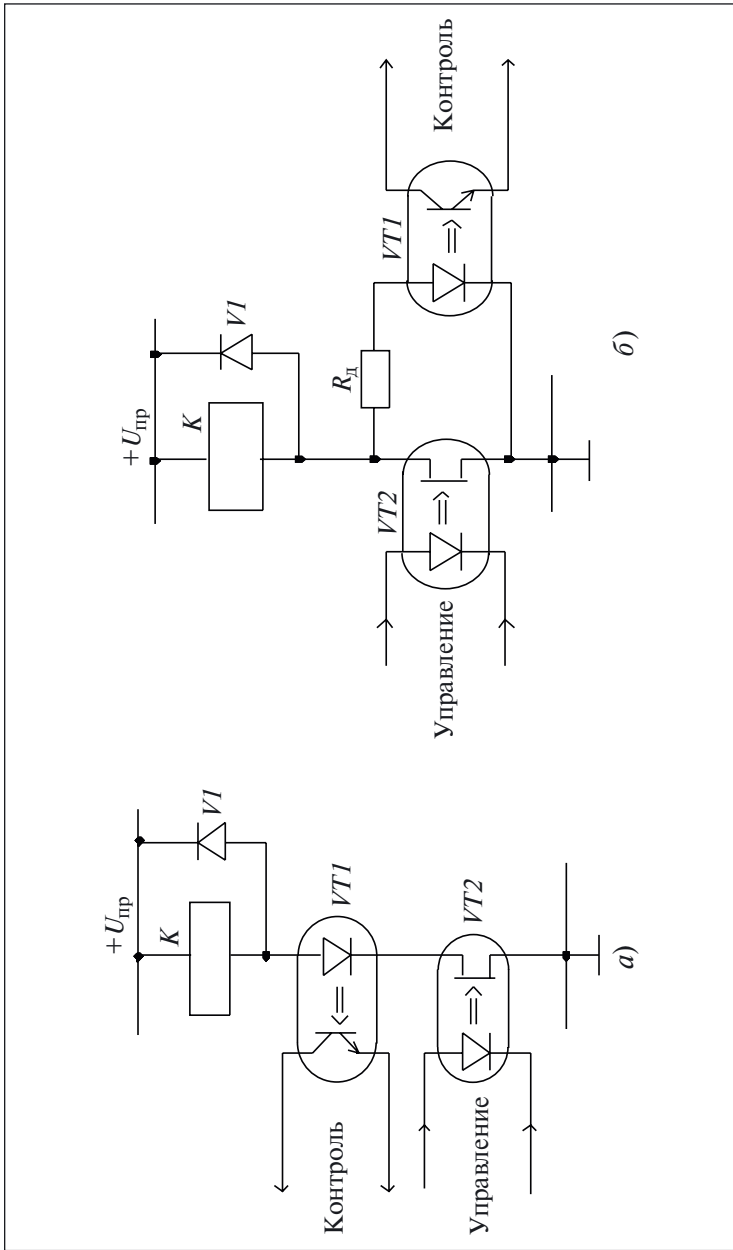


Рис. 1.26. Способы подачи тестовых сигналов:
 а — последовательный; б — параллельный

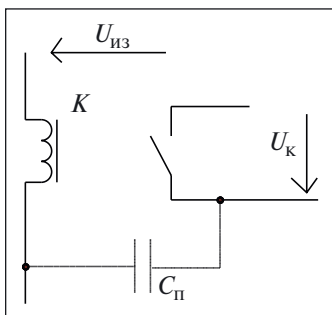


Рис. 1.27. Паразитная емкость между катушкой и цепями контактов реле:

$U_{из}$ — напряжение вход-выход, выдерживаемое изоляцией; $C_{п}$ — паразитная емкость между контактом и катушкой

- коммутация тока не менее 0,1 А при напряжении до 250 В в цепи с постоянной времени 0,02;
- износостойкость — 10 000 циклов.

Современные устройства центральной сигнализации в соответствии с требованием РД [33] обязательно имеют схему непрерывного диагностирования исправности цепи управления электромеханических реле. Наибольшее распространение получили два способа.

Первый заключается в пропускании через катушку реле импульса тока продолжительностью порядка 1 мс, который не вызывает срабатывания реле из-за большой инерционности его магнитной системы. Но находящийся в цепи управления оптрон *VT1* отреагирует на прохождение тестового импульса (рис. 1.26, *a*). Недостаток такой схемы проявится тогда, когда длительность тестового импульса превысит время срабатывания реле, что приведет к ложному срабатыванию проверяемого реле.

При подаче тестового импульса по схеме, показанной на рис. 1.26, *б*, через катушку реле протекает ток около 0,25 мА, достаточный для срабатывания оптрона *VT1*. При срабатывании управляющего оптрона *VT2* оптрон *VT1* шунтируется, что позволяет одновременно проверить и работу оптрона *VT2*.

Ложное срабатывание реле в такой схеме практически невозможно.

Помехозащищенность модуля выходных реле во многом определяется паразитной емкостью $C_{п}$ между катушкой реле *K* и цепями контактов (рис. 1.27). Из-за наличия большой паразитной емкости $C_{п}$ (десятки пикофард) традиционные схемы управления электромеханическими реле, применявшиеся в полупроводниковых релейных устройствах, в цифровых устройствах не применяются. Для управления реле используются элементы с оптической развязкой, имеющие емкость вход-выход менее 1 пФ (см. рис. 1.26).

ГЛАВА ВТОРАЯ

Управление сигналами

2.1. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ СИГНАЛЫ

В цифровых устройствах центральной сигнализации пользователю предоставлена возможность программного выбора метода управления не только индивидуальным оптическим сигналом, но и акустическим сигналом, включаемым контактами выходного реле звуковой сигнализации ЗС (рис. 2.1).

