

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Романчук Игорь Сергеевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 07.11.2025 15:30:14

Уникальный программный ключ:

6319edc2b582ffa4443f01d57745b8d0957ac34f5cd074d81181530452470



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

В соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» ТюмГУ является правопреемником ГАУ Северного Зауралья и продолжает реализовывать образовательные программы по соответствующим видам, уровням и условиям обучения, в том числе с сохранением всех существующих форм и условий обучения

И.В. Савчук, Д.О. Суринский



Тюмень – 2019

УДК 621.311
ББК 31.2
С 13

Рецензенты

Рожкова Т.В. кандидат технических наук, доцент кафедры «Лесного хозяйства, деревообработки и прикладной механики»

Большаков Ю.Н. кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроснабжения и радиотелемеханики», Тюменского высшего военно-инженерного командного училища имени маршала инженерных войск А.И. Прошлякова

Савчук И.В. Единая система конструкторской документации: учебное пособие/ И.В. Савчук, Д.О. Суринский. — Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2019. – 129 с.

В учебном пособии приведены основные сведения о схемах и чертежах электроустановок общего назначения, правила их выполнения в соответствии с ЕСКД, даны условные графические и буквенно-цифровые обозначения элементов и маркировка электрических цепей. Рассмотрены наиболее распространенные типы электрических схем: принципиальные, функциональные.

Пособие предназначено для обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия». Данное учебное пособие будет полезным обучающимся, осваивающим дисциплины теоретическая механика; метрология, стандартизация и сертификация; электрические машины и аппараты; электроснабжение; электротехника и электроника; светотехника и электротехнологии, а также при выполнении курсовых работ, и выпускной квалификационной работы.

Рекомендовано к печати учебно-методической комиссией механико-технологического института

протокол № от «29» ноября 2019 г.

© ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья»,
2019

© Савчук И.В., Суринский Д.О., сост., 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
Раздел 1. Теоретическая часть.....	7
Глава 1. Требования к оформлению текстовой документации.....	7
1.1 Общие положения, область применения, нормативные ссылки для текстовых документов.....	7
1.2 Требования к текстовым документам, содержащим, в основном, сплошной текст.....	10
1.3 Требования к текстовым документам, содержащим текст, разбитым на графы.....	27
Контрольные вопросы.....	28
Глава 2 Общие сведения о чертежах и схемах электроустановок.....	29
2.1 Основные средства изображения устройств и установок.....	29
2.2. Виды и типы схем.	30
2.3 Особенности схем электроустановок и общие требования к их выполнению.	31
Контрольные вопросы.	33
Глава 3 Условные графические обозначения в электрических схемах..	34
3.1 Построение условных графических обозначений.....	34
3.2 Примеры условных графических обозначений.....	40
3.3 Размеры условных графических обозначений.....	57
Контрольные вопросы.	59
Глава 4. Условные буквенно-цифровые обозначения в электрических схемах.....	60
4.1. Общие сведения о буквенно-цифровых обозначениях в электрических схемах.	60
4.2. Позиционные обозначения.	61
4.3. Обозначение цепей.	67
Контрольные вопросы.	75

Глава 5. Принципиальные электрические схемы.....	76
5.1. Основные правила выполнения принципиальных электрических схем.....	76
5.2. Схемы электрического освещения.	77
5.3. Схемы распределения электроэнергии между потребителями.....	79
5.4 Схемы электроустановок с электронной и микроэлектронной аппаратурой.....	82
Контрольные вопросы.	86
Глава 6. Схемы соединений и подключения.....	87
6.1. Общие сведения.	87
6.2. Схемы соединений.	89
6.3. Схемы подключения.	92
Контрольные вопросы.	95
Глава 7. Электротехнические чертежи.	96
7.1. Общие сведения.	96
7.2. Чертежи электрических устройств на напряжение до 1000 В.....	98
7.3. Чертежи электрооборудования на напряжение выше 1000 В.....	99
7.4. Электротехнические чертежи распределительных устройств и подстанций на напряжение выше 1000 В.....	99
7.5. Чертежи линий электропередачи.....	101
Контрольные вопросы.	104
Раздел 2. Практическая часть.....	105
Глава 8 Графическое оформление электрической схемы.....	105
8.1 Разновидности схем и их особенности.....	105
8.2 Общие сведения о задании.....	107
8.3 Индивидуальные графические по выполнению схем электрических.	108
8.4 Индивидуальные графические задания по выполнению схем электрических.....	113
Список литературы.....	128

Введение

Электроэнергетика играет ведущую роль во всех отраслях народного хозяйства. На современном этапе ее развития эта роль значительно возрастает.

Поставленные правительством задачи по развитию электроэнергетики предусматривают опережающие темпы роста производства электроэнергии по сравнению с темпами добычи и производства первичных энергетических ресурсов.

Непосредственно на действующих электроустановках должно быть демонтировано и модернизировано устаревшее и малоэффективное оборудование.

В связи с этим предъявляются требования к подготовке обучающихся направления подготовки «Агроинженерия» по профилю «Электрооборудование и электротехнологии АПК».

При их подготовке по данному направлению обучения, необходимо научить пользоваться технической документацией, особенно электрическими схемами и чертежами. Учебными планами предусмотрена дисциплина «Единая система конструкторской документации». При прохождении производственных практик необходимо знание схем и чертежей конкретных электроустановок.

Чтение схем и чертежей современных электроустановок представляет сложную задачу для обучающихся. Это связано с тем, что в электроустановках широко применяются средства автоматики, телемеханики и вычислительной техники, в которых наряду с традиционными электромеханическими устройствами (электромеханическими реле, контакторами, приводами коммутационных аппаратов) используются электрорадиокомпоненты, электронная и микроэлектронная аппаратура.

В последнее время внесено много изменений и дополнений в стандарты ЕСКД по правилам выполнения электрических схем и чертежей и использования в них условных графических обозначений, буквенно-цифровых обозначений отдельных элементов и электрических цепей.

Цель данного учебного пособия — помочь обучающимся овладеть

знаниями, умениями и навыками чтения схем и чертежей электроустановок. Для этого рассматриваются общие принципы построения условных графических обозначений, буквенно-цифровых обозначений элементов (позиционные обозначения) и обозначений электрических цепей, а также приведены конкретные примеры условных, графических и буквенно-цифровых обозначений, наиболее часто встречающихся в схемах электроустановок. Особое внимание уделено принципиальным схемам, определяющим все входящие в электроустановки элементы и электрические связи между ними. Приведены основные правила выполнения принципиальных схем.

В отдельной главе приведен порядок нанесения на планах зданий и сооружений электрооборудования и проводок, а также условные обозначения электростанций и подстанций в схемах электроснабжения и на картах местности. Рассмотрены электротехнические чертежи комплектных устройств на напряжение до 1000 В, некоторых видов электрооборудования, распределительных устройств и подстанций на напряжение выше 1000 В, а также воздушных электрических и кабельных линий.

РАЗДЕЛ 1 Теоретическая часть

Глава 1 Требования к оформлению текстовой документации

1.1 Общие положения, область применения, нормативные ссылки для текстовых документов

Область применения: Настоящий стандарт устанавливает общие требования к выполнению текстовых документов на изделия машиностроения, приборостроения и строительства.

Общие положения.

Текстовые документы подразделяют на документы, содержащие, в основном, сплошной текст (технические условия, паспорта, расчеты, пояснительные записки, инструкции и т.п.), и документы, содержащие текст, разбитый на графы (спецификации, ведомости, таблицы и т.п.).

Текстовые документы выполняют на формах, установленных соответствующими стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Системы проектной документации для строительства (СПДС).

Требования, специфические для некоторых видов текстовых документов (например эксплуатационных документов), приведены в соответствующих стандартах.

Подлинники текстовых документов выполняют одним из следующих способов:

- машинописным, при этом следует выполнять требования ГОСТ 13.1.002-2003. Шрифт пишущей машинки должен быть четким, высотой не менее 2,5 мм, лента только черного цвета (полужирная);
- рукописным - чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм. Цифры и буквы необходимо писать четко черной тушью;
- с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ (ГОСТ 2.004-88).

Копии текстовых документов выполняют одним из следующих способов:

- типографским - в соответствии с требованиями, предъявляемыми к изданиям, изготовляемым типографским способом;
- ксерокопированием - при этом рекомендуется размножать способом двустороннего копирования;
- светокопированием;
- микрофильмированием;
- на магнитных носителях данных.

Вписывать в текстовые документы, изготовленные машинописным способом, отдельные слова, формулы, условные знаки (рукописным способом), а также выполнять иллюстрации следует черными чернилами, пастой или тушью.

Расстояние от рамки формы до границ текста в начале и в конце строк - не менее 3 мм.

Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10 мм.

Абзацы в тексте начинают отступом, равным пяти ударам пишущей машинки (15 - 17 мм).

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения документа, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графика) машинописным способом или черными чернилами, пастой или тушью рукописным способом.

Повреждения листов текстовых документов, помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графика) не допускаются.

После внесения исправлений документ должен удовлетворять требованиям микрофильмирования, установленным ГОСТ 13.1.002-2003.

Для размещения утверждающих и согласующих подписей к текстовым документам рекомендуется составлять титульный лист и (или) лист утверждения в соответствии с разделом 6 настоящего стандарта.

Обязательность и особенности выполнения титульных листов оговорены в стандартах ЕСКД и СПДС на правила выполнения соответствующих документов.

К текстовым документам рекомендуется выпускать лист регистрации изменений в соответствии с ГОСТ 2.503-2013 и ГОСТ 21.101-2013.

Нормативные ссылки.

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ

ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД. Основные надписи

ГОСТ 2.106-2019 ЕСКД. Текстовые документы

ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам

ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы

ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные

ГОСТ 2.316-2008 ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц

ГОСТ 2.321-84 ЕСКД. Обозначения буквенные

ГОСТ 2.503-2013 ЕСКД. Правила внесения изменений

ГОСТ Р 6.30-3003 Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов

ГОСТ 7.32-2017 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления

ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы физических величин

ГОСТ 13.1.002-2003 Репрография. Микрография. Документы для съемки. Общие требования и нормы

ГОСТ 21.1101-2013 СПДС. Основные требования к рабочей документации

ГОСТ 28388-89 Система обработки информации. Документы на магнитных носителях данных. Порядок выполнения и обращения.

1.2 Требования к текстовым документам, содержащим, в основном, сплошной текст

При построении текстового документа, текст документа при необходимости разделяют на разделы и подразделы.

При большом объеме документа допускается разделять его на части, а части, в случае необходимости, на книги. Каждую часть и книгу комплектуют отдельно. Всем частям дают наименования и присваивают обозначение документа. Начиная со второй части, к этому обозначению добавляют порядковый номер, например:

XXXX.331112.032Ф0, XXXX.331112.032Ф01, XXXX.331112.032Ф02, и т.д. Всем текстовым документам дают наименование и присваивают порядковый номер.

Листы документа нумеруют в пределах каждой части, каждую часть начинают на листах с основной надписью с учетом требований ГОСТ 2.104-2006 и ГОСТ 21.1101-2013.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа (части, книги), обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацевого отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

Если документ не имеет подразделов, то нумерация пунктов в нем должна быть в пределах каждого раздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точкой. В конце номера пункта точка не ставится, например:

1 Типы и основные размеры

- | | | |
|-----|---|--|
| 1.1 | } | Нумерация пунктов первого раздела документа |
| 1.2 | | |
| 1.3 | | |

2 Технические требования

- 2.1
- 2.2 } Нумерация пунктов второго раздела документа
- 2.3 }

Если документ имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками, например:

3 Методы испытаний

3.1 Аппараты, материалы и реактивы

- 3.1.1
- 3.1.2 } Нумерация пунктов первого подраздела третьего раздела документа
- 3.1.3 }

3.2 Подготовка к испытанию

- 3.2.1
- 3.2.2 } Нумерация пунктов второго подраздела третьего раздела документа
- 3.2.3 }

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, он также нумеруется. Если текст документа подразделяется только на пункты, они нумеруются порядковыми номерами в пределах документа.

Пункты, при необходимости, могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта, например: 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3 и т.д.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или при необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, как показано в примере.

Пример:

- а) _____
- б) _____

- 1) _____
- 2) _____
- в) _____

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа. Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют.

Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов. Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Расстояние между заголовком и текстом при выполнении документа машинописным способом должно быть равно 3,4 интервалам. Расстояние между заголовками раздела и подраздела - 2 интервала.

Каждый раздел текстового документа рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

В документе (части, книге) большого объема на первом (заглавном) листе и, при необходимости, на последующих листах помещают содержание, включающее номера и наименования разделов и подразделов с указанием номеров листов (страниц). Если документ разбит на части (книги), то в конце содержания первой части (книги) перечисляют обозначение и наименование (при наличии) остальных частей (книг). Содержание включают в общее количество листов данного документа (части, книги). Слово "Содержание" записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

В конце текстового документа перед листом регистрации изменений допускается приводить список литературы, которая была использована при его составлении.

Библиографические записи оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 и ГОСТ 7.80-2000

Книги:

Сычев, М.С. История Астраханского казачьего войска: учебное пособие / М.С.Сычев. - Астрахань: Волга, 2009 - 231 с.

Соколов, А.Н. Гражданское общество: проблемы формирования и развития (философский и юридический аспекты): монография / А.Н.Соколов, К.С.Сердобинцев; под общ. ред. В.М.Бочарова. - Калининград: Калининградский ЮИ МВД России, 2009 - 218 с.

Гайдаенко, Т.А. Маркетинговое управление: принципы управленческих решений и российская практика / Т.А.Гайдаенко. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Эксмо : МИРБИС, 2008 - 508 с.

Лермонтов, М.Ю. Собрание сочинений: в 4 т. / Михаил Юрьевич Лермонтов; [коммент. И.Андроникова]. - М.: Терра-Кн. клуб, 2009 - 4 т.

Управление бизнесом: сборник статей. - Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского университета, 2009 - 243 с.

Борозда, И.В. Лечение сочетанных повреждений таза / И.В.Борозда, Н.И.Воронин, А.В.Бушманов. - Владивосток: Дальнаука, 2009 - 195 с.

Маркетинговые исследования в строительстве: учебное пособие для студентов специальности "Менеджмент организаций" / О.В.Михненко, И.З.Коготкова, Е.В.Генкин, Г.Я.Сороко. - М.: Государственный университет управления, 2005 - 59 с.

Нормативные правовые акты:

Конституция Российской Федерации: офиц. текст. - М.: Маркетинг, 2001 - 39 с.

Семейный кодекс Российской Федерации: [федер. закон: принят Гос. Думой 8 дек. 1995 г.: по состоянию на 3 янв. 2001 г.]. - СПб.: Стаункантри, 2001 - 94 с.

Стандарты:

ГОСТ Р 7.0.53-2007 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу.

Издания. Международный стандартный книжный номер. Использование и издательское оформление. - М.: Стандартинформ, 2007 - 5 с.

Депонированные научные работы:

Разумовский, В.А. Управление маркетинговыми исследованиями в регионе / В.А.Разумовский, Д.А.Андреев. - М., 2002 - 210 с. - Деп. в ИНИОН Рос. акад. наук 15.02.02, N 139876

Диссертации:

Лагкуева, И.В. Особенности регулирования труда творческих работников театров: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.05 / Лагкуева Ирина Владимировна. - М., 2009 - 168 с.

Покровский А.В. Устранимые особенности решений эллиптических уравнений: дис. ... д-ра физ.- мат. наук: 01.01.01 / Покровский Андрей Владимирович. - М., 2008 - 178 с.

Авторефераты диссертаций:

Сиротко, В.В. Медико-социальные аспекты городского травматизма в современных условиях: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.33 / Сиротко Владимир Викторович. - М., 2006 - 17 с.

Лукина, В.А. Творческая история "Записок охотника" И.С.Тургенева: автореф. дис. ... канд. филол. наук: 10.01.01 / Лукина Валентина Александровна. - СПб., 2006 - 26 с.