В цифровых устройствах индивидуальные оптические сигналы (светодиодные индикаторы) сигнализируют о состоянии дискретных входов. Индикаторы, сигнализирующие о состоянии шиннок, подключенных к аналоговым входам, можно отнести к индивидуальным только в том смысле, что они информируют о состоянии той или иной шинки — наличии или отсутствии хотя бы одного сигнала от подключенных к шинке датчиков.

В блоках центральной сигнализации различных производителей обычно предусматривается несколько методов управления индивидуальными сигналами, выбор одного из них производит пользователь при настройке устройства. Методы управления различаются способом квитирования, характером свечения индикатора и способом возврата сигнала (рис. 2.2).

Первый из рассматриваемых здесь методов управления индивидуальным оптическим сигналом обеспечивает его работу как повторителя входного сигнала — при наличии сигнала на дискретном входе светится соответствующий индикатор (рис. 2.3), т.е. обеспечивается автоматический возврат оптического сигнала. Этот метод управления предусматривает квитирование только акустического сигнала (см. сигнал “Квитирование” на рис. 2.3). Если сигнал квитирования не поступает, то после истечения промежутка времени $T_{ЗС}$ задаваемого пользователем при настройке устройства, акустический сигнал будет отключен. После квитирования или отключе-

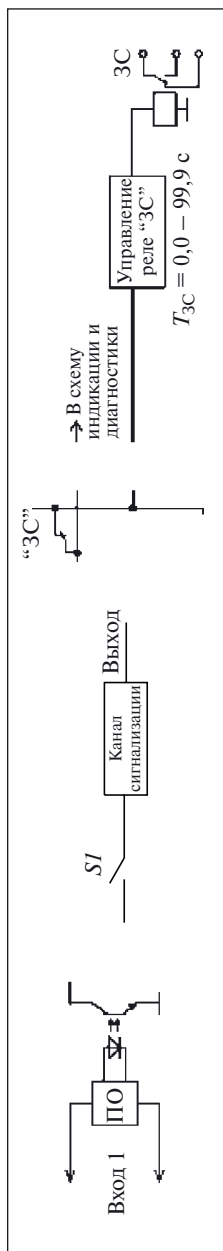


Рис. 2.1. Функциональная схема формирования индивидуальных сигналов

ния акустического сигнала через промежуток времени $T_{ЗС}$, схема снова готова к действию — формированию акустического и светового сигналов при появлении соответствующего сигнала на входе устройства.

Уставка $T_{ЗС}$ выбирается с определенной дискретностью из заранее установленного диапазона значений. При задании нулевого значения уставки $T_{ЗС}$ длительность звукового сигнала не ограничивается и для его выключения необходимо подать сигнал “Квитирование”.

Второй метод управления предусматривает управление оптическими и акустическими сигналами в соответствии с диаграммой на рис. 2.4. При поступлении сигнала на дискретный вход включается звуковой сигнал, а на индикаторе появляется мигающий свет. После получения сигнала “Квитирование” звуковой сигнал отключается и индикатор начинает светиться ровным светом до тех пор, пока на дискретном входе присутствует сигнал.

В отличие от первого метода, здесь не только обеспечивается автоматический возврат светового сигнала, но и сообщается о подаче сигнала “Квитирование” при наличии сигнала на входе. Во втором методе используется *совмещенное квитирование*, когда сигнал “Квитирование” действует на оба сигнала — световой и звуковой.

Для первого и второго методов управления квитирование производится однократной подачей сигнала — нажатием кнопки “Квитирование” или подачей сигнала на соответствующий вход устройства.

Третий метод управления предусматривает *раздельное квитирование* светового и звукового сигналов, а также автоматический возврат светового сигнала в соответствии с диаграммой на рис. 2.5. При поступлении входного сигнала срабатывает звуко-



Рис. 2.2. Классификация методов управления

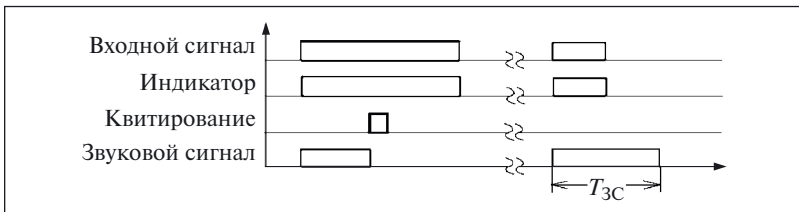


Рис. 2.3. Диаграмма для первого метода управления

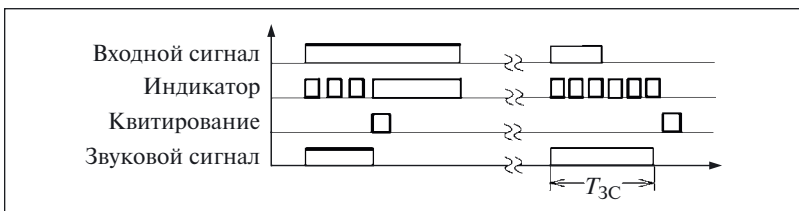


Рис. 2.4. Диаграмма для второго метода управления

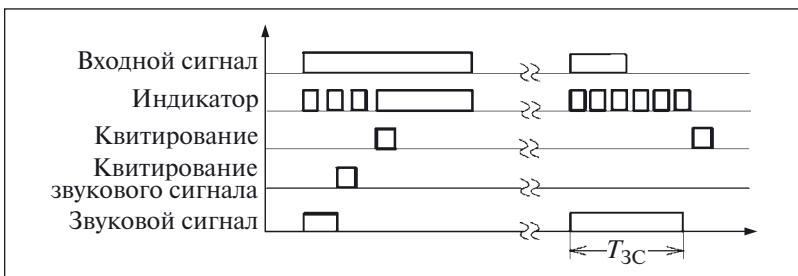


Рис. 2.5. Диаграмма для третьего метода управления

вой сигнал, а световой индикатор начинает светиться мигающим светом.

По команде “Квитиование звукового сигнала” или при первом нажатии кнопки “Квитиование” отключается звуковой сигнал, а переход светового сигнала в режим постоянного свечения происходит после поступления сигнала “Квитиование” или при повторном нажатии кнопки “Квитиование”.