Отчеты о научно-исследовательской работе:

Методология и методы изучения военно-профессиональной направленности подростков: отчет о НИР / Загорюев А.Л. - Екатеринбург: Уральский институт практической психологии, 2008 - 102 с.

Электронные ресурсы:

Художественная энциклопедия зарубежного классического искусства [Электронный ресурс]. - М.: Большая Рос. энцикл., 1996 - 1 электрон, опт. диск (CD-ROM).

Насырова, Г.А. Модели государственного регулирования страховой деятельности [Электронный ресурс] / Г.А.Насырова // Вестник Финансовой академии. - 2003 - N 4 - Режим доступа: [http://vestnik.fa.ru/4\(28\)2003/4.html](http://vestnik.fa.ru/4(28)2003/4.html).

Статьи:

Берестова, Т.Ф. Поисковые инструменты библиотеки / Т.Ф.Берестова // Библиография. - 2006 - N 6 - С.16-19.

Кригер, И. Бумага терпит / И.Кригер // Новая газета. - 2009 - 1 июля.

Список литературы включают в содержание документа.

Нумерация страниц документа и приложений, входящих в состав этого документа, должна быть сквозная. Допускается вместо сквозной нумерации страниц применять нумерацию страниц в пределах каждого раздела документа следующим образом:

3	15
раздел	страница

Изложение текста документов.

Полное наименование изделия на титульном листе, в основной надписи и при первом упоминании в тексте документа должно быть одинаковым с наименованием его в основном конструкторском документе.

В последующем тексте порядок слов в наименовании должен быть прямой, т.е. на первом месте должно быть определение (имя прилагательное), а затем - название изделия (имя существительное); при этом допускается употреблять сокращенное наименование изделия. Наименования, приводимые в тексте документа и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

Текст документа должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований. При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова "должен", "следует", "необходимо", "требуется, чтобы", "разрешается только", "не допускается", "запрещается", "не следует". При изложении других положений следует применять слова - "могут быть", "как правило", "при необходимости", "может быть", "в случае" и т.д.

При этом допускается использовать повествовательную форму изложения текста документа, например: "применяют", "указывают" и т.п.

В документах должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии - общепринятые в научно-технической литературе.

Если в документе принята специфическая терминология, то в конце его (перед списком литературы) должен быть перечень принятых терминов с соответствующими разъяснениями. Перечень включают в содержание документа.

В тексте документа не допускается:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- применять произвольные словообразования;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими государственными стандартами, а также в данном документе;
- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц, и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

В тексте документа, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

- применять математический знак минус (-) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово "минус");
- применять знак "Ø" для обозначения диаметра (следует писать слово "диаметр"). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак "Ø";

- применять без числовых значений математические знаки, например $>$ (больше), $<$ (меньше), $=$ (равно), $\geq$ больше или равно), $\leq$ (меньше или равно), $\neq$ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);

- применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

Если в документе приводятся поясняющие надписи, наносимые непосредственно на изготавливаемое изделие (например на планки, таблички к элементам управления и т.п.), их выделяют шрифтом (без кавычек), например ВКЛ., ОТКЛ., или кавычками - если надпись состоит из цифр и (или) знаков.

Наименования команд, режимов, сигналов и т.п. в тексте следует выделять кавычками, например, "Сигнал +27 включено".

Перечень допускаемых сокращений слов установлен в ГОСТ 2.316. Если в документе принята особая система сокращения слов или наименований, то в нем должен быть приведен перечень принятых сокращений, который помещают в конце документа перед перечнем терминов.

Условные буквенные обозначения, изображения или знаки должны соответствовать принятым в действующем законодательстве и государственных стандартах. В тексте документа перед обозначением параметра дают его пояснение, например: "Временное сопротивление разрыву σ_B ".

При необходимости применения условных обозначений, изображений или знаков, не установленных действующими стандартами, их следует пояснять в тексте или в перечне обозначений.

В документе следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417. Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению. Применение в одном документе разных систем обозначения физических величин не допускается.

В тексте документа числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без

обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти - словами.

Примеры:

1 Провести испытания пяти труб, каждая длиной 5 м.

2 Отобрать 15 труб для испытаний на давление.

Единица физической величины одного и того же параметра в пределах одного документа должна быть постоянной. Если в тексте приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения, например 1,50; 1,75; 2,00 м.

Если в тексте документа приводят диапазон числовых значений физической величины, выраженных в одной и той же единице физической величины, то обозначение единицы физической величины указывается после последнего числового значения диапазона.

Примеры

1 От 1 до 5 мм.

2 От 10 до 100 кг.

3 От плюс 10 до минус 40°C.

От плюс 10 до плюс 40°C.

Недопустимо отделять единицу физической величины от числового значения (переносить их на разные строки или страницы), кроме единиц физических величин, помещаемых в таблицах, выполненных машинописным способом.

Приводя наибольшие или наименьшие значения величин, следует применять словосочетание "должно быть не более (не менее)".

Приводя допустимые значения отклонений от указанных норм, требований, следует применять словосочетание "не должно быть более (менее)".

Например, массовая доля углекислого натрия в технической кальцинированной соде должна быть не менее 99,4 %.

Числовые значения величин в тексте следует указывать со степенью точности, которая необходима для обеспечения требуемых свойств изделия, при этом в ряду величин осуществляется выравнивание числа знаков после запятой. Округление числовых значений величин до первого, второго, третьего и т.д. десятичного знака для различных типоразмеров, марок и т.п. изделий одного наименования должно быть одинаковым. Например, если градация толщины стальной горячекатаной ленты 0,25 мм, то весь ряд толщин ленты должен быть указан с таким же количеством десятичных знаков, например 1,50; 1,75; 2,00.

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей, за исключением размеров в дюймах, которые следует записывать $1''/4$; $1''/2$ (но не $\frac{1''}{4}$; $\frac{1''}{2}$).

При невозможности выразить числовое значение в виде десятичной дроби, допускается записывать в виде простой дроби в одну строчку через косую черту, например, $5/32$; $(50A-4C)/(40B+20)$.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле.

Первая строка пояснения должна начинаться со слова "где" без двоеточия после него.

Пример - Плотность каждого образца ρ , кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где m - масса образца, кг;

V - объем образца, м³.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак "×".

В документах, издаваемых нетипографским способом, формулы могут быть выполнены машинописным, машинным способами или чертежным шрифтом высотой не менее 2,5 мм. Применение машинописных и рукописных символов в одной формуле не допускается.

Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают - (1).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, ... в формуле (1). Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например формула (В.1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например (3.1).

Порядок изложения в документах математических уравнений такой же, как и формул.

Примечания приводят в документах, если необходимы пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц или графического материала. Примечания не должны содержать требований.

Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания, и печатать с прописной буквы с абзаца. Если примечание одно, то после слова "Примечание" ставится тире и примечание печатается тоже с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами. Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Примеры:

Примечание- _____

Примечания

1 _____

2 _____

В текстовом документе допускаются ссылки на данный документ, стандарты, технические условия и другие документы при условии, что они полностью и однозначно определяют соответствующие требования и не вызывают затруднений в использовании документом.

Ссылки на стандарты предприятий (СТП) и другую техническую документацию должны быть оговорены в договоре на разработку изделия.

Ссылаться следует на документ в целом или его разделы и приложения. Ссылки на подразделы, пункты, таблицы и иллюстрации не допускаются, за исключением подразделов, пунктов, таблиц и иллюстраций данного документа.

При ссылках на стандарты и технические условия указывают только их обозначение, при этом допускается не указывать год их утверждения при условии записи обозначения с годом утверждения в конце текстового документа под рубрикой "ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ" по форме:

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер раздела, подраздела, пункта, подпункта, перечисления, приложения, разрабатываемого документа, в котором дана ссылка
---	---

При ссылках на другие документы в графе "Обозначение документа" указывают также и наименование документа. При ссылках на раздел или приложение указывают его номер.

Оформление иллюстраций и приложений

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации

могут быть расположены как по тексту документа (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в конце его. Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и СПДС.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается "Рисунок 1".

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например - Рисунок А.3.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например - Рисунок 1.1.

При ссылках на иллюстрации следует писать "... в соответствии с рисунком 2" при сквозной нумерации и "... в соответствии с рисунком 1.2" при нумерации в пределах раздела.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово "Рисунок" и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 - Детали прибора.

Если в тексте документа имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагают в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций, а для электро- и радиоэлементов - позиционные обозначения, установленные в схемах данного изделия.

Исключение составляют электро- и радиоэлементы, являющиеся органами регулировки или настройки, для которых (кроме номера позиции) дополнительно указывают в подрисуночном тексте назначение каждой регулировки и настройки, позиционное обозначение и надписи на соответствующей планке или панели.

Допускается, при необходимости, номер, присвоенный составной части изделия на иллюстрации, сохранять в пределах документа.

Для схем расположения элементов конструкций и архитектурно-строительных чертежей зданий (сооружений) указывают марки элементов.

При ссылке в тексте на отдельные элементы деталей (отверстия, пазы, канавки, буртики и др.) их обозначают прописными буквами русского алфавита. Указанные данные наносят на иллюстрациях согласно ГОСТ 2.109.

На приводимых в документе электрических схемах около каждого элемента указывают его позиционное обозначение, установленное соответствующими стандартами, и при, необходимости, номинальное значение величины.

Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описания аппаратуры и приборов, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ и т.д.

Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Степень обязательности приложений при ссылках не указывается. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением информационного приложения "Библиография", которое располагают последним.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова "Приложение" и его обозначения, а под ним в скобках для обязательного приложения пишут слово "обязательное", а для информационного - "рекомендуемое" или "справочное".

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ., а также арабскими цифрами 1, 2, 3 и т.д., за исключением цифры 0. После слова "Приложение" следует буква или цифра, обозначающая его последовательность.

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами. Если в документе одно приложение, оно обозначается "Приложение А".

Приложения, как правило, выполняют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А4×3, А4×4, А2 и А1 по ГОСТ 2.301.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения. Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Все приложения должны быть перечислены в содержании документа (при наличии) с указанием их номеров и заголовков.

Приложения, выпускаемые в виде самостоятельного документа, оформляют по общим правилам - первый лист с основной надписью в соответствии ГОСТ 2.104, ГОСТ 21.1101.

Построение таблиц

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей.

При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы.

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц в соответствии с рисунком 1.

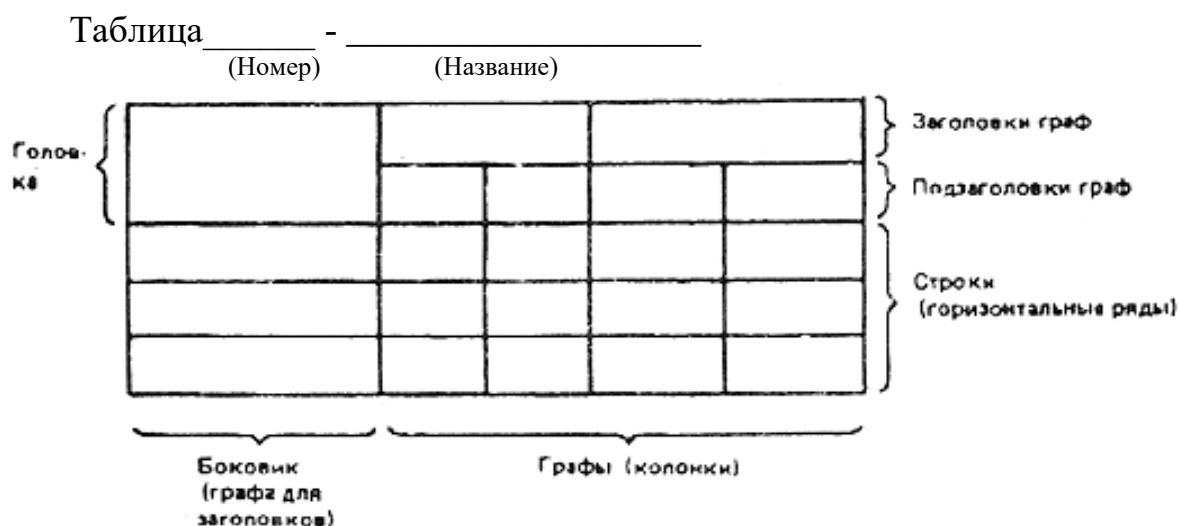


Рисунок 1- Пример изображения таблицы

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена "Таблица 1" или "Таблица В.1", если она приведена в приложении В.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово "таблица" с указанием ее номера.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф - со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении к документу.

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа документа.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, ее делят на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик.

При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Слово "Таблица" указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова "Продолжение таблицы" с указанием номера (обозначения) таблицы в соответствии с рисунком 2.

Таблица 1 - Название таблицы

Диаметр стержня, мм.	Масса 1000 шт. стальных шайб, кг	Диаметр стержня крепежной детали, мм	Масса 1000 шт. стальных шайб, кг
1	2	3	4
1	3	3	10
...	...	...	...
...	...	...	...

(а)

Продолжение таблицы 1

Диаметр стержня, мм.	Масса 1000 шт. стальных шайб, кг	Диаметр стержня крепежной детали, мм	Масса 1000 шт. стальных шайб, кг
1	2	3	4
2	6	2,3	8
...	...	...	...
...	...	...	...

(б)

Рисунок 2 – Пример оформления таблицы с разрывами: а – начало таблицы, б – продолжение таблицы

Примечание - Здесь (и далее по тексту) таблицы приведены условно для иллюстрации соответствующих требований настоящего стандарта.

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижней горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят.

1.3 Требования к текстовым документам, содержащим текст, разбитым на графы

Текстовые документы, содержащие текст, разбитый на графы, при необходимости, разделяют на разделы и подразделы, которые не нумеруют.

Наименования разделов и подразделов записывают в виде заголовков строчными буквами (кроме первой прописной) и подчеркивают.

Расположение заголовков для ведомостей установлено соответствующими стандартами ЕСКД и СПДС. Ниже каждого заголовка должна быть оставлена одна свободная строка, выше - не менее одной свободной строки.

В текстовых документах, имеющих строки, все записи проводят на каждой строке в один ряд.

Для облегчения внесения изменений:

- ведут запись в нижней части поля строки. Записи не должны сливаться с линиями, разграничивающими строки и графы;

- оставляют свободные строки между разделами и подразделами, а в документах большого объема – также внутри разделов и подразделов.

При составлении документов на опытные образцы дополнительно предусматривают свободные строки для записи документов и других данных, которые могут быть введены в документацию.

Если в графе документа записан текст в несколько строк, то в последующих графах записи начинают на уровне первой строки. Если в последующих графах запись размещается на одной.

Контрольные вопросы:

- 1 Общие требования к текстовым документам.
2. Требования к текстовым документам, содержащим в основном сплошной текст.
3. Требования к текстовым документам, содержащим текст, разбитый на графы.
4. Требования к оформлению таблиц в текстовом документе.
5. Требования к оформлению иллюстраций в тексте.
6. Требования к оформлению формул в тексте.

ГЛАВА 2 Общие сведения о чертежах и схемах электроустановок

2.1 Основные средства изображения устройств и электроустановок

Наиболее распространенным средством изображения различных устройств и установок, а также их частей является метод проекций, преимущественно на три взаимно перпендикулярные плоскости. При этом получают виды спереди, сбоку и сверху изображаемого устройства. Для отображения внутренних частей устройства используют разрезы.

Метод проекций обеспечивает передачу на чертеже сведений о конструкции того или иного устройства, форме, взаимном расположении его частей, размерах, а также материалах, способах обработки и допусках при изготовлении. Однако при этом методе нельзя дать необходимые сведения по монтажу и эксплуатации, принципам действия отдельных устройств и установок (например, взаимодействию подвижных частей механизма, движению жидкости или газа в гидро- или пневматических установках, прохождению электрического тока в электроустановках). Поэтому выделяют соответствующие кинематические, гидравлические, пневматические и электрические цепи, каждая из которых имеет определенные признаки процессов, обеспечиваемых устройством или установкой. Так, электрическая цепь — это совокупность устройств и объектов, образующих путь для электрического тока, в которых электромагнитные процессы могут быть описаны с помощью понятий об электродвижущей силе, токе и напряжении.

Средствами отображения различных цепей устройств и установок, а также сообщения сведений об их монтаже и эксплуатации служат специальные чертежи, называемые схемами. На схемах условными графическими обозначениями показывают все элементы устройства или установки и связи между ними.

В электрических цепях такими элементами являются электрические машины, аппараты и приборы или некоторые их части (обмотки, контакты, резисторы и др.), а связями между ними — проводники электрического тока

(провода, кабели, шины).

2.2 Виды и типы схем

В зависимости от вида элементов, входящих в устройство, схемы разделяют на кинематические, гидравлические, пневматические, электрические и др. Бывают также комбинированные схемы, состоящие из элементов различных видов. Например, электрогидравлические схемы содержат как электрические, так и гидравлические элементы. Однако если работа устройства определяется преимущественно элементами одного вида, а число элементов других видов незначительно, схему называют по элементам первого вида. Так, многие схемы управления выключателями с электромеханическими аппаратами (реле, контакторами), имеющие элементы кинематики, связывающие отдельные части аппаратов, относят к электрическим; их нельзя называть комбинированными.

В зависимости от назначения различают следующие типы схем: структурные, функциональные, принципиальные, соединений, подключения, общие и расположения. Для электрических схем энергетических установок вместо названий «принципиальные схемы и схемы соединений» установлены названия «полные и монтажные схемы», что следует иметь в виду, поскольку эти названия часто встречаются.

Структурные схемы показывают основные функциональные части устройств, их назначение и взаимосвязь, выполняются на стадиях, предшествующих разработке схем других типов, и используются для ознакомления с устройством.

Функциональные схемы показывают отдельные процессы, происходящие в цепях устройств (установок), и используются при изучении их общего принципа действия.

Принципиальные схемы служат основанием для разработки конструкторской документации. На них приводятся все элементы и связи между элементами и они дают детальное представление о принципе действия

устройства.

Схемы соединений показывают связи между элементами устройства, чем они осуществляются (провода, жгуты, трубопроводы), а также места присоединений и вводов. Схемы соединений используются при разработке конструкторской документации, в первую очередь конструкторских чертежей, определяющих расположение и способы крепления проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов, аппаратов и др.

Схемы подключения показывают внешнее подключение устройств. Общие схемы показывают составные части комплексов и соединения их между собой на месте эксплуатации.

Схемы расположения показывают расположение составных частей устройств, а если необходимо, то и проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов и др.

Схемы могут быть совмещенными. Так, на схеме соединений может быть показано внешнее подключение устройства; структурная схема может быть совмещена с функциональной.

2.3 Особенности схем электроустановок и общие требования к их выполнению

Как известно, процессы получения, преобразования, передачи, распределения и потребления электроэнергии происходят в электрических цепях электроустановок и электрических устройств. Поэтому основным средством изображения электроустановок или устройств служат электрические схемы, на которых показывают соответствующие цепи. Наиболее важными являются принципиальные схемы, позволяющие понять взаимодействие всех элементов электроустановки.

Наряду с несложными электрическими схемами с одной или несколькими электрическими цепями и небольшим количеством элементов (например, схема освещения с несколькими светильниками, схема управления асинхронным электродвигателем) во многих случаях выполняются сложные схемы

(дистанционного управления, телемеханики, релейной защиты и автоматики), содержащие десятки цепей и соответственно множество элементов разнообразного назначения. В простых схемах, зная смысл условных графических обозначений отдельных элементов и связей между ними, разобраться нетрудно. Для чтения сложных схем этого недостаточно, так как на них дополнительно проставляются буквенно-цифровые обозначения, указывающие вид и порядковый номер каждого элемента, а также различные обозначения (буквами, цифрами, буквами и цифрами) цепей и их участков.

Особенностью схем электроустановок является использование в них условных графических обозначений, применяемых в схемах других видов. Это обусловлено наличием в электроустановках электрических устройств с кинематическими и гидропневматическими связями элементов.

Кроме того, при выполнении электрических схем отдельные элементы одного и того же устройства (например, обмотки и контакты реле, обмотки тока и напряжения ваттметров и счетчиков, магнитных усилителей) разносят по разным цепям, иногда находящимся на разных чертежах. Этим обусловлена необходимость выполнения электрических схем двумя способами: совмещенным и разнесенным. Второй способ преимущественно применяют при выполнении принципиальных схем управления и контроля силовым электрооборудованием.

Общие требования к электрическим схемам установлены стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), в которых даны определения различных видов и типов схем, приведены правила их выполнения, условные графические и буквенно-цифровые обозначения электрических устройств и их элементов, а также обозначения электрических цепей.

Контрольные вопросы:

1. Какими средствами изображают устройства и установки?
2. Для чего служат схемы и чем они отличаются от другой конструкторской документации?
3. Какие виды и типы схем вы знаете?
4. Что показывают принципиальные схемы, схемы соединений и подключения?
5. В чем отличие электрических схем от схем других видов?
6. Какие обозначения используют при выполнении электрических схем?

Глава 3 Условные графические обозначения в электрических схемах

3.1 Построение условных графических обозначений

Для построения условных графических обозначений используют сравнительно небольшое количество простейших геометрических, образов (точку, отрезок прямой, окружность и ее части, прямоугольник, треугольник и др.), каждый из которых применяют отдельно или в сочетании с другими. При этом смысл каждого геометрического образа в условном обозначении во многих случаях зависит от того, в сочетании с каким другим геометрическим образом он применен.

Рассмотрим на конкретных примерах использование некоторых геометрических образов и условных графических обозначениях и что они означают.

Точка, зачерненная или не зачерненная (рис.3, а), означает электрическое соединение проводников (рис.3, а1). Если необходимо различать неразборные и разборные соединения, используют соответственно зачерненную и незачерненную точки. В полупроводниковых приборах, например, в транзисторе (рис.3, а4), точка указывает на соединение вывода с корпусом. Кроме того, точкой обозначают начало обмотки (рис.3, а2), отсутствие самовозврата контакта (рис.3, а3), газовое заполнение (зачерненная точка) и холодный катод (незачерненная точка) в электровакуумных приборах, например в стабилитроне— рис. 3, а5 и лампе тлеющего разряда (рис. 3, а6), а также позиции замкнутого состояния контактом и переключателе (рис. 3, а8).

Незачерненной точкой, соприкасающейся с отрезком прямой (рис. 3, а6), обозначают комбинированный электрод (анод — холодный катод), а также выключатель разъединитель (рис. 3, а7). При нанесении проводок на планы незачерненной точкой обозначают заземлители (рис.3, а9) Ряд зачерненных точек на прямой указывает линию малого напряжения (рис. 3, а10), а одна зачерненная точка на прямой закрытый шинопровод на стойках (рис. 3, а11). При изображении двоичных логических элементов незачерненной точкой

обозначают статическую инверсию, например статический инверсионный анод (рис. 3, а12).

Прямая линия — сплошная и штрихованная (рис. 3,б) и ее отрезки используются для образования различных условных обозначений. Сплошными линиями изображают электрические связи, а штриховыми — механические. На планах линии аварийного и дежурного освещения так же помазывают штриховыми линиями. Горизонтальным отрезком сплошной линии на схемах обозначают отрицательный полюс (минус) источника тока и род тока (постоянный ток) На рис. 3,б1 отрезок сплошной линии использован в обозначении «ток постоянный и переменный», а отрезок штриховой линии «ток пульсирующий». Вертикальный отрезок сплошной линии (черточку) используют для обозначения видов обмоток (одна черточка однофазная обмотка с двумя выводами, три черточки три электрически не соединенные обмотки и т.д.)

Кроме того, отрезками сплошной прямой линии обозначают обмотки электроизмерительных приборов (рис. 3 ,б6— вверху токовая, а внизу напряжение), первичную обмотку измерительных трансформаторов тока (рис.3, в3), ферродинамический сердечник, в частности трансформатора (рис. 3, б7 — вверху), конденсаторы (рис. 3, б8), химические источники тока (рис. 1, б9), а также контакты коммутационных аппаратов (например, рубильника рис. 3, б10, где два параллельных отрезка, соединяющие его контакты, указывают на механическую связь между ними). Отрезок штриховой линии на рис.3, б7 означает магнитодиэлектрический сердечник трансформатора, а на рис. 3, б5— сетку электровакуумного прибора (тиратрона).

Различный смысл имеет фигура Т-образной формы. Так обозначают обмотки с выводом от средней точки (рис. 3, б2), электрическое соединение какого либо устройства с корпусом (рис. 1, б3), подстроечное регулирование (например, резистора— рис. 3, б4), анод электровакуумных приборов (например, тиратрона — рис. 3, б5) и базу транзисторов (рис. 1, а4).

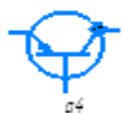
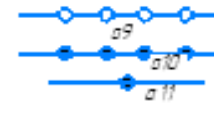
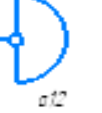
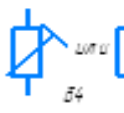
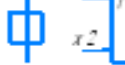
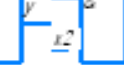
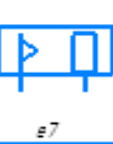
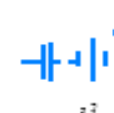
Геометрический образ	Использование геометрических образов в условных графических обозначениях											
 а												
 б												
 в												
 г												
 д												
 е												
 ж												
 з												

Рисунок 3 – Геометрические образы (а-з) и их использование для построения условных графических обозначений

Окружность (рис. 3, в) используется для обозначения корпусов полупроводниковых и баллонов электровакуумных приборов (рис. 3, а 4-6 и рис. 3, б5), а так же для общего обозначения электрических машин и электрических подстанций в схемах электроснабжения. Кроме того, окружностью обозначают: обмотки электрических машин (рис. 3, в1), большая — статора, а меньшая — ротора (обмотки ротора с явно выраженными полюсами показывают окружностью в виде штриховой линии); обмотки силовых трансформаторов и трансформаторов напряжения (рис. 3, в2); вторичные обмотки трансформаторов тока (рис. 3, в); показывающие приборы общее обозначение (например, амперметр — рис. 3, в4, его измерительный механизм — рис. 3, в5, сам прибор с указанием его измерительного механизма — рис. 3, в6).

Окружность используется также в обозначениях электрических ламп накаливания (рис. 3, в7), микрофонов (рис. 3, в8), индикаторов с падающим флажком (рис. 3, в9) в схемах сигнальной техники и кроме того, выключателей (рис. 3, в10), в том числе кнопочных (рис. 3, в11), при изображении проводок на планах. Разомкнутой окружностью обозначают открытую подстанцию в схемах электроснабжения (рис. 3, в12).

Полуокружность (рис. 3, г) применяют для построения различных условных обозначений. Цепочкой полуокружностей (рис. 3, г) обозначают обмотки электрических машин и трансформаторов при развернутой форме изображения, а также катушки индуктивностей, дросселей, магнитных усилителей и измерительных приборов при разнесенном способе выполнения схем. Кроме того, полуокружность используют в построении условных обозначений электроакустических приборов (например, звонка — рис. 3, г2), электровакуумных приборов (например, катода прямого и косвенного накала — рис. 3, г3,4), фото-элементов (рис. 3, г5), коммутационных аппаратов (например, контакта, действующего с замедлением при срабатывании и возврате — рис. 3, г6,7). Полуокружностью обозначают также пересечение проводов, когда необходимо показать их взаимное расположение (например, горизонтальный проходит над вертикальным — рис. 3, г8), штепсельные розетки (рис. 3, г9) при

нанесении проводок на планы, осциллографические гальванометры тока или напряжения (рис. 3, г10).

Прямоугольник (рис. 3, д) используется для изображения функциональных частей в структурных и функциональных схемах, для общего обозначения электростанций и высоковольтных выключателей в схемах электроснабжения, а также для обозначения резисторов (рис. 3, д1), предохранителей (рис. 3, д2), общего обозначения регистрирующих (например, вольтметра — рис. 3, д3) и интегрирующих (например, электросчетчика — рис. 3, д4) приборов, устройств телемеханики (например, телеизмерения с сигналом передачи — приема постоянным током — рис. 1, д5), катушек электромеханических устройств (рис. 3, д6), акустических аппаратов (например, телефона — рис. 3, д7 и гудка — рис. 3, д8), контакторов (рис. 3, д9), щитов (рис. 3, д10) и коробок ввода (рис. 3, д11) при нанесении проводок на планы, двоичных логических элементов ИЛИ, И и НЕ (рис. 3, д12-14). Небольшим зачерненным прямоугольником обозначают щетки электрических машин и коробки (ящики) без зажимов при нанесении проводок на планы. Разомкнутым прямоугольником (рис. 3, д15) обозначают открытую электростанцию в схемах электроснабжения.

Треугольник (рис. 3, е) используется в общих обозначениях электрических машин и трансформаторов для пояснения соответствующего соединения их обмоток (например, обмотки низшего напряжения трехобмоточного трансформатора — рис. 3, е1). Кроме того, треугольник применяется в обозначениях полупроводниковых диодов (рис. 3, е2), электрических сирен (рис. 3, е3), усилителей (рис. 3, е4), контактов с самовозвратом (рис. 3, е5), катушек электромеханических устройств, имеющих механическую блокировку (рис. 3, е6), электродов электронно-лучевых приборов с фотоэмиссией (например, в электронно-оптическом преобразователе — рис. 3, е7), закрытых подстанций (рис. 3, е8), устройств контроля (защиты объекта) в схемах сигнальной техники (рис. 3, е10) и для общего обозначения модулятором (рис. 3, е9). Треугольник применяют также для обозначения постоянной неоднородности в линиях сверхвысокой частоты (рис. 3, е11) при изображении

двоичных логических элементов (например, инверсный динамический вход — рис. 3, е12).

Геометрический образ в виде квадратной скобки (рис. 3, ж) указывает при обозначении коммутационных аппаратов на кнопочное управление (например, кнопочный нажимной и вытяжной выключатели с замыкающим контактом — рис. 3, Ж12), автоматический возврат (например, выключатель с автоматическим возвратом автомат — рис. 3, ж3), а полупроводниковых приборов туннельный эффект (например, туннельный диод рис. 3, ж4). Кроме того, так обозначают постоянный магнит (например, явнополюсный ротор с постоянным магнитом рис. 3, ж5), воспринимающую часть электротеплового реле (рис. 3, ж6), штепсельную розетку слабого тока при нанесении проводок на планы (рис. 3, ж7), импульсный характер действия приборов в схемах сигнальной техники (например, оптический прибор с импульсной световой сигнализацией — рис. 3, ж8). В общих обозначениях измерительных приборов этот геометрический образ используют для указания цифрового отсчета показывающих приборов (например, вольтметр цифровой рис. 3, ж9), а также некоторых способов записи в регистрирующих приборах (например, амперметры регистрирующие печатающие и с перфорированием — рис. 3, Ж 10,11).

Стрелки незачерненная и зачерненная (рис. 3, з) используются в различных условных обозначениях. Так, для изображения разъемных контактов (рис. 3, з1,) и разрядников (рис. 3, з2) применяют незачерненные стрелки, а аккумуляторных батарей с элементным коммутатором (рис. 3, з3), конденсаторов переменной емкости (рис. 3, з4), переходов эмиттер — база транзисторов (рис. 3, з5,6)— зачерненные. В обозначениях фоторезисторов (рис. 3, з7) и светодиодов (рис. 3, з8) стрелки указывают направление светового потока, а электронагревателей (рис. 3, з9) — непрерывный режим работы.

При нанесении проводок на планы стрелками указывают направление их от одной строительной отметки к другой. Например, проводка уходит на более высокую отметку или приходит с нее (рис. 3, з10), уходит на более низкую отметку или приходит с нее (рис. 3, з11), пересекает отметку, нанесенную на

плане, проходя сверху вниз или снизу вверх, и не имеет горизонтальных участков в пределах данного плана (рис. 3, з12).