Диаграмма для последнего из рассматриваемых методов управления приведена на рис. 2.6. Данный метод отличается прежде всего тем, что для него предусмотрен ручной возврат световой сигнализации. Квитиование звукового и светового сигналов производится отдельно, как и в методе, рассмотренном ранее (см. рис. 2.5). После квитирования светового сигнала он продолжает светиться ровным светом (даже после отключения входного сигнала) до тех пор, пока не будет выполнен ручной возврат.

Раздельное квитирование сигналов и ручной возврат светового сигнала производятся одной и той же кнопкой “Квитиование”.

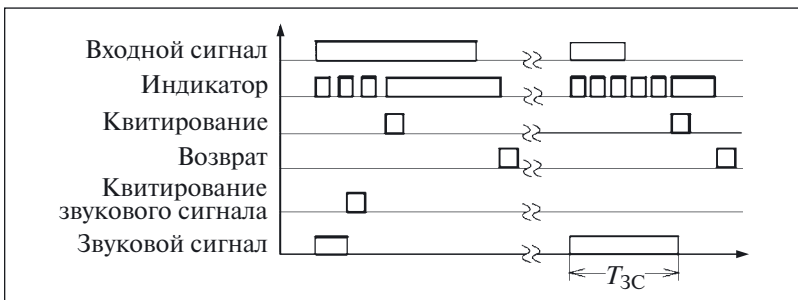


Рис. 2.6. Диаграмма для четвертого метода управления

- при первом нажатии кнопки (или при подаче сигнала на вход “Квитирование звукового сигнала”) происходит отключение звукового сигнала;
- при втором нажатии кнопки (или при подаче сигнала на вход “Квитирование”) световой сигнал начинает светиться ровным светом;
- при третьем нажатии кнопки (или при повторной подаче сигнала на вход “Квитирование”) происходит возврат световой сигнализации.

В традиционных схемах сигнализации элементы световой сигнализации включались в момент замыкания соответствующего контакта и отключались в момент его размыкания (см. рис. В10).

В цифровых устройствах дискретные входы могут работать, не только повторяя состояния контакта датчика, но и в других режимах, задаваемых при программировании устройства. Например, для каждого из дискретных входов (рис. 2.7) предусмотрен выбор одного из следующих типов датчиков потенциальных сигналов:

- замыкающий контакт $ЗК$ (ср. с контактом $В1$ на рис. В9);
- размыкающий контакт $РК$ (ср. с кнопкой $С1$ на рис. В9).

Кроме этого, возможен прием следующих импульсных¹ сигналов:

- $СПИ$ [сигнал на подъеме (переднем фронте) импульса — при замыкании контакта — аналог $ЗК$];
- $ССИ$ [сигнал на спаде импульса (заднем фронте) — при размыкании контакта — аналог $РК$];
- $СПСИ$ ² (сигнал на подъеме и спаде импульса).

Условия формирования сигнала “Выход” для датчиков различных типов следующие:

- при наличии на входе напряжения, превышающего напряжение устойчивого срабатывания $U_{ср}$, — для контакта $ЗК$;
- при наличии на входе напряжения меньшего, чем напряжение устойчивого несрабатывания $U_{неср}$, — для контакта $РК$;
- при изменении напряжения на входе от 0 до $U_{ср}$ — для $СПИ$;
- при изменении напряжения на входе от $U_{ср}$ до 0 — для $ССИ$;

¹ Импульсные сигналы используются, как правило, для регистрации событий, когда не важна продолжительность сигнала, а важен сам факт его появления или исчезновения.

² Прием сигналов $СПСИ$ предусмотрен, например, в устройствах БМЦС, ТЦС-100 и SACO 148.

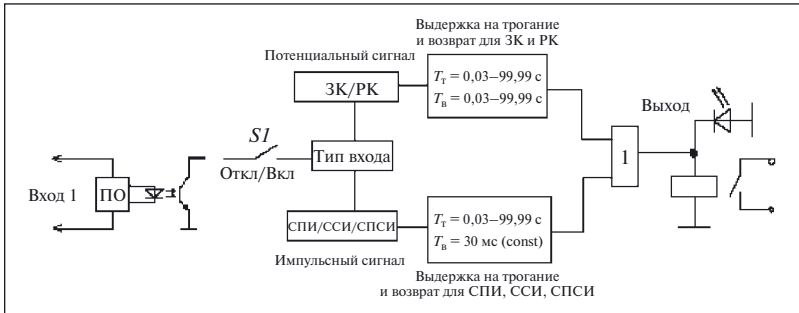


Рис. 2.7. Функциональная схема дискретного входа

- при каждом изменении напряжения на входе от 0 до U_{cp} и от U_{cp} до 0 с задержкой, равной выдержке времени на трогание — для СПСИ.

Визуальную информацию о состоянии дискретного входа пользователь получает от светодиодов, установленных на лицевой панели устройства. Реле, подключенное на выход канала сигнализации, формирует выходной дискретный сигнал для использования в других схемах.

Диаграммы работы дискретного входа для датчиков типа ЗК и РК приведены на рис. 2.8. Изменение типа датчика производится про-

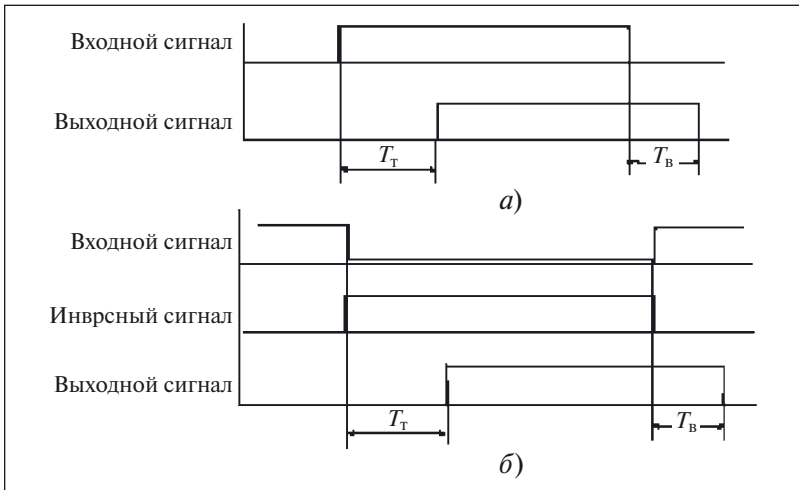


Рис. 2.8. Диаграмма работы дискретного входа для датчика типов ЗК (а) и РК (б)

граммным способом при настройке устройства и не требует применения промежуточных реле на входе, так как вид сигнала — прямой или инверсный — выбирается при настройке устройства, а возможность его инвертирования предусмотрена в каждом дискретном входе.