При выполнении схем следует иметь в виду не только сочетание различных геометрических образов и их взаимное расположение в одном условном обозначении, но и количество использованных в этом условном обозначении одинаковых геометрических образов. Так, низкое, высокое и сверхвысокое давление в газоразрядных лампах обозначают соответственно одной, двумя или тремя зачерненными точками. Цепочки из двух или трех полуокружностей обозначают соответственно обмотки: в приборах — токовую и напряжения; в магнитных усилителях — рабочую и управления; в электрических машинах добавочных полюсов, статора и последовательного возбуждения.

3.2 Примеры условных графических обозначений

Рассмотрим наиболее часто встречающиеся условные графические обозначения различных устройств (электрических машин, трансформаторов, коммутационных аппаратов и прибором) и их отдельных частей (обмоток, контактов).

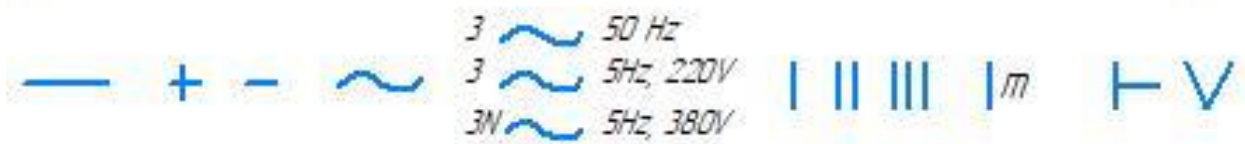
Обозначения общего применения. Обозначениями общего применения являются квалификационные символы: рода тока и напряжения (рис. 4,а—г), вида соединения обмоток в изделиях с обмотками (рис. 4,д—и), регулирования (рис. 4,к, л), формы импульса (прямоугольной, остроугольной), вида модуляции (фазовая, частотная, амплитудная). Кроме того, к ним относятся обозначения электрических связей (рис. 4,м—х), указания направления передачи тока, сигнала, потока энергии (рис. 4, ц—ч) и прочие (рис. 4, ш—ю).

Символы, показанные на рис. 4,а—в, используются соответственно для обозначения постоянного тока, полярности (положительной и отрицательной) и переменного тока. При обозначении переменного тока допускается указывать число фаз, частоту и напряжение (рис. 4,г). Символы одной, двух, трех и электрически не соединенных обмоток показаны на рис. 4, д, а символы одной

обмотки с выводом от средней точки, двух обмоток, соединенных в открытый треугольник, трех обмоток, соединенных в звезду (без вывода от нулевой точки и с выводом от нее) и в треугольник — на рис. 4,е—и. Символы, показанные на рис. 4,к, указывают на необходимость регулирования: первый — общее обозначение, остальные — плавное, нелинейное, ступенчатое (например, пять ступеней) и подстроечное. Отсутствие стрелки вверх показывает, что имеет место саморегулирование.

Линии электрической связи, провода, кабели, шины и линии групповой связи изображают сплошной линией (рис. 4,л). Если необходимо, допускается линии групповой связи изображать утолщенными линиями, а шины — двойными (рис. 4,м). Графическое слияние линий электрической связи в линию групповой связи показано на (рис. 4, н), а группа из линий, имеющих общее функциональное назначение, в одно- и многолинейном изображении дана на рис. 4, о. Линии с ответвлениями, например с одним и двумя, показаны на рис. 2,п. Линии с разветвлениями на несколько идентичных цепей с одинаковыми элементами (например, п цепей с последовательно соединенными резистором и лампой накаливания) можно изображать упрощенно (рис. 4, р).

На рис. 4, с—х соответственно показаны: переход от многолинейного к однолинейному изображению группы, например из шести линий; кабельная линия в однолинейном и многолинейном изображении (цифра 5 указывает число жил в кабеле); группа линий электрической связи, четыре из которых выполнены многожильным кабелем, линия электрической связи,



42

выполненная четырьмя скрученными проводами в одно- и многолинейном изображении; линия электрической связи, выполненная гибким проводом.

Направление тока, сигнала или потока энергии в одну сторону (слева направо либо справа налево) показано на рис. 4 ц. и дне стороны (неодновременно и одновременно) — на рис. 4, ч.

Штриховой линией (рис. 4, ш) показывают экранирование (если необходимо указать, электрическое или магнитное, проставляют соответственно букву Е или М). Совокупность элементов, составляющих устройство или функциональную группу, также выделяют штриховой линией (рис. 4, щ). Заземление и корпус (машины, аппарата, прибора) обозначают, как показано на рис. 4, у ю.

Обозначения электрических машин. Установлено три способа построения условных графических обозначений электрических машин: упрощенный однолинейный, упрощенный многолинейный (форма I) и развернутый (форма II).

В упрощенных однолинейных обозначениях обмотки статора и ротора изображают одной линией, а их выводы также одной линией, но с указанием на ней наклонными штрихами их количества. Общее обозначение электрической машины — это окружность, внутри которой допускается указывать вид машины (генератор Г, двигатель М, возбудитель В, газотурбогенератор ГТ, гидротурбогенератор ГТГ, дизельгенератор ДГ), род тока, число фаз (рис. 5,а) или вид соединения обмоток (рис. 5,б).

В упрощенных многолинейных обозначениях обмотки статора и ротора изображают в виде двух концентрических окружностей, но показывают все их выводы.

Для примера на (рис. 5, в) дано условное графическое обозначение трехфазного асинхронного электродвигателя с фазным ротором, обмотка которого соединена звездой с обмоткой статора, соединенной звездой с выведенной нейтральной (средней) точкой.

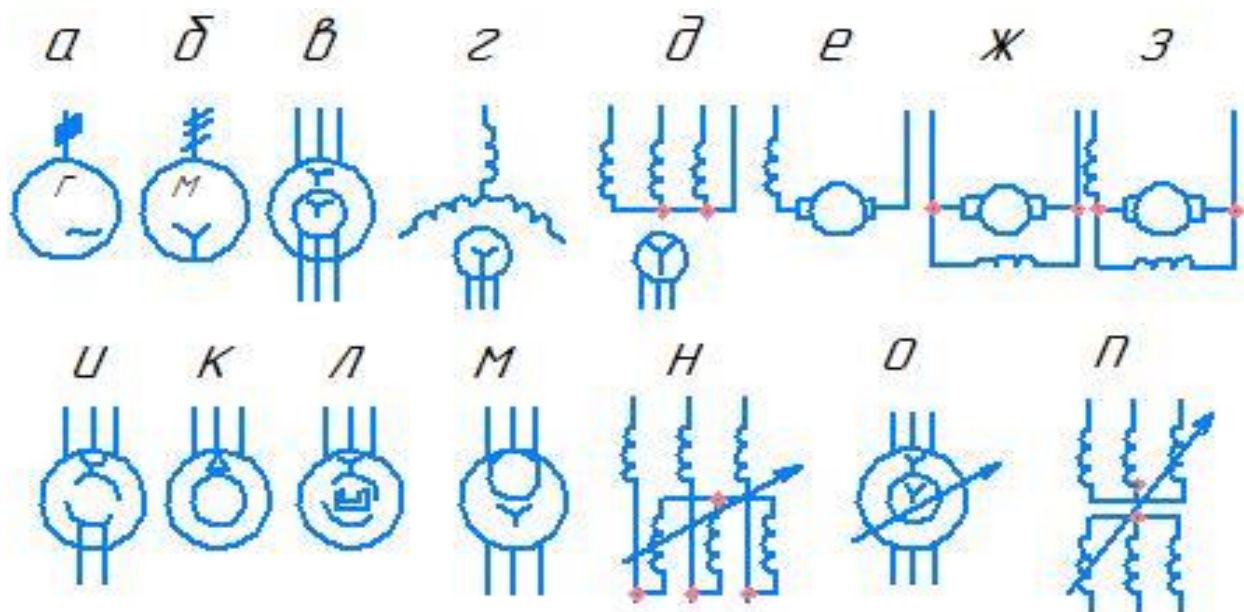


Рисунок 5 – Условные графические обозначения электрических машин (а-п)

В развернутых обозначениях обмотку статора изображают в виде цепочек полуокружностей, а обмотку ротора — в виде окружности (или наоборот). Взаимное расположение обмоток в виде цепочек полуокружностей показывают с учетом сдвига фаз (например, на 120 эл. град. — рис. 5, г) и без него (рис. 5, д). При изображении обмоток электрических машин в виде цепочек полуокружностей принято двумя полуокружностями показывать обмотки добавочных полюсов и компенсационные, тремя — обмотки статора машин переменного тока и последовательного возбуждения машин постоянного тока, четырьмя — обмотки параллельного и независимого возбуждения машин постоянного тока.

Рассмотрим примеры построения условных графических обозначений электрических машин (рис. 5, е-п). Обозначения машин постоянного тока с последовательным, параллельным и смешанным возбуждением показаны на (рис. 5, е-з.) Окружность с соприкасающимися с ней прямоугольниками означает якорь с коллекторами и щетками.

Упрощенные многолинейные обозначения (форма II) машин переменного тока показаны на рис. 5, и-л. На этих рисунках соответственно даны: синхронная трехфазная машина с обмоткой возбуждения на явнополусном роторе и

обмоткой статора, соединенной звездой; асинхронная трехфазная машина с короткозамкнутым ротором и обмоткой статора, соединенной в треугольник; синхронная трехфазная машина с возбуждением от постоянных магнитов и обмоткой статора, соединенной в звезду.

На рис. 5, м-н упрощенным многолинейным (форма I) и развернутым (форма II) способами показан трехфазный поворотный автотрансформатор (потенциал-регулятор). Касание: двух окружностей, изображающих обмотки статора и ротора, указывает на их электрическое соединение. На (рис. 5, о, п) упрощенным многолинейным (форма I) и развернутым (форма II) способами показан трехфазный поворотный трансформатор (фазорегулятор). Стрелки на (рис. 5, м-п) указывают на возможность регулирования (напряжения потенциал-регулятором и фазы фазорегулятором).

Обозначения трансформаторов, автотрансформаторов, магнитных усилителей. Для трансформаторов и автотрансформаторов, как и для электрических машин, установлено три способа построения условных графических обозначений. Для примера на (рис. 6, а, б) упрощенным однолинейным способом показаны трехфазные двухобмоточные трансформатор и автотрансформатор (в автотрансформаторе обмотка высшего напряжения дана в виде дуги). На рис. 6, в упрощенным многолинейным (форма I) и развернутым (форма II) способами показан однофазный двухобмоточный трансформатор. При изображении обмоток трансформаторов развернутым способом число полуокружностей не устанавливается. Рабочие обмотки магнитных усилителей и обмотки управления изображают в виде цепочек - соответственно из двух и трех полуокружностей. На рис. 6, г-е упрощенным многолинейным и развернутым способами показаны трехфазные двухобмоточные трансформатор и автотрансформатор, а также трехфазный трехобмоточный трансформатор, снабженный устройством для регулирования напряжения под нагрузкой, на что указывает стрелка в его обозначении.

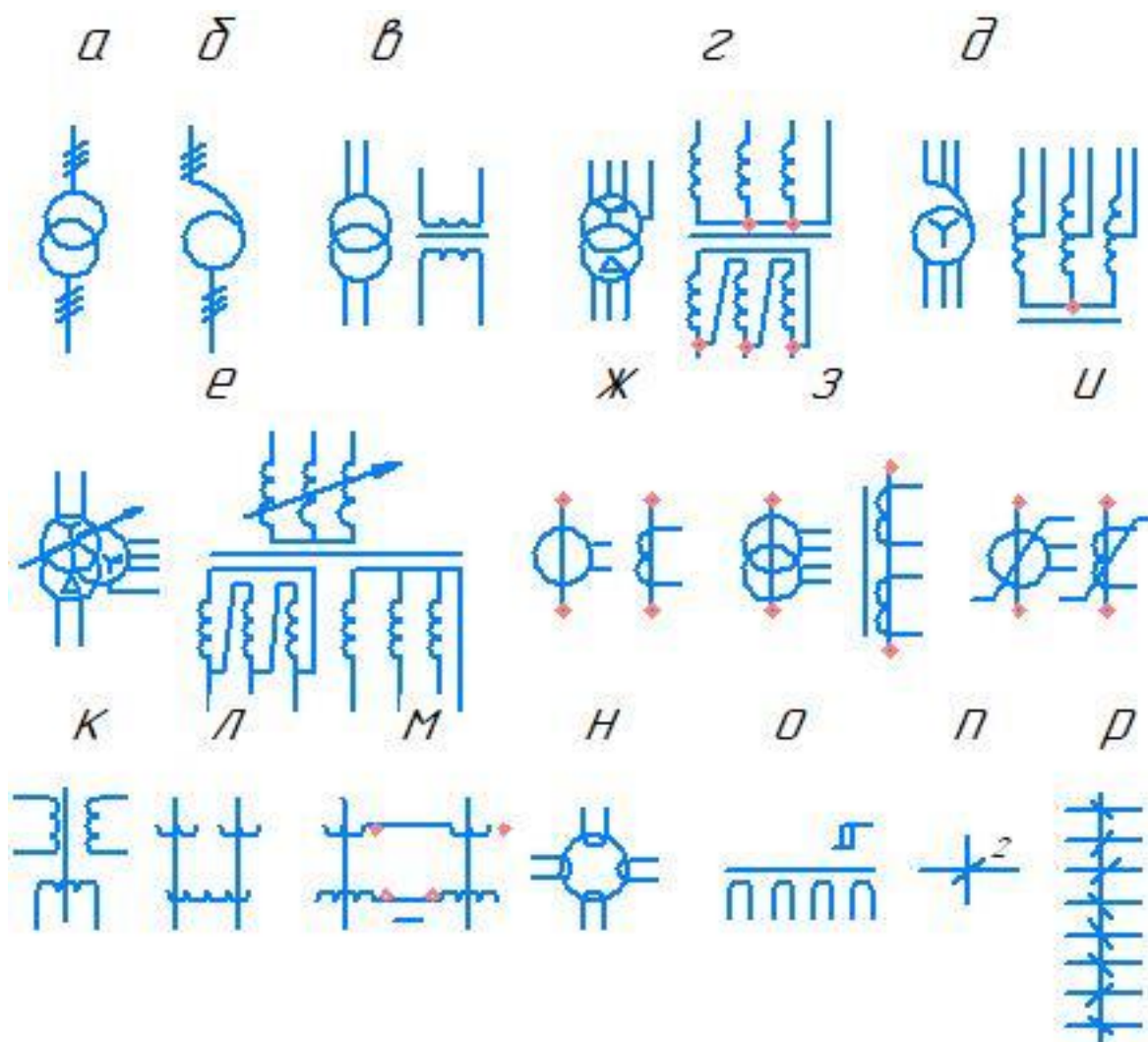


Рисунок 6 - Условные графические обозначения трансформаторов, автотрансформаторов, магнитных усилителей (а — р)

На (рис. 6, ж—и) упрощенным и развернутым способами показаны измерительные трансформаторы тока соответственно с одной вторичной обмоткой, с двумя вторичными обмотками на одном сердечнике и быстронасыщающийся, на что указывает z-образная линия, пересекающая изображение обмоток.

На (рис. 6, к) показан однофазный трансформатор с подмагничивающей обмоткой, на что указывает ее пересечение ферромагнитным сердечником.

Обозначения магнитных усилителей с двумя рабочими и общей управляющей обмоткой и с двумя последовательно включенными рабочими обмотками и двумя встречно включенными секциями управляющей приведены

на (рис. 6, л, м). Точками показаны начала обмоток.

Обозначение ферромагнитного элемента памяти (запоминающего трансформатора) приведено на (рис. 6, н). Допускается применять развернутое изображение ферромагнитного элемента (рис. 4, о); значок вверху показывает, что сердечник имеет прямоугольную форму кривой намагничивания.

При большом числе обмоток на сердечнике, а также большом количестве сердечников допускается применять на схемах обозначение, показанное на (рис. 6, п), где вертикальная линия означает сердечник, горизонтальная — линию электрической связи между обмотками, а наклонная — наличие обмотки на данном сердечнике. Конец наклонной линии под линией электрической связи указывает, что соединение выполнено с началом обмотки. При прохождении положительного импульса тока слева направо и справа налево сердечник соответственно перемагничивается в состояние «1» и «0». Допускается около обозначения обмотки указывать число витков, например 2.