После квитирования состояние входов независимо от выбранного метода управления индивидуальными сигналами отображается следующим образом:

- индикатор светится при высоком уровне сигнала и погашен при низком уровне сигнала для дискретных входов, к которым подключены датчики типа *ЗК*, *СПИ*, *СПСИ*;
- индикатор светится при низком уровне сигнала и погашен при высоком уровне для дискретных входов, к которым подключены датчики *РК* и *ССИ*;
- индикатор светится при наличии хотя бы одного сигнала и погашен при отсутствии сигнала (ток шинки менее 65 мА) на шинке, подключенной к аналоговому входу.

Иные методы управления будут рассмотрены при описании конкретных устройств световой сигнализации.

2.2. ОБОБЩЕННЫЕ СИГНАЛЫ

В цифровых устройствах центральной сигнализации обычно предусмотрено несколько обобщенных сигналов — аварийной, предупредительной и другой сигнализации.

На рис. 2.9 приведена функциональная схема устройства сигнализации с пятью шинками обобщенной сигнализации (“1”, “2”, “3”, “4” и “5”) и шинкой звуковой сигнализации “ЗС”¹. Эти шинки вместе с выходами каналов сигнализации и входами схем управления обобщенными сигналами образуют *матрицу соединений*.

Элементы матрицы соединений между собой соединяются с помощью программных ключей, показанных на схеме в виде контактов.

Светодиоды, информирующие о состоянии дискретных и аналоговых входов (см., например, рис. В3, В7, В8) подключены на выход соответствующего канала сигнализации (см. на рис. 2.9 надпись “*В схему индикации и диагностики*”).

¹ Работа шинки обобщенной звуковой сигнализации была рассмотрена ранее (см. § 2.1).

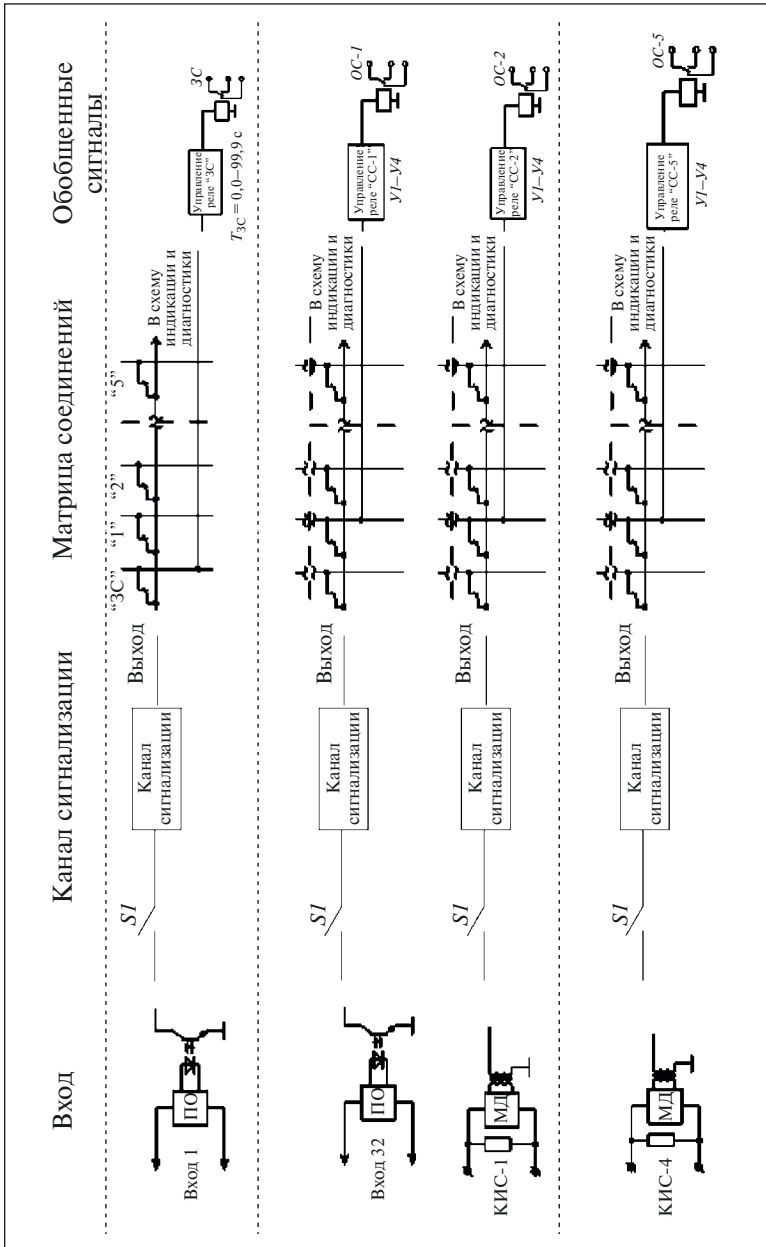


Рис. 2.9. Функциональная схема устройства сигнализации

В отличие от дискретных каналов сигнализации *Вход 1 — Вход 32*, формирующих индивидуальный сигнал, на выходе каналов сигнализации с аналоговыми входами *КИС-1 — КИС-4* формируются обобщенные сигналы, свидетельствующие о замыкании контакта хотя бы одного датчика, соединенного с этим входом.