В качестве примера на (рис. 6, р) приведено обозначение запоминающего трансформатора с восемью обмотками, из которых 2, 3 и 7-я перемагничивают сердечник в состояние «1», а 1-, 4-, 5-, 6- и 8-я — в состояние «0».

Обозначения резисторов, конденсаторов и катушек индуктивности.

Обозначения постоянных резисторов — общее, с одним и двумя дополнительными отводами и измерительного шунта — показаны на рис. 7, а—г. Используя знаки регулирования, образуют обозначения переменных резисторов — общее (рис. 7, д, е), с плавным (рис. 7, ж), ступенчатым (рис. 7, з), нелинейным (рис. 7, и) и подстроечным (рис. 7, к, л) регулированием, с саморегулированием — линейным (например, тензорезисторов — рис. 7, м) и нелинейным (например, варисторов — рис. 7, н), а также терморезисторов (рис. 7, о).

Обозначения конденсаторов — общее, электролитических (полярного и неполярного), переменной емкости, подстроечного и варикапа — показаны на (рис. 7, п—ф). Обозначения катушки индуктивности, реактора, катушек индуктивности с дополнительными (например, тремя) отводами, со

скользящими (например, двумя) контактами и магнитодиэлектрическим сердечником, а также дросселя с ферромагнитным сердечником показаны на (рис. 7, х—э).

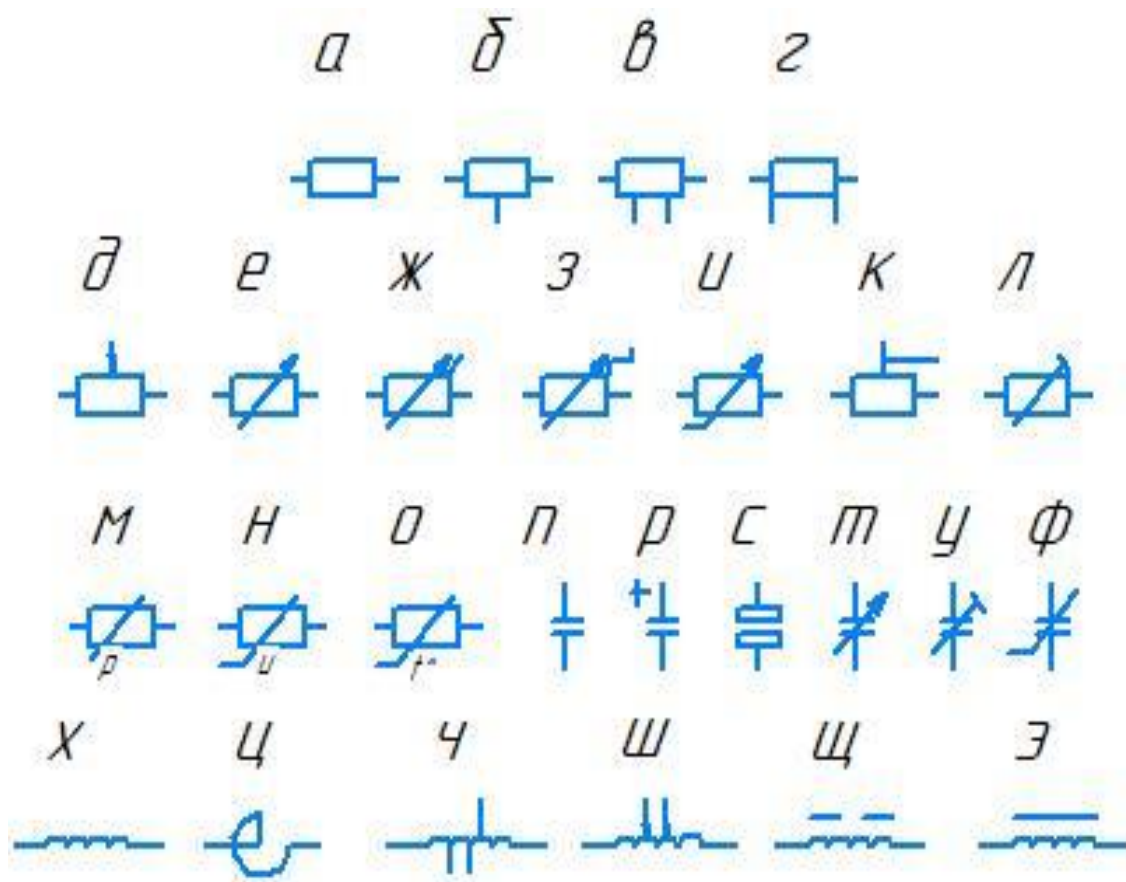


Рисунок 7 – Условные графические обозначения резисторов конденсаторов и катушек индуктивности (а - э)

Обозначения электронагревателей, электротермических устройств и установок. Обозначения электронагревателей — общее, прямого и косвенного нагрева, электротермического устройства (электропечи) и установки — показаны на (рис. 8, а—д). Для характеристики способа нагрева, режима и назначения электронагревателей и электротермических устройств и установок используются специальные знаки. Показанные на (рис. 8, е—л) знаки соответствуют дуговому, плазменному, электронному, сопротивлению, индукционному (током промышленной частоты), в высокочастотном поле конденсатора (диэлектрическому) способам нагрева. Стрелка (рис. 8, м) указывает на непрерывный режим, а знак, показанный на (рис. 8, н), — признак

устройства (установки) для плавки. Обозначения электронагревателя-сопротивления, трехфазной печи сопротивления для непрерывного режима работы и плавильной установки с индукционным нагревом током промышленной частоты в однолинейном изображении показаны на (рис. 6, о—р).

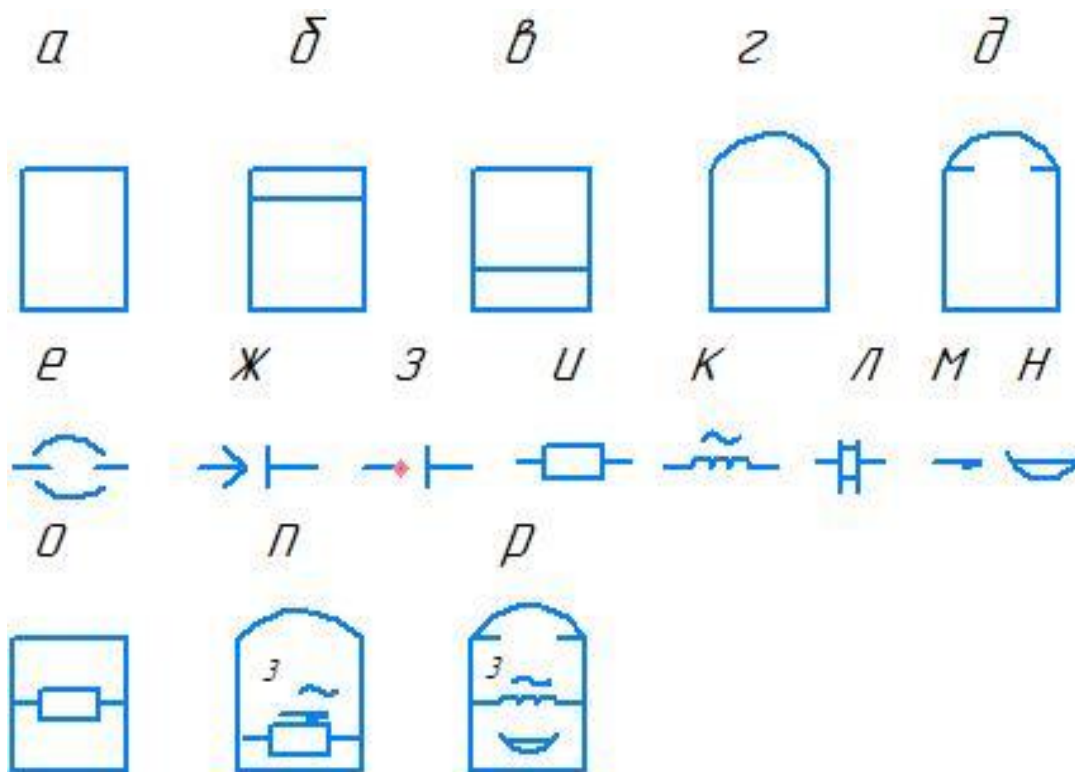


Рисунок 8 - Условные графические обозначения электронагревателей, электротермических устройств и установок (а — р)

Обозначения устройств защиты электроустановок от сверхтоков и перенапряжений. Пробивной и плавкий предохранители, выключатели-предохранители и разъединители-предохранители обозначают, как показано на (рис. 9, а—г). Обозначения разрядников — общее, трубчатого, вентильного, шарового и рогового — показаны на (рис. 9, д—и), а защитного искрового промежутка — на (рис. 9, к).

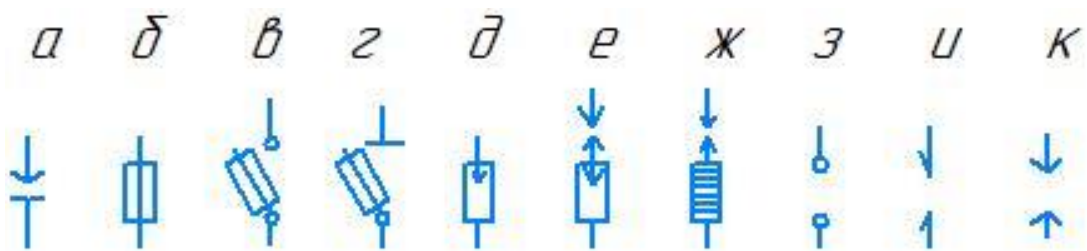


Рисунок 9 - Условные графические обозначения устройств защиты электроустановок от сверхтоков и перенапряжений (а — к)

Обозначения электроизмерительных приборов. Общие обозначения показывающего, регистрирующего, интегрирующего (например, электросчетчика) и комбинированного (например, показывающего и регистрирующего) приборов приведены на (рис. 10,а—г).

Для указания назначения приборов в их обозначения вписывают буквенное обозначение единицы измерения (или измеряемой величины): А — амперметр (см. рис. 3, в4), мА — миллиамперметр, μ А — микроамперметр, V—вольтметр, кV — киловольтметр, W — ваттметр, Ω — омметр, Hz — частотомер, φ или $\cos \varphi$ — фазометр, Wh — электрический счетчик и др.

Допускается, если необходимо, вводить соответствующие графические обозначения, характеризующие отсчетное устройство. Так, стрелка, наклоненная вправо, влево или расположенная вертикально, показывает, что подвижная часть прибора может соответственно отклоняться вправо, влево или в обе стороны от нулевой отметки. Обозначения способов отсчета и регистрации были приведены на (рис.3,ж 9-11).

Обозначения гальванометра, синхроскопа, осциллографических гальванометров тока (напряжения) и мощности, счетчика импульсов и термопары показаны на (рис. 10,д—к).

При разнесенном способе выполнения схем обмотки приборов — токовую, токовые секционированную с отводом и переключаемую, а также напряжения без отвода и с отводом — обозначают, как показано на (рис. 8, л—п). Если необходимо отразить взаимное расположение токовых обмоток и обмоток напряжения в измерительных механизмах, используют обозначения,

приведенные на (рис. 10, р, с). Примеры обозначения измерительных механизмов амперметра, вольтметра, ваттметра, двухрамочного лагометра (например, омметра) и однорамочного ферродинамического (например, частотомера), а также двухрамочного электродинамического (например, однофазного фазометра) показаны на (рис. 10, т—ч), а самих приборов — амперметра, вольтметра и счетчика — на (рис. 10, ш—ю). Выводные контакты обмоток в виде точек (рис. 10, р—ю) можно не показывать.

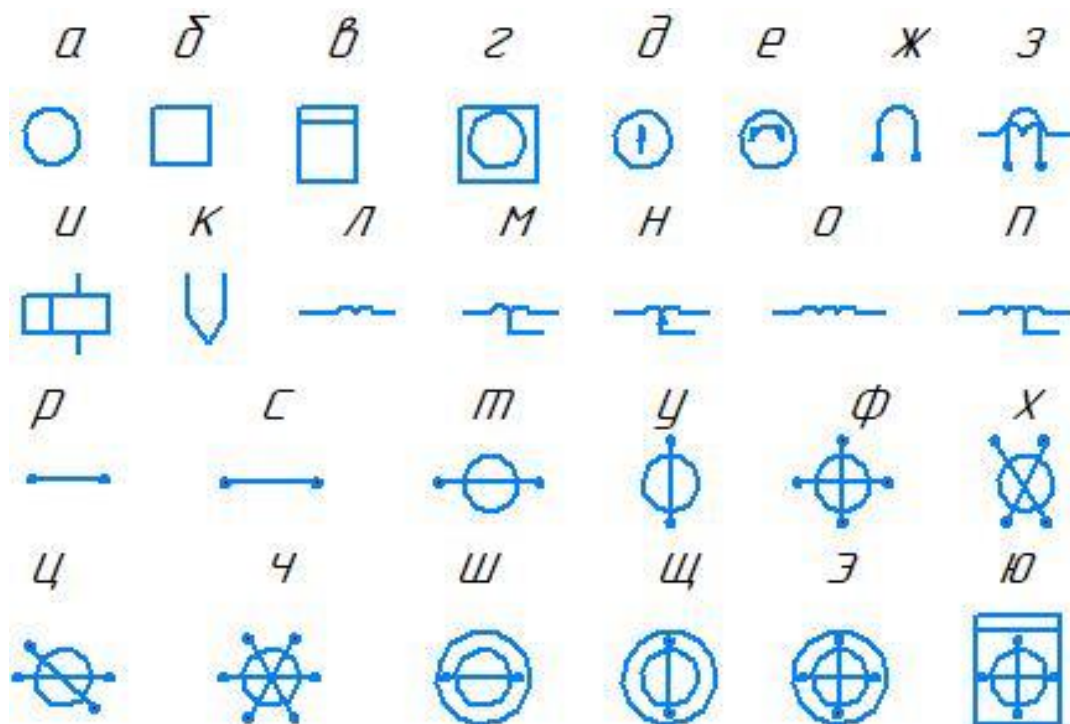


Рисунок 10 - Условные графические обозначения электроизмерительных приборов (а-ю)

Обозначения полупроводниковых приборов. Обозначения диода общего и туннельного, одностороннего и двустороннего стабилитронов, варикапа и фотодиода показаны на (рис. 11, а—е), а тиристоров — диодного, запираемого в обратном направлении, симметричного и триодных (общее обозначение) — запираемого в обратном направлении, управляемого по аноду, по катоду и симметричного — на (рис. 11, ж—м). Обозначения транзисторов р-п-р-типа, однопереходного с п-базой, а также полевых с каналом п-типа и с изолированным затвором обедненного типа с р-каналом даны на (рис. 11, н—р).

Обозначения фоторезистора, солнечного фотоэлемента (знаки полярности допускается не указывать) и солнечной фотобатареи с n солнечных элементов приведены на (рис. 11, с—у).