В цифровых устройствах обычно предусмотрено несколько методов управления обобщенными сигналами, различающихся способом его квитирования, видом светового сигнала (непрерывный или мигающий), возможностью задания выдержки времени на трогание и возврат реле обобщенной сигнализации, видом подключаемых к входам датчиков.

Так как цифровые устройства центральной сигнализации предназначались прежде всего для замены традиционных схем сигнализации [25], то и методы управления обобщенными сигналами, предусмотренные в них, во многом повторяют те, что применялись ранее. Например, работа реле обобщенной сигнализации при управлении им по первому из рассматриваемых здесь методов может быть описана как *“логический элемент ИЛИ без квитирования”* (рис. 2.10).

Выходное реле обобщенной сигнализации (при нулевом значении выдержки на трогание), управляемое по этому методу, срабатывает при появлении первого по времени сигнала на шинке, к которой подключено данное реле, и сохраняет (при нулевой выдержке на возврат) это состояние до тех пор, пока на этой шинке есть хотя бы один сигнал.

При использовании этого метода управления подача сигнала “Квитирование” не изменяет состояния реле, а к шинке обобщенной сигнализации допускается подключение только сигналов от датчиков типов *ЗК* и *РК*.

Второй из рассматриваемых здесь методов обеспечивает срабатывание реле обобщенной сигнализации (при нулевой выдержке времени на трогание) одновременно с появлением первого по времени

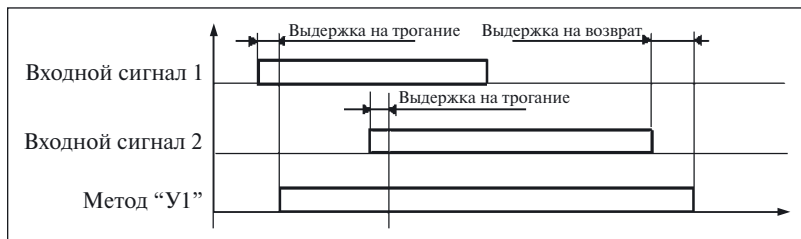


Рис. 2.10. Диаграмма первого метода управления

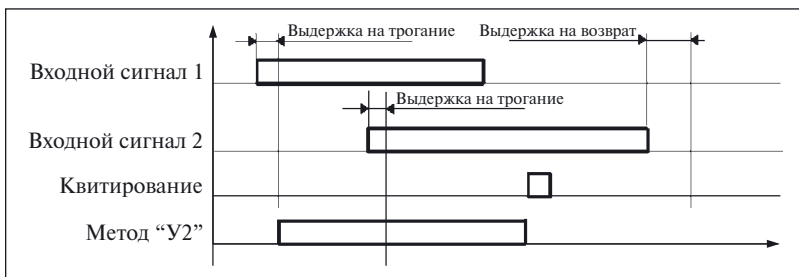


Рис. 2.11. Диаграмма второго метода управления

сигнала на шинке обобщенной сигнализации и не реагирует (при наличии первого по времени появления сигнала) на появление сигналов на других входах (рис. 2.11).

Логiku работы реле при управлении по второму из рассматриваемых здесь методов можно охарактеризовать как *запоминание первого по времени появления сигнала с обеспечением повторности действия после квитирования*.

Таким образом, возврат реле происходит по сигналу “Квитирование”, после чего реле готово к срабатыванию при поступлении очередного сигнала на шинку обобщенной сигнализации, к которой программным ключом подсоединено реле обобщенной сигнализации.

Реле, управляемое по третьему из рассматриваемых методов, формирует выходной сигнал постоянной продолжительности (рис. 2.12) при каждом появлении сигнала на шинке обобщенной сигнализации (при нулевой выдержке на трогание), т.е. реагирует на передний фронт входного сигнала. Сигнал “Квитирование” не изменяет состояния реле. Логика работы — *повторитель входных сигналов с автоматическим возвратом без квитирования*.

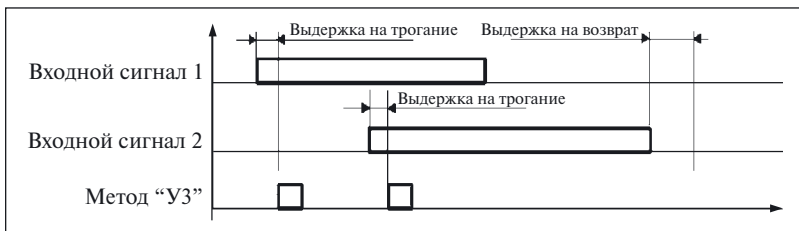


Рис. 2.12. Диаграмма третьего метода управления

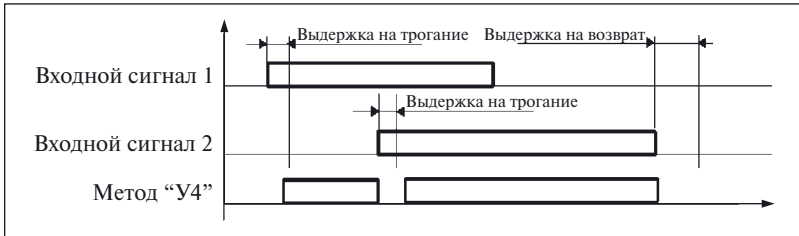


Рис. 2.13. Диаграмма четвертого метода управления

При управлении реле обобщенной сигнализации по четвертому из рассматриваемых методов срабатывание реле происходит при появлении первого по времени входного сигнала с учетом выдержки на трогание. При поступлении каждого следующего сигнала происходит возврат реле на время, заданное изготовителем устройства (рис. 2.13).

Полный возврат реле обобщенной сигнализации происходит только после отключения всех входных сигналов. Сигнал “Квитирование” не изменяет состояния реле.

При выборе такого метода управления к шинке обобщенной сигнализации можно подключать только сигналы от датчиков типов *ЗК* и *РК*.

Логика работы — логический элемент *ИЛИ* без квитирования с кратковременным возвратом при появлении очередного по времени сигнала.

Пятый метод управления обеспечивает работу реле обобщенной сигнализации в режиме источника мигающего света, формируя последовательность импульсов частотой 1 Гц (рис. 2.14). В этом случае к шинке обобщенной сигнализации можно подключать только сигналы от датчиков типа *ЗК* и *РК*.

Возврат реле обобщенной сигнализации происходит только после отключения всех входных сигналов. Сигнал “Квитирование” не

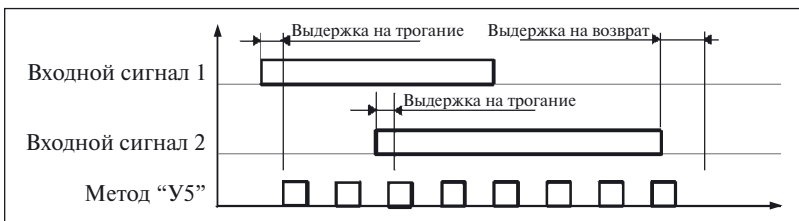


Рис. 2.14. Диаграмма пятого метода управления

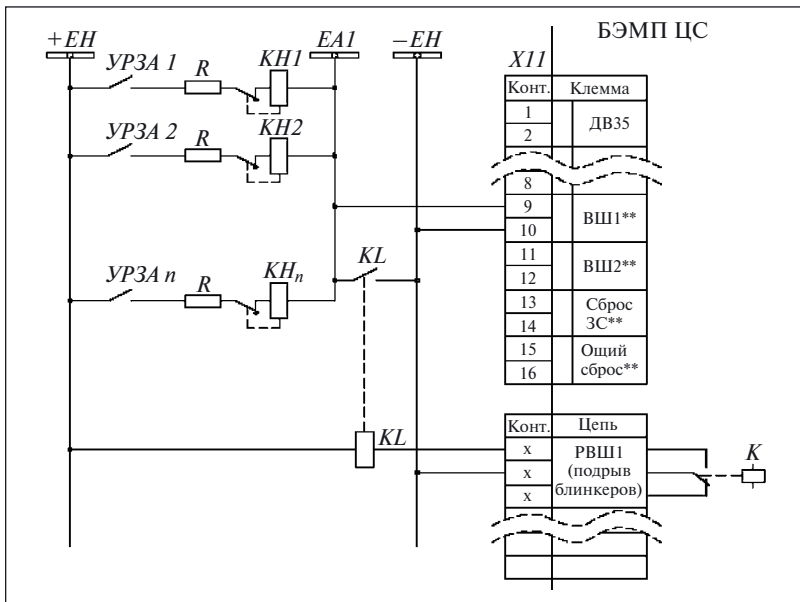


Рис. 2.15. Схема управления вспомогательными шинками [28]

изменяет состояния реле. Логика работы — логический элемент *ИЛИ* без квитиования с формирователем импульсных сигналов.

Обратим внимание на то, что выходное реле обобщенной сигнализации, управляемое в соответствии с данным методом, позволяет организовать шинку мигающего света без применения традиционных пульс-пар на электромеханических реле.

Во многих устройствах центральной сигнализации [1, 27 – 29] предусмотрены специальные выходы обобщенного сигнала — реле вспомогательных шинок *РВШ1*, управляющих указательными реле (рис. 2.15).

Вспомогательные шинки *EA1* и *-EH* подключают к специальным дискретным входам *ВШ1* или *ВШ2*, которые реагируют на появление оперативного тока с выдержкой времени, задаваемой при настройке устройства.

После срабатывания входа вспомогательной шинки контакт выходного реле, запрограммированного на режим *РВШ*, замыкается на время $T_{\text{импВШ}}$ и включает реле *KL*. Контакт этого реле должен быть рассчитан на коммутацию тока, протекающего через все одновре-

менно включенные указательные реле $KH1 - KH_n$. Ток через контакт реле ограничивают резисторы $R3.1 - R3.n$.

Наличие сигнала на входе вспомогательной шинки отображается ровным свечением соответствующего светодиода. При срабатывании входа светодиод начинает мигать. После квитирования светодиода погасает (при отсутствии сигнала) или переходит опять в режим постоянного свечения (при наличии сигнала).

Если после возвращения реле $PВШ$ сигнал с входа вспомогательной шинки не будет снят (неуспешная попытка), предусмотрено еще две попытки включения реле KL^1 . После выполнения третьей неуспешной попытки вход вспомогательной шинки блокируется до снятия входного сигнала, а соответствующий светодиод начинает мигать.

Другие методы управления обобщенными сигналами будут рассмотрены при описании конкретных устройств центральной сигнализации.

¹ В технической литературе в описаниях схем сигнализации используют термин “подрыв” бленкера, которым обозначают срабатывание указательных реле (при срабатывании реле цепь разрывается или, как говорят, “подрывается”).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Бленкер (англ. blinker — мигающий фонарь, от blink — мигать) — самозакрывающийся электромагнитный прибор для оптической сигнализации. Данная форма написания зафиксирована во многих изданиях и в Интернете.

Форма написания *блнккер* применяется в настоящее время для обозначения мигающих фонариков-брелков, аксессуаров сотовых телефонов и т.п.

Различают бленкеры постоянного тока с блокирующей обмоткой и переменного тока (индукторный бленкер).

Действующий ГОСТ 16022–83 предписывает для обозначения таких устройств применять термин “указательное электрическое реле”, определяя его как логическое электрическое реле, предназначенное для указания срабатывания или возврата других коммутационных аппаратов.

Тем не менее в классификаторе УДК по-прежнему сохранился класс 654.915.3 для сигнальных табло с бленкерами и электрических бленкеров.