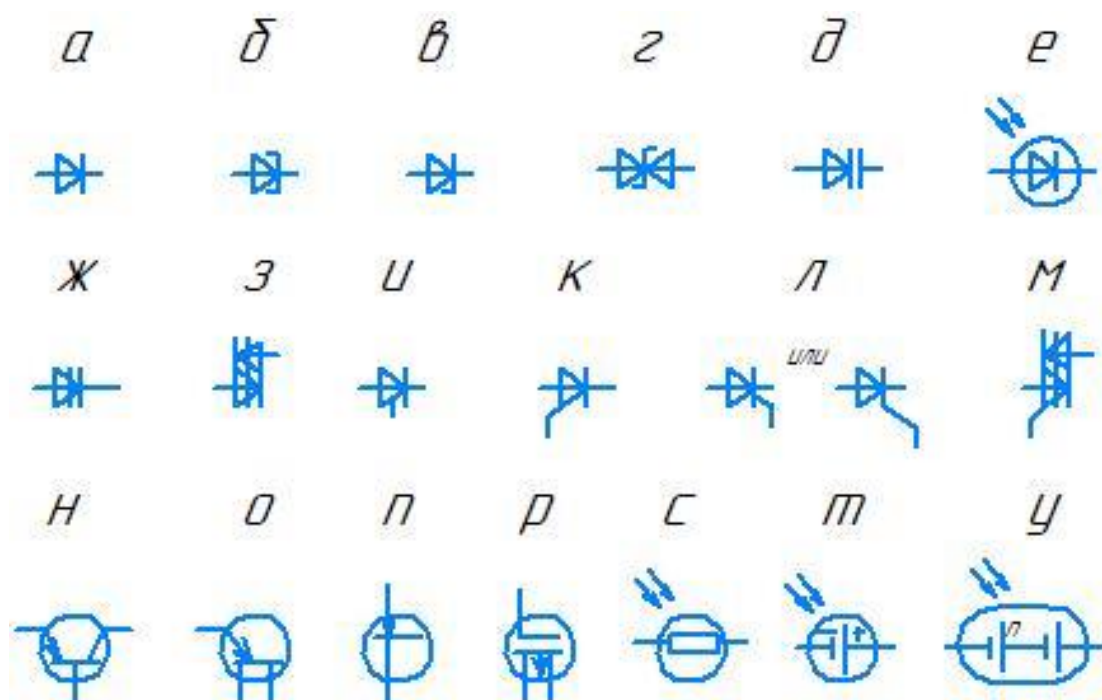


Рисунок 11 - Условные графические обозначения полупроводниковых приборов (а — у)

Обозначения электровакуумных приборов. Обозначения электронных ламп — диодов прямого и косвенного накала, двойного диода с общим катодом, триода, тетрода, пентода с выводом от каждой сетки и катодом прямого накала и пентода с внутренним соединением между катодом и антидинаatronной сеткой, с катодом косвенного накала, гептода с катодом прямого накала — показаны на (рис. 12, а—з).

Ионные приборы — газотрон, тиратроны с термокатодом косвенного накала и с холодным (тиратрон тлеющего разряда), лампы тлеющего разряда (например, неоновая), стабилитрон и ртутные неуправляемый и управляемый вентили — обозначают, как показано на (рис. 12, и—п). Обозначение электронного фотоэлемента показано на (рис. 12, р), а фотоэлектронных умножителей с одним анодом вторичной эмиссии, а также с пятью анодами и управляющим электродом — на (рис. 12, с, г). Двуханодная электроннолучевая

трубка с электростатической фокусировкой и электростатическим отклонением луча имеет обозначение, показанное на (рис. 12, у); ее упрощенное обозначение приведено на (рис. 12, ф).

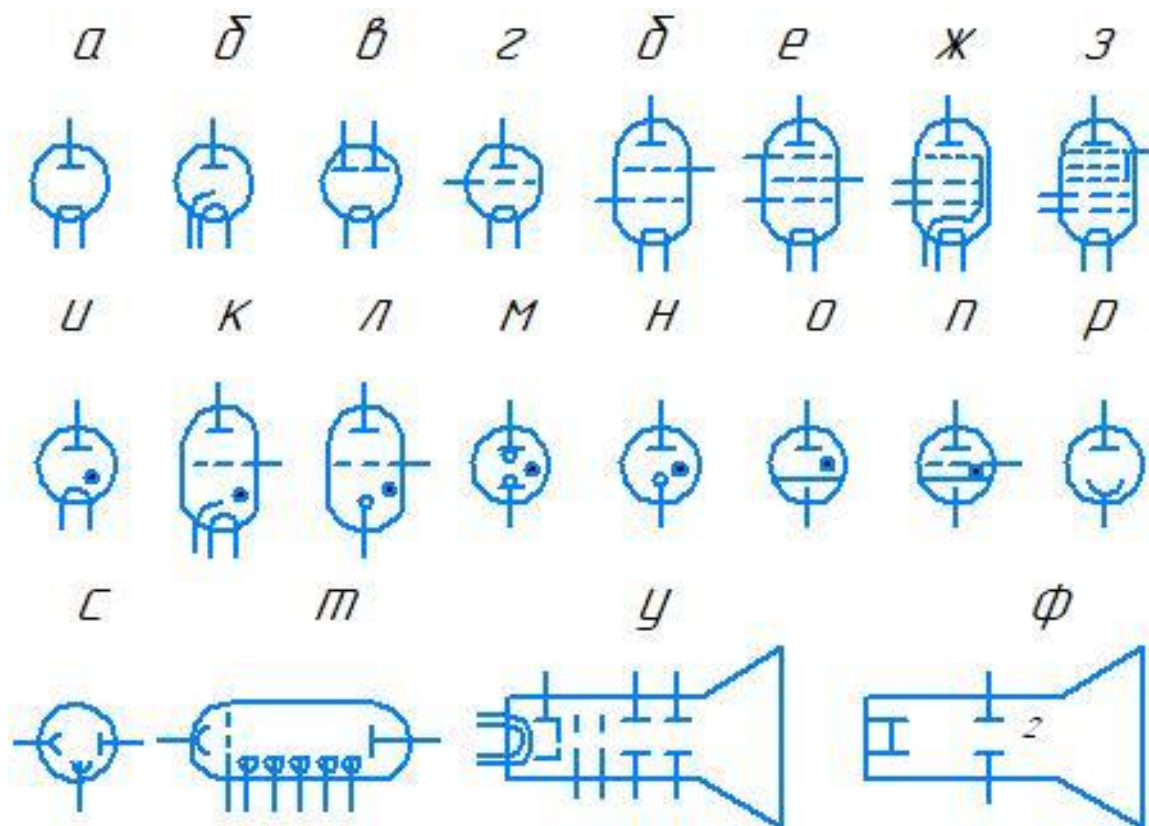


Рисунок 12 - Условные графические обозначения электровакуумных приборов (а — ф)

Обозначения источников света и акустических приборов. Общее обозначение осветительных и сигнальных ламп накаливания показано на (рис. 13, а). Допускается при изображении сигнальных ламп два сектора зачернять (рис. 13б). Обозначение газоразрядных осветительных и сигнальных ламп с двумя и четырьмя выводами приведено на (рис. 13, в). Допускается при изображении сигнальных ламп два сектора зачернять (рис. 13, г).

На (рис. 13, д—з) показаны обозначения газоразрядных ламп: безэлектродной, с простыми и комбинированными (анод—холодный катод) электродами, с комбинированными электродами и подогревателем.

Знак Х внутри баллона люминесцентной лампы указывает на видимое

излучение. Обозначения ламп ультрафиолетового, инфракрасного излучения и с восстановительным йодным циклом дополняются соответственно буквами UV, IR или I. Одна зачерненная точка внутри баллона указывает на низкое давление, а две и три — соответственно высокое и сверхвысокое.

На (рис. 13,и) приведено обозначение пускателя люминесцентных ламп.

Обозначения акустических приборов — телефона, микрофона, микротелефона, громкоговорителя (репродуктора), электрического звонка (общее), гонга, сирены и гудка — даны на (рис. 13, к—с).

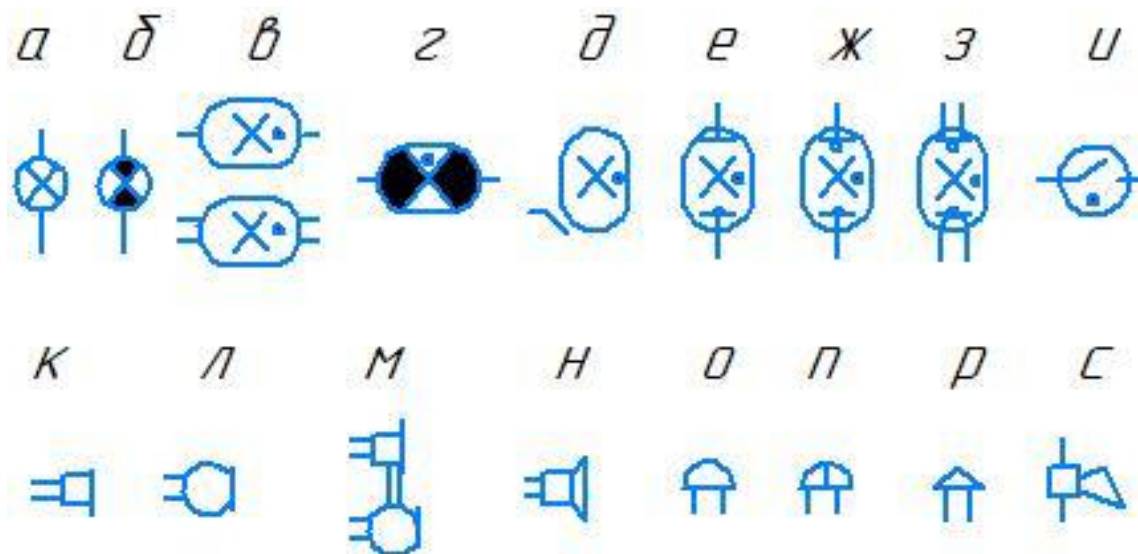


Рисунок 13 - Условные графические обозначения источников света и акустических приборов (а — с)

Обозначения коммутационных устройств и контактных соединений.

Коммутационные устройства необходимо изображать в положении, принятом за исходное. При этом направление движения подвижных контактов из начального положения в конечное не устанавливается. Общие обозначения замыкающего, размыкающего и переключающего контактов показаны на (рис. 14, а—в). Допускается показывать коммутационные устройства в зеркальном изображении (рис. 14, г), а подвижные контакты— с добавлением точки (рис. 14, д). В зависимости от характера работы и конструктивных особенностей разработано множество вариантов стандартных обозначений коммутационных устройств и их элементов, некоторые из которых рассмотрены ниже.

Переключающие контакты без разрыва цепи и со средним положением показаны на (рис. 14, е, ж), а замыкающие и размыкающие контакты, работающие с замедлением при срабатывании, возврате и при срабатывании и возврате — на (рис. 14, з, и). Замыкающие контакты без самовозврата и с самовозвратом обозначают, как показано на (рис. 14, к, л). Самовозврат или его отсутствие следует указывать только, если необходимо подчеркнуть эту особенность в контактном узле, как правило, не обладающем им. Замыкающие контакты для коммутации силовой цепи и дугогасительный приведены на (рис. 14, м, н).

Контакты разъединителя, выключателя-разъединителя и выключателя с автоматическим возвратом при перегрузке или других нарушениях показаны на (рис. 14, о—р). Если необходимо, рядом с обозначением автомата можно проставлять знаки, указывающие величину, при изменении которой происходит возврат: максимальный I , минимальный I и обратный I токи; максимальное U и минимальное U напряжения; максимальную температуру T° .

Контакты с механической связью (замыкающий), электротеплового реле (размыкающий), путевого выключателя и кнопочный (кнопка) даны на (рис. 14, с, ф).

На (рис. 14, л); приведено общее обозначение однополюсного многопозиционного (например, на шесть позиций) переключателя, а на (рис. 14, ц, ч) даны примеры двух вариантов изображения переключателей, работающих следующим образом. При первом варианте (рис. 14, ц) происходит замыкание цепей: первой со второй в позиции 1; второй, третьей и четвертой в позиции 2; первой со второй и третьей с четвертой в позиции 3. При втором варианте (рис. 14, ч) происходит включение цепей: первой в позиции 1; второй в позиции 3; третьей и четвертой и позиции 2.

Аналогично второму варианту построены обозначения переключателей на две позиции О и В и шесть цепей (рис. 14, ш) и на три позиции О, В, и Н с самовозвратом в позицию Н (на это указывают стрелки), две цепи (рис. 14, щ).

Примеры обозначения разъемного (со штырем слева и гнездом справа),

разборного и неразборного контактных соединений приведены на (рис.14,э, я).

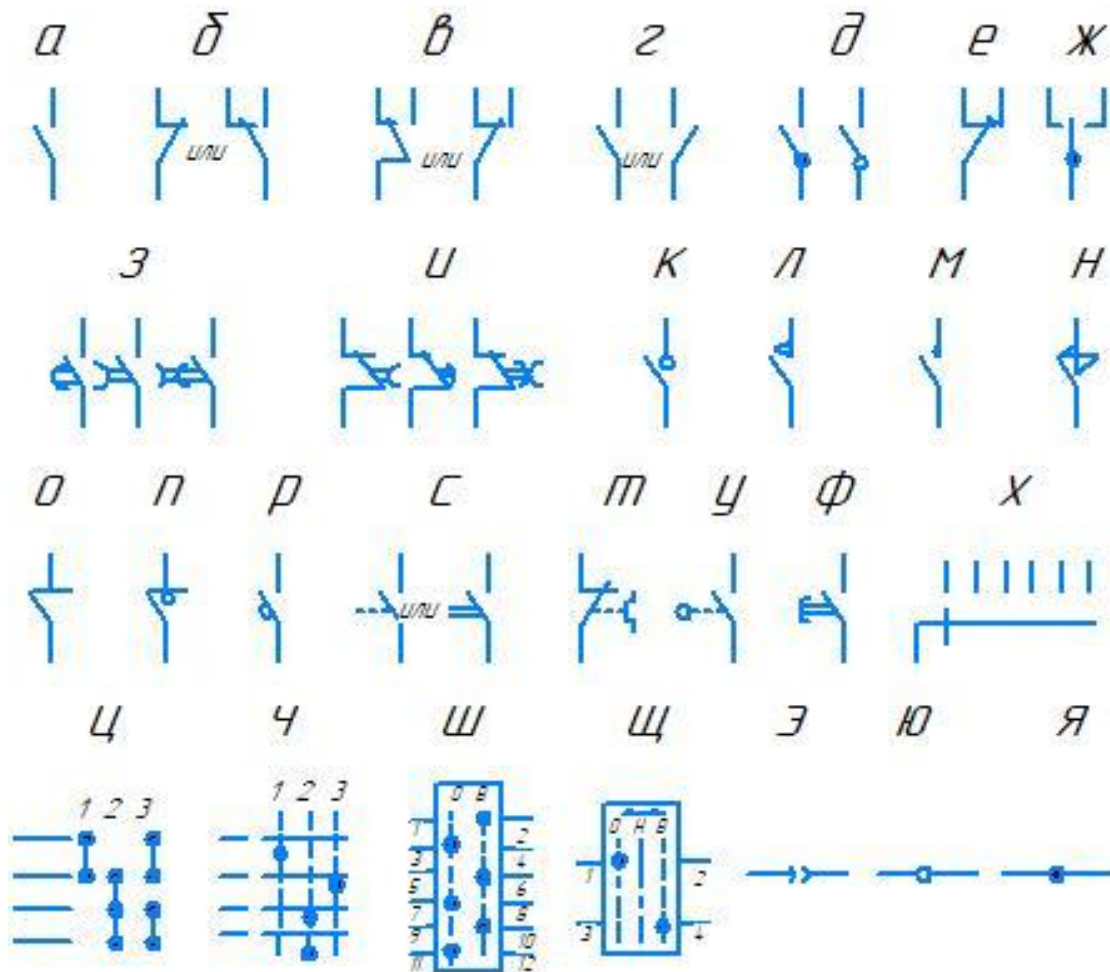


Рисунок 14 - Условные графические обозначения коммутационных устройств и контактных соединений (а — я)

Обозначения воспринимающих частей электромеханических устройств. Общее обозначение катушек электромеханических устройств (реле, пускателей, контакторов), а также катушек с двумя обмотками, с двумя встречными обмотками, с одним отводом и трехфазного тока приведены на (рис. 15, а—д). Дополнительное поле (рис. 15, с) в обозначении катушек электромеханических устройств служит для помещения в нем уточняющих данных, например знаков $\sim$, I, U, соответственно указывающих, что это электромагнит переменного тока, обмотка тока, напряжения, максимального тока или минимального напряжения. Эти же знаки допускается помещать в основном поле при отсутствии в нем дополнительной информации.