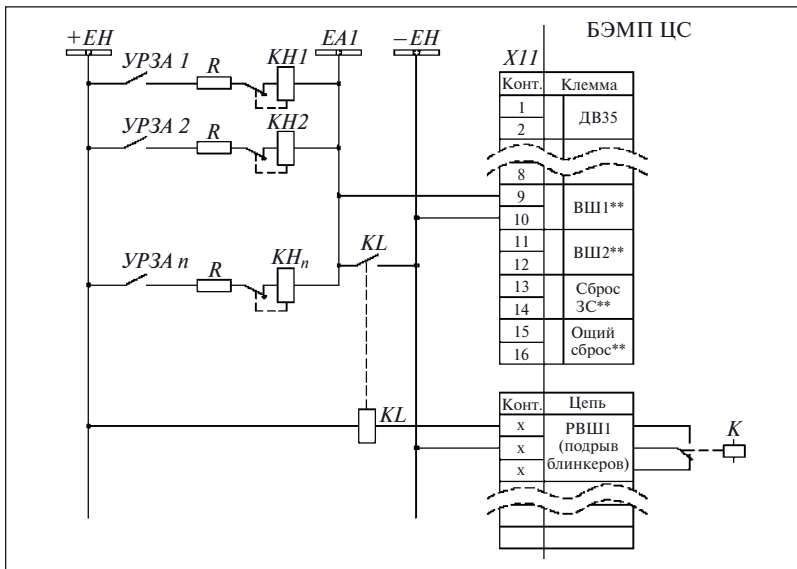


Рис. П1. Схема сигнализации с токовыми бленкерами и вспомогательными шинками

“Подрыв” бленкера — термин, используемый в технической литературе и на практике, например в описаниях схем сигнализации с вспомогательными шинками и токовыми указательными реле (бленкерами) $KH_1 - KH_n$ (рис. П1), для обозначения срабатывания этих реле.

Для “подрыва” указательного реле используют контакт промежуточного реле KL , который должен быть рассчитан на коммутацию суммарного тока всех одновременно включенных реле $KH_1 - KH_n$. Управляет работой этого реле блок центральной сигнализации, вход вспомогательных шинок $BШ1$ которого реагирует на появление оперативного тока на шинках — EH и EAI . Через некоторое время, задаваемое выдержкой, замыкается контакт выходного реле K . Замкнутое состояние контакта, обеспечивающее появление на шинке EAI минуса оперативного питания, сохраняется в течение времени $T_{имп}$.

При срабатывании сигнальных реле цепь их “подрывается” (разрывается), с шинки EAI снимается плюс оперативного питания, что позволяет освободить шинку для приема сигналов.

Список литературы

1. **Блок** центральной сигнализации “Сириус-ЦС”: Руководство по эксплуатации, паспорт. М.: ЗАО “Радиус-автоматика”, 2004 (цит. редакция документа, представленная на сайте www.rza.ru).
2. **Гельфанд Я. С., Голубев М. Л., Царев М. И.** Релейная защита и электроавтоматика на переменном оперативном токе / Под общ. ред. М. И. Царева. 2-е изд., перераб. М.: Энергия, 1973.
3. **Гондуров С. А., Захаров О. Г.** Требования к оперативному питанию цифровых устройств релейной защиты и автоматики // Энергия и менеджмент. 2005. Сентябрь-октябрь.
4. **ГОСТ 758-81.** Обозначения условные графические в схемах. Сигнальная техника. М.: ИПК “Издательство стандартов”, 2002.
5. **ГОСТ 2933-83.** Аппараты электрические низковольтные. Методы испытаний. М.: ИПК “Издательство стандартов”, 2001.
6. **ГОСТ Р 51317.4.11-99 (МЭК 61000-4-11-94).** Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к динамическим изменениям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний. М.: ИПК “Издательство стандартов”, 2000.
7. **Гумин И. Я., Гумин М. И., Устинов В. Ф.** Вторичные схемы электрических станций и подстанций. М.: Энергия, 1964.
8. **Гуревич В.** Проблема выходных реле, используемых в микропроцессорных устройствах релейной защиты: что делать? // Электроinfo. 2006. № 11. С. 67 – 73.
9. **Захаров О. Г.** Выбираем цифровое устройство центральной сигнализации // Вести в электроэнергетике. 2005. № 4. С. 39 – 45.
10. **Захаров О. Г.** Настройка схем сигнализации // Судостроение. 1997. № 7. С. 39.
11. **Захаров О. Г.** Определение дефектов в релейно-контакторных схемах. СПб., 1995.
12. **Захаров О. Г.** Словарь-справочник по настройке судового электрооборудования. Л.: Судостроение, 1987.
13. **Захаров О. Г.** Сравнивая цифровые устройства сигнализации БМЦС и “Сириус-ЦС” // Сибирский промышленник. Западно-Сибирский регион. 2005. С. 46 – 48.