Катушки поляризованных электромеханических устройств, обозначаемые

в дополнительном поле буквой Р, допускается также обозначать, как показано на (рис. 15, ж).

Обозначения, приведенные на (рис. 15, з—о), относятся к катушкам устройств, имеющих механическую блокировку и работающих с ускорением при срабатывании, при срабатывании и отпускании, с замедлением при срабатывании, при отпускании, при срабатывании и отпускании, а также не чувствительных к переменному току.

На (рис. 15,п) показано обозначение воспринимающей части электротеплового реле.

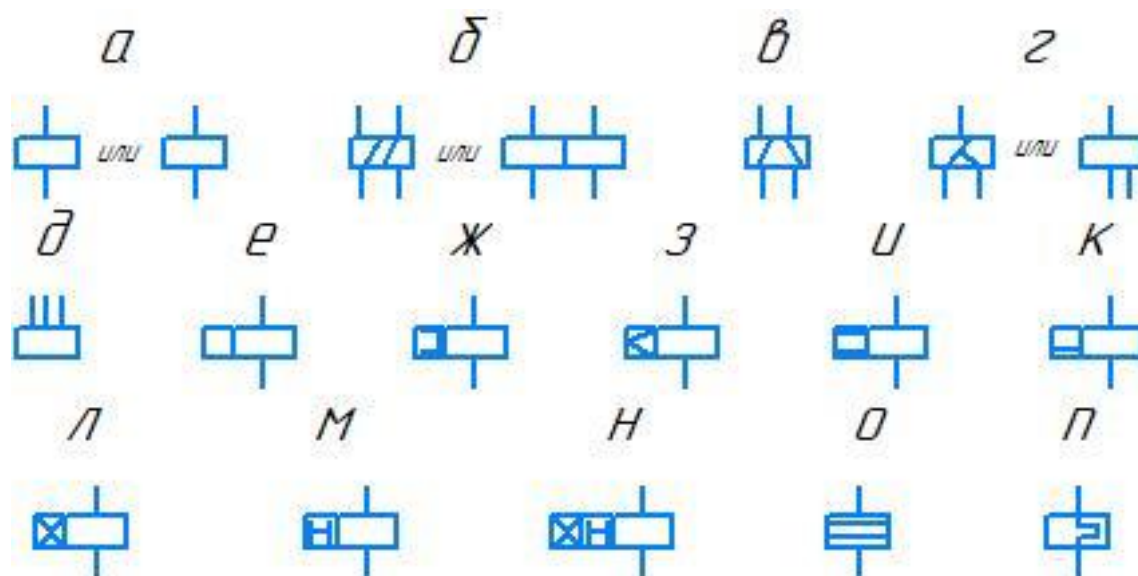


Рисунок 15 - Условные графические обозначения воспринимающей части электромеханических устройств (а — п)

3.3 Размеры условных графических обозначений

Рекомендуемые размеры условных графических обозначений некоторых элементов электрических схем приводятся в ГОСТ 2.747—68*, а резисторов и конденсаторов, полупроводниковых приборов, коммутационных устройств и воспринимающей части электромеханических устройств, электростанций и подстанций в схемах электроснабжения, электрического оборудования и проводок на планах — в соответствующих стандартах.

Независимо от размеров по внешнему виду условного обозначения можно

определить, что оно изображает. Однако слишком маленькие размеры условных обозначений затрудняют чтение схем, а слишком большие приводят к необоснованному увеличению площади чертежей. Кроме того, следует выдерживать определенные соотношения между отдельными геометрическими образами, составляющими данное условное обозначение. Этим объясняется необходимость некоторых ограничений при выборе размеров условных обозначений. Так, диаметр окружности статора электрической машины — 20 мм, а ротора — 10 мм, баллона электровакуумного прибора — 14 мм, показывающего прибора и обмотки трансформатора — 10 мм, корпуса полупроводникового прибора — от 10 до 14 мм, а лампы накаливания — от 6 до 8 мм.

Размеры прямоугольников при обозначении регистрирующих приборов установлены 10X10 мм, интегрирующих — 14X10 мм, катушек электромеханического устройства — 12X6 мм, предохранителей и резисторов — 10X4 мм, телефонов — 5X4 мм, громкоговорителей — 4X3 мм, электронагревателей, электротермических устройств и установок — 16X16 мм.

Отрезок прямой, обозначающий корпус и заземление (в заземлении — большой отрезок), должен быть 5—10 мм. Подвижный контакт коммутационного аппарата должен быть высотой 6 мм, а угол наклона — 30°. Толщина линий стандартом не устанавливается, причем в схемах линии электрической связи можно выполнять такой же толщины, как линии, связывающие элементы.

При большой плотности наносимых на планы элементов размеры их обозначений предельно уменьшают. Так, диаметр окружности при обозначении выключателя составляет 2 мм (кнопочного — 3 мм), светильника с лампами накаливания — 4 мм; размеры прямоугольника при обозначении щита (шкафа) — 10X3 мм, контактора — 5X5 мм, светильника с люминесцентными лампами — 10X2 мм, установки (общее обозначение, а также с генераторами, трансформаторами и др.) — 12X6 мм, выпрямителя — 5X5 мм. Для условных обозначений электростанций и подстанций установлены минимальные размеры:

сторона квадрата (диаметр окружности) должна быть не менее 8 мм, причем размеры общих обозначений допускается уменьшать до 4 мм.

Контрольные вопросы:

1. Какие геометрические образы используются для построения условных графических обозначений?
2. Что означает точка при изображении места ответвления проводов, обмотки магнитного усилителя и в баллоне газоразрядной лампы?
3. Для обозначения каких устройств используют две концентрические пересекающиеся и соприкасающиеся окружности?
4. Постройте условные обозначения асинхронной электрической машины упрощенным многолинейным (форма I) и развернутым (форма II) способами.
5. Что означают стрелки в изображении конденсатора, транзистора, фоторезистора и показывающего прибора?
6. Чем определяются требования к размерам условных обозначений?

Глава 4 Условные буквенно-цифровые обозначения в электрических схемах

4.1 Общие сведения о буквенно-цифровых обозначениях в электрических схемах

Буквенно-цифровые обозначения (далее — обозначения) предназначены для записи в сокращенной форме сведений об объекте и его частях (устройствах, функциональных группах, элементах), ссылок на соответствующие части объекта в текстовых документах и нанесения непосредственно на объект и его части (маркировка).

В общем случае используют составные обозначения, дающие сведения об устройстве, функциональной группе, конструктивном расположении (конструктивное обозначение), элементе (позиционное обозначение), электрическом контакте, документе, с которым сопрягается данный документ, и номере его листа (адресное обозначение). Для построения таких обозначений применяют прописные буквы латинского алфавита и арабские цифры, а также следующие знаки (классифицирующие символы): « = » для устройства; « ≠ » для функциональной группы; « + » для конструктивного обозначения; «—» для позиционного обозначения; «:» для обозначения контакта. Адресное обозначение заключают в круглые скобки. Только позиционные обозначения являются обязательными, остальные — дополнительные.

Так, составное обозначение =A12≠T8 + 204—K4H:7 (201L6 + 15:2) относится к контакту 7 реле K4 сигнализации (H), которое расположено на месте 204 в функциональной группе T8, входящей в устройство A12, причем указанный контакт 7 соединен с контактом 2, расположенным на месте 15 и изображенным на листе 6 принципиальной схемы 201. В этом примере обязательными являются буква K и цифра 4, определяющие соответственно вид элемента (реле) и его номер, а буква H, указывающая функцию реле, хотя и входит в позиционное обозначение, является дополнительной, как и другие буквы и цифры, не относящиеся к нему.

Для обозначения электрических цепей и участков, соединяющих между собой отдельные элементы каждой цепи, также используют буквенно-цифровые обозначения, состоящие из прописных букв латинского алфавита и арабских цифр.

Ниже подробно рассматриваются только позиционные обозначения элементов и обозначения электрических цепей, преимущественно применяемые в электрических схемах.

Перед составным обозначением устройства, функциональной группы или элемента допускается не указывать квалифицирующий символ, если это не приводит к неправильному пониманию обозначения (например, К 1:2 — второй контакт реле К1) но перед следующими типами обозначений квалификационные символы необходимы. Так, один из вспомогательных контактов (в частности, третий) первого силового выключателя можно обозначить Q1:3, где выключатель представлен как элемент (Q1 — позиционные обозначения выключателя, а 3 — обозначение его третьего вспомогательного контакта). В обозначении Q—S:3 выключатель Q представлен как устройство, вспомогательные контакты S — его элемент, а 3 — обозначение третьего контакта этого элемента. Если классифицирующий символ будет опущен, обозначение, записанное в виде QS:3, может быть понято неправильно: QS — разъединитель (по двухбуквенному коду); 3 — его третий контакт; или Q1S:3 — выключатель № 1, выполняющий функцию запоминания (буква S в данном случае указывает функциональное назначение — запоминание, запись), а 3 — его контакт.

4.2 Позиционные обозначения

Обязательной частью позиционного обозначения являются буквенное обозначение вида элемента на первом месте и цифровое обозначение его номера на втором. Дополнительная часть позиционного обозначения — это буква, указывающая функцию элемента. Так, позиционное обозначение M2M указывает, что это электродвигатель (буква M на первом месте), имеющий номер

2 (цифра 2 на втором месте) и выполняющий функцию главного (дополнительная часть — буква М в конце позиционного обозначения); позиционное обозначение К4Н указывает, что это реле, которое имеет порядковый номер 4 и используется для сигнализации. Классифицирующий символ (знак «—») перед позиционным обозначением не ставят, поскольку других типов обозначений перед ним нет.

Если необходимо обозначить контакт какого-либо элемента, следует после позиционного обозначения этого элемента поставить знак «:» и цифру, указывающую номер контакта. Так, обозначение К4Н:3 указывает, что это третий контакт сигнального реле К4.

Элементы можно обозначать одной буквой — обязательной первой буквой кода. Для уточнения вида элемента применяется многобуквенный код. Так, в трехбуквенном коде HLR первая (обязательная) буква Н означает сигнальный элемент, вторая буква L уточняет, что эта сигнальная лампа, а третья буква R точно указывает, какой прибор применен в качестве сигнального элемента — лампа с красной линзой. Первой буквой S обозначают выключатель в цепи управления, двухбуквенный код SB указывает, что это кнопочный выключатель (кнопка), а трехбуквенные коды SBT и SBC покажут, что это соответственно кнопки отключения и включения.

На схемах буквенно-цифровые обозначения проставляют возле графических обозначений элементов справа или над ними.

В ряде случаев может показаться ненужным проставлять на схемах позиционные обозначения ввиду того, что условные графические обозначения элементов дают о них ясное представление.

Буквенные коды наиболее распространенных видов элементов приведены в табл. 1.

Таблица 1- Буквенные коды наиболее распространенных видов элементов

Первая буква кода (обязательная)	Группа видов элементов	Примеры видов элементов	Двух- буквен- ный код
1	2	3	4
А	Устройство (общее обозначение)		
В	Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания) или наоборот; аналоговые или многоразрядные преобразователи или датчики для указания	Громкоговоритель Детектор ионизирующих излучений Телефон (капсюль) Тепловой датчик Фотоэлемент Микрофон Датчик давления Пьезоэлемент Тахогенератор Датчик скорости	ВА BD BF BK BL BM BP BQ BR BV
С	Конденсаторы		
Д	Схемы интегральные, микросборки	Схема интегральная аналоговая Схема интегральная цифровая, логический элемент Устройство задержки	DA DD DT
Ф	Разрядники, предохранители, устройства защиты	Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия Предохранитель плавкий Дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник	FA FU FV
Е	Элементы разные	Лампа осветительная	EL
Г	Генераторы, источники питания	Батарея	GB
Н	Устройства индикации и сигнальные		
К	Реле, контакторы, пускатели	Реле токовое Реле электротепловое Магнитный пускатель Реле времени Реле напряжения	KA KK KM KT KV
Л	Катушки индуктивности, дрессели	Дроссель люминесцентного освещения	LL
М	Двигатель		

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
P	Приборы, измерительное оборудование	Амперметр Частотомер Омметр Вольтметр Ваттметр	PA PF PR PV PW
Q	Выключатели и разъединитель в силовых полях	Выключатель автоматический Короткозамыкатель Разъединитель	QF QK QS
R	Резисторы	Терморезисторы Потенциометр Шунт измерительный	RK RP RS
S	Устройства коммутации в цепях управления, сигнализации и измерения	Выключатель или переключатель Выключатель автоматический	SB SF
T	Трансформаторы, автотрансформаторы	Трансформатор тока Электромагнитный стабилизатор Трансформатор напряжения	TA TS TV
U	Устройства связи Преобразователи электрических	Модулятор Демодулятор Дискриминатор	UB UR UI
V	Приборы электровакуумные и полупроводниковые	Диод, стандартизованных билитрон Прибор электровакуумный Транзистор Тиристор	VD VL VT VS
W	Линии и элементы СВЧ, антенны	Ответвитель Короткозамыкатель Вентиль Трансформатор, фазовращатель Антенна	WE WK WS WU WA
X	Соединения контактные	Токоъемщик, контакт скользящий Штырь Гнездо Соединение разборное Соединитель высокочастотный	XA XP XS XT XW
Y	Устройства механические с электромагнитным приводом	Электромагнит Муфта с электромагнитным приводом	YA YC
Z	Устройство оконечное, фильтры, ограничители	Ограничитель Фильтр кварцевый	ZL ZQ

Зачем, казалось бы, проставлять позиционные обозначения PA1, PA2, PA3 и PW на схеме, показанной на (рис. 16, а,) если графические обозначения говорят о том, что это амперметры и ваттметр. При этом не учитывают, что позиционные

обозначения используются не только в схемах, но и при маркировке и описании изделий.

Между тем буквы А и W, использованные в условных графических обозначениях, являются буквенными обозначениями единиц измерения — соответственно тока (ампер) и мощности (ватт), а не буквенными обозначениями измерительных приборов. Следовательно, нельзя записать, что на схеме, приведенной на (рис. 16, а), показаны амперметры А и ваттметр W, поскольку это равносильно выражению «амперметр ампер и ваттметр ватт».

Таким образом, позиционные обозначения, проставленные на схеме, позволяют однозначно и четко сослаться на эти приборы в тексте и найти их по соответствующим надписям маркировке) в изделии. Кроме того, при разнесенном способе изображения обмоток приборов в виде цепочек полуокружностей (рис. 16,б) позиционные обозначения позволяют определить, к каким приборам эти обмотки относятся.