14. **Захаров О. Г.** Схема централизованной световой сигнализации с обобщенным звуковым сигналом // Судостроение. 1975. № 3. С. 35.
15. **Захаров О. Г.** Требования к устройствам частотной разгрузки // Электротехнический рынок. 2008. № 1 (19).
16. **Захаров О. Г., Козлов В. Н.** Аналоговые сигнальные входы устройств центральной сигнализации // Вести в электроэнергетике. 2008. № 4. С. 39 – 42.
17. **Захаров О. Г., Козлов В. Н.** Дискретные входы цифровых устройств центральной сигнализации // Электротехнический рынок. 2008. № 4 (22). С. 74.
18. **Захаров О. Г., Козлов В. Н.** Корректировка требований к условиям питания оперативным током цифровых устройств защиты, автоматики и сигнализации // Электротехнический рынок. 2008. № 2 (20).
19. **Звуковые системы сигнализации с речевым воспроизведением.** <http://www.pfannenber.com/ru/products/Sprachschallgeber.htm>
20. **Иванов Е. А., Дьячков А.** Как правильно измерить сопротивление изоляции электроустановок // Новости электротехники. 2008. № 2 (50).
21. **Иванов М. С., Панферов В. В.** Электромагнитная совместимость технических средств, используемых на промышленных предприятиях // Электротехнический рынок. 2008. № 2 (20). С. 78.
22. **Каталог продукции 2007.** Воронеж, ОАО “Автоматика”, 2007.
23. **Козлов В. Н., Ефимов Н. С.** Устройства РЗА НПП и ИЦ “Бреслер” // Сб. докл. “Релейная защита и автоматика энергосистем 2004”, М., 2004. С. 6 – 62.
24. **Контактная система электромагнитного реле.** Загрязнения и оксидные слои на поверхности контактов реле. http://www.atof.ru/pea/relay/rl_010.shtml.
25. **Лабок О. П.** Сигнализация на подстанциях. М.: Энергия, 1973. [Скачать книгу можно по адресу: <http://www.rza.org.ua/down/o-28.html>].
26. **Микропроцессорное релейное устройство импульсной сигнализации.** Патент № 2195707 7G08 B29/00, G01 R31/08. // Бюл. изобретений. 2002. № 36.
27. **Микропроцессорный блок центральной сигнализации “Бреслер-0107.05”.** Техническое описание и руководство по эксплуатации. Чебоксары, 2008.
28. **Микропроцессорный блок центральной сигнализации БЭМП-ЦС.** http://www.cheaz.ru/tech_info/files/bemp-cs_el.pdf
29. **Новые устройства “Сириус-ЦС” и “Орион-2”** // Энергетика и промышленность России. 2004. № 8 (48).
30. **Номенклатурный каталог 2003.** Воронеж, ОАО “Автоматика”, 2003.

31. **Правила** устройства электроустановок. М.: Главгосэнергонадзор России, 1998.
32. **Приложение Б.** Подключение внешних накопителей. [http:// yanviktor.narod.ru/rele/bmrz/bmrz_100 re.pdf](http://yanviktor.narod.ru/rele/bmrz/bmrz_100_re.pdf).
33. **РД 34.35.310-97.** Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем. М.: ОРГРЭС, 1997.
34. **Руководство** по ТЦС 100. [http:// www.belemn.com/files/200708311915140.manual_TCS_100.pdf](http://www.belemn.com/files/200708311915140.manual_TCS_100.pdf)
35. **“Сириус-ЦС”.** Сигнализация для подстанций // Новости электротехники. 2004. № 3 (27). С. 63.
36. **Разработка** шкафа центральной сигнализации на базе устройства “Сириус-ЦС” фирмы “Радиус Автоматика”. [http:// dwg.ru/f/showthread.php?t=15942](http://dwg.ru/f/showthread.php?t=15942)
37. **СО 34.35.655.** Методические указания по наладке и проверке промежуточных, указательных реле и реле импульсной сигнализации. ПО Союзтехэнерго, 10.09.1980 (Отменен). [http:// rza.so-cdu.ru/sravn_mp_rza.htm](http://rza.so-cdu.ru/sravn_mp_rza.htm).
38. **Терминал** центральной сигнализации ТЦС-100 (цит. редакция документа, представленная на сайте [http:// belemn.com/products_5_item 29.html](http://belemn.com/products_5_item_29.html)).
39. **Требования** по выполнению условий электромагнитной совместимости на объектах электроэнергетики: Методические указания. // Библиотечка электротехника. Приложение к журналу “Энергетик”. 2005. Вып. 10 (82).
40. **Цифровые** устройства релейной защиты. Каталог продукции 2004. СПб.: НТЦ “Механотроника”, 2004.
41. **Control Data Communicator SACO 148D4.** [http:// www.abb.ru/product/db0003db004281/c12573e700330419c125693d00447211.aspx](http://www.abb.ru/product/db0003db004281/c12573e700330419c125693d00447211.aspx)

Содержание

Часть 1

Предисловие	3
Введение. Немного о сигнализации.	5
ГЛАВА ПЕРВАЯ. Узлы и модули	
цифровых устройств сигнализации	15
1.1. Модуль питания	15
1.2. Дискретные входы.	22
1.3. Аналоговые входы.	32
1.4. Модуль выходных реле	41
ГЛАВА ВТОРАЯ. Управление сигналами	45
2.1. Индивидуальные сигналы	45
2.2. Обобщенные сигналы.	51
Приложение	58
Список литературы.	60

Часть 2

Предисловие

ГЛАВА ТРЕТЬЯ. Описания цифровых устройств сигнализации	
3.1. Микропроцессорный блок центральной сигнализации (БМЦС)	
3.2. Сириус-ЦС	
3.3. “Бреслер-0107.050”	
3.4. ТПС-100	
3.5. БЭМП-ЦС	
ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ. Устойчивость к воздействию факторам	
4.1. Климатическая устойчивость	
4.2. Механическая устойчивость	
4.3. Помехозащищенность	
ГЛАВА ПЯТАЯ. Интерфейс	
5.1. Подключение к ПЭВМ и АСУ	
5.2. Диалог с устройствами	
Список литературы	

Библиотечка электротехника

Приложение к производственно-массовому журналу “Энергетик”

ОЛЕГ ГЕОРГИЕВИЧ ЗАХАРОВ

ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ КОЗЛОВ

Цифровые устройства центральной сигнализации (Часть 1)

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

115280, Москва, ул. Автозаводская, 14/23

Телефоны: (495) 675-19-06, тел./факс: 234-74-21

Редакторы: **Л. Л. Жданова, Н. В. Ольшанская**

Худож.-техн. редактор **Т. Ю. Андреева**

Корректор **Е. П. Севостьянова**

Сдано в набор 16.06.09. Подписано в печать 28.07.09.

Формат 60×84¹/₁₆. Печать офсетная.

Печ. л. 4,0. Заказ БЭТ/07(127)-2009

Макет выполнен издательством “Фолиум”: 127238, Москва, Дмитровское ш., 58.

Отпечатано типографией издательства “Фолиум”: 127238, Москва, Дмитровское ш., 58.