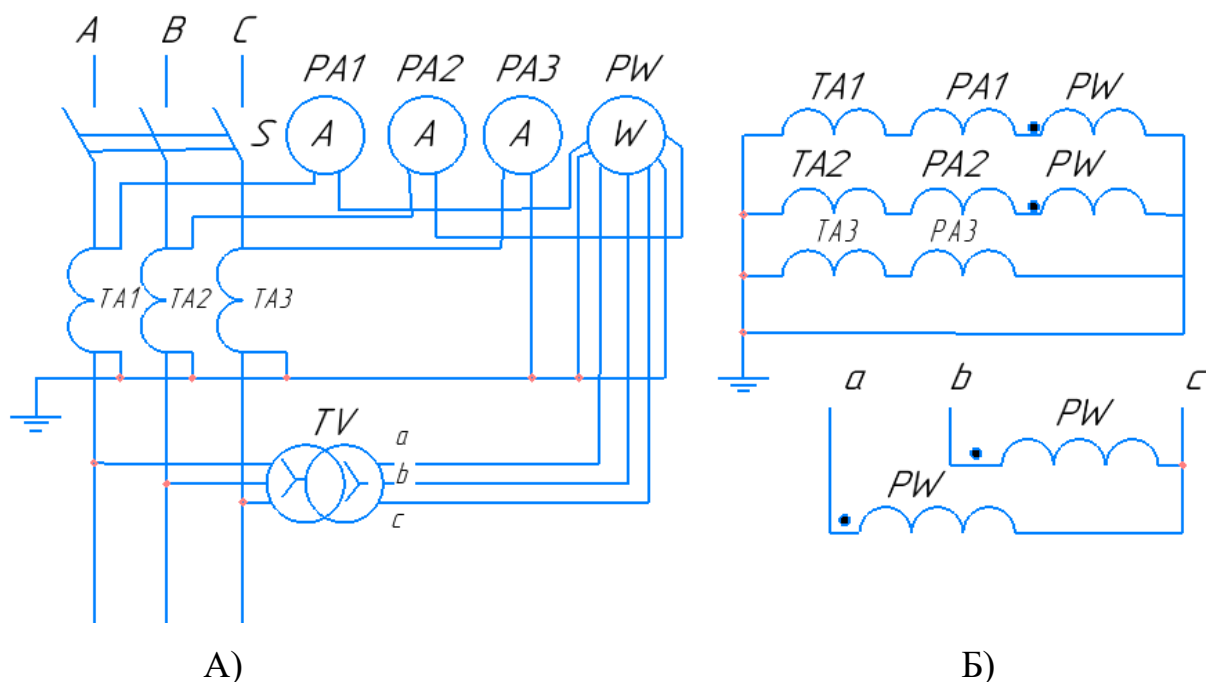


Рисунок 16 - Примеры позиционных обозначений в измерительных цепях при совмещенном (а) и разнесенном (б) способах изображения

Во многих случаях в позиционном обозначении достаточно ограничиться одной буквой, присвоенной группе видов элементов. Двух- и трехбуквенные

коды следует применять только в тех случаях, когда по однобуквенному коду нельзя определить вид обозначенного элемента (что может привести к неправильному пониманию схемы), или если при большом числе однотипных видов элементов чтение схемы очень затруднено.

Например, буквой Т обозначают силовые трансформаторы, измерительные трансформаторы тока и напряжения, стабилизаторы. Причем условные графические обозначения силовых трансформаторов и трансформаторов напряжения одинаковы, а при разнесенном способе выполнения схем одинаковы также условные графические обозначения всех названных видов элементов. Поэтому для позиционного обозначения в схемах целесообразно использовать двухбуквенные коды: ТА — трансформаторы тока, TV — трансформаторы напряжения, TS — электромагнитные стабилизаторы (силовые трансформаторы обозначают однобуквенным кодом — Т).

Магнитные пускатели, контакторы, реле тока, напряжения и мощности, а также указательные, электротепловые и многие другие обозначают одной (обязательной) буквой К. В устройствах защиты и автоматики количество этих элементов может достигать нескольких десятков. Учитывая, что их графические обозначения в общем случае одинаковы, в схемах устройств защиты и автоматики часто применяют двух- и даже трехбуквенные коды: магнитный пускатель и контактор — КМ, реле тока — К А, напряжения — КV, мощности — КW, электротепловое — КК, промежуточное — КL, указательное — КН, импульсной сигнализации — КН А, блокировки — КВ, блокировки от многократного включения выключателя при коротком замыкании — KBS.

В схемах цепей трехфазного тока в отдельных случаях, чтобы отличить трансформаторы тока одной группы, например с номерами 1 и 2 (рис. 17,), в позиционных обозначениях после цифры в индексе проставляют строчную букву в соответствии с фазой. Так, позиционные обозначения трансформаторов тока группы 1 и 2 будут: ТА1а, ТА1b, ТА1с и ТА2а, ТА2b, ТА2с. Если какие-либо элементы имеются не во всех фазах, например электротепловые реле КА1 и КА2 включены только в фазы А и С (рис. 18, а), то при однолинейном способе

выполнения схемы необходимо указать в квадратных скобках фазы, в которые эти элементы включены (рис.18, б).

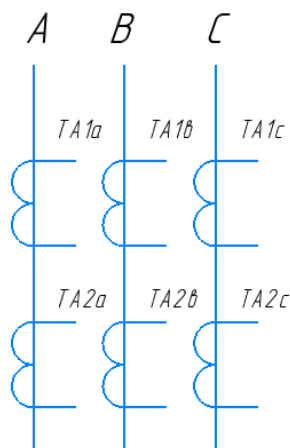
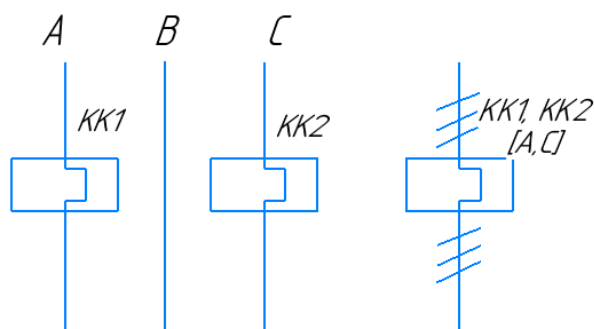


Рисунок 17 – позиционные обозначения трансформаторов тока с обозначением фаз, в которые они включены



А)

Б)

Рисунок 18 – Позиционные обозначения элементов включенных в две фазы трехфазной сети при многолинейном (а) и однолинейном (б) способах выполнения схем

4.3 Обозначение цепей

Как уже отмечалось, электроустановки представляют собой множество цепей, каждая из которых имеет большое количество участков, обеспечивающих электрические связи между входящими в них элементами (контактами аппаратов, обмотками реле, приборов и машин, резисторами и др.). Для опознания участков пользуются обозначениями, которые могут также отражать функциональное назначение цепей.

ГОСТ 2.709—72 предусматривает три способа обозначения участков цепей: присвоением каждому из них отдельного номера; использованием адресов присоединения; смешанного.

При первом способе участки цепей последовательно обозначают от ввода источника питания до приемника, а разветвленные — сверху вниз и слева направо. При любом способе участки цепей, разделенные контактами аппаратов,

обмотка-1 ми реле, приборов, машин, резисторами и другими элементами, должны иметь разные обозначения. Участки цепей, проходящие через разъемные, разборные и неразборные контактные соединения, должны иметь одинаковые обозначения.

На схемах обозначения проставляют около концов или в середине участков цепей (при вертикальном расположении — слева от них, а при горизонтальном — над ними). При этом используют арабские цифры и прописные буквы латинского алфавита.

Цепи обозначают независимо от нумерации выводов аппаратов и приборов, присвоенной заводами-изготовителями. Если необходимо, нумерацию, присвоенную заводами-изготовителями, наносят на схемах около соответствующих элементов электрической цепи, но с противоположной стороны, т. е. справа при вертикальном расположении цепей и снизу при горизонтальном.

На схемах силовых цепей переменного тока ввод источников питания обозначают L1, L2, L3 или A, B, C (фазовые провода) и N (нулевой провод), а последующие участки цепей:

первая фаза — L11, L12, L13 и т. д. или A1, A2, A3;

вторая фаза — L21, L22, L23 и т. д. или B1, B2, B3;

третья фаза — L31, L32, L33 и т. д. или C1, C2, C3.

Схема силовых цепей электродвигателей M1 и M2 переменного трехфазного тока, на которой использованы обозначения фаз L1, L2 и L3, показана на рис. 19, а. Для удобства чтения схемы пропущено обозначение L23. Эта схема может быть выполнена с обозначениями фаз A, B, и C. Тогда на вводе источника питания вместо L1, L2 и L3 будут соответственно обозначения A, B и C, а на участках вместо L11, L21 и L31; L12 L22 и L32, L13 и L33; L14, L 24 и L34, L15 и L35 — соответственно обозначения A1, B1 и C1; A2, B2 и C2; A3, B3 и C3; A4, B4 и C4; A5 и C5.

На схемах силовых цепей постоянного тока участки цепей положительной полярности обозначают нечетными числами, а отрицательный — четными (рис.

19,б). Полярность входных участков обозначают L+ и L - или «+» и «-», а средний провод трехпроводных сетей постоянного тока буквой М.

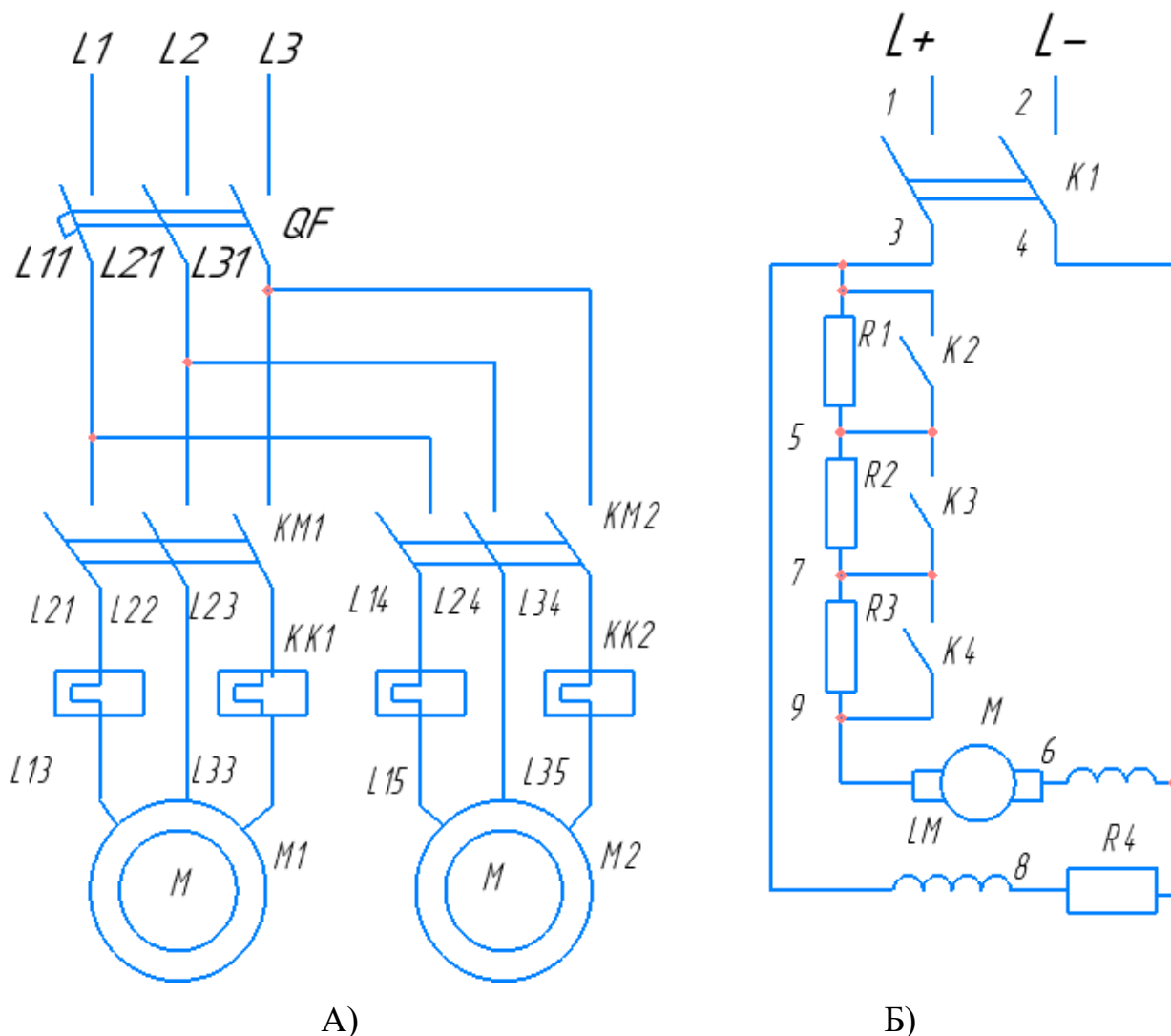
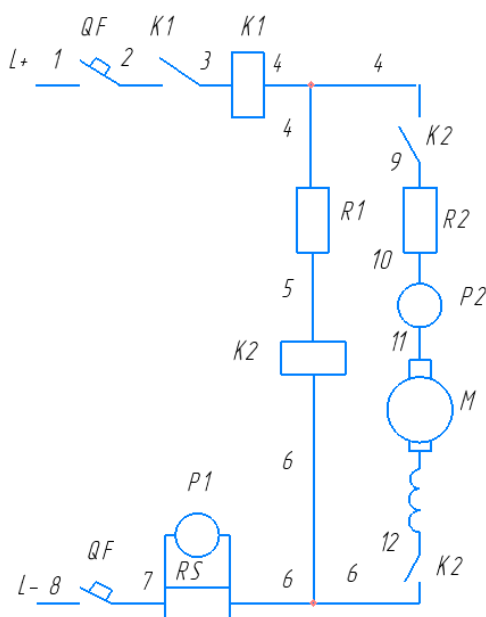


Рисунок 19 Схемы силовых цепей электродвигателей переменного трехфазного (а) и постоянного (б) тока

Допускается обозначать цепи последовательным рядом чисел (рис. 20). Последовательным рядом чисел обозначают также несиловые цепи (управления, защиты, автоматики, измерения и др.) в пределах изделия.

Участки нулевого провода однофазных (фаза — нуль) и второй фазы двухфазных (фаза фаза) несиловых цепей переменного тока допускается обозначать четными числами, а участки фазы однофазных и первой фазы двухфазных цепей — нечетными числами.

Третий способ — смешанное обозначение участков цепей — состоит из адресов участков присоединений и чисел.



The diagram illustrates a three-phase motor control system. The main supply lines are labeled A, B, and C. The main switch is labeled QF. The fuses are labeled F. The thermal relay is labeled KM. The stop button is labeled SB1. The forward start button is labeled SB2. The forward start contactor is labeled KM. The motor is labeled M. The circuit includes a main switch (QF) and fuses (F) for protection. The thermal relay (KM) is used for motor protection. The stop button (SB1) and forward start button (SB2) are used for manual control. The forward start contactor (KM) is used to start the motor. The motor (M) is connected to the three-phase supply through the contactor and thermal relay.

Рисунок 21 – Обозначение цепей с указанием их функционального назначения

Для обозначения цепей, питающихся через отдельные защитные аппараты (автоматы, предохранители), рекомендуется использовать различные группы чисел. Числа, отведенные для обозначения оперативных цепей, цепей управления и защиты, разделяют на сотни в каждой группе (одна группа чисел от 1 до 99, другая — от 01 до 199 и т. д.). В цепях постоянного тока участки положительной полярности обозначают нечетными числами, а отрицательной — четными. При этом начальный участок цепи, связанный с положительным

полюсом источника, обозначают первым числом каждой группы (1, 101, 201 и т. д.), а конечный, связанный с отрицательным полюсом, — вторым числом каждой группы (2, 102, 202 и т. д.). Если перед числом стоит буква, характеризующая функциональное назначение цепи, последовательность чисел устанавливают в пределах этой цепи. Так, цепи телемеханики обозначают буквой Т (от Т1 до Т99), а цепи связи — буквой U (от U1 до U99).

Для обозначения вторичных цепей измерительных трансформаторов тока можно использовать числа четвертой (400—499) и пятой (500—599) сотен, отводя для каждого трансформатора (или их групп, обозначенных одним номером) десять чисел. При этом второй знак числа означает номер трансформатора тока (или их группы). В качестве примера приведем обозначения вторичных цепей (фазы А, В, С и нулевой провод N) трансформаторов тока ТА1 и ТА10:

А411—А419, В411—В419, С411—С419, N411—N419;

А491—А499, В491—В499, С491—С499, N491—N499;

А501—А509, В501—В509, С501—С509, N501—N509.

Вторичные цепи трансформаторов напряжения обозначают аналогично, используя числа от 600 до 699. В качестве примера приведем обозначения вторичных цепей трансформаторов напряжения TV1 и TV2:

А611—А619, В611—В619, С611—С619, N611—N619;

А621—А629, В621—В629, С621—С629, N621—N629.

Особо обозначают шинки, от которых отходят вторичные цепи разного функционального назначения. Приведем некоторые из них, указав в скобках обозначения, применявшиеся ранее и встречающиеся на схемах вторичных цепей:

шинки питания включающих электромагнитов масляных выключателей +EY (+ ШП) и —EY (—ШП);

шинки управления +ЕС (+ШУ) и —2ЕС (—ШУ);

шинка «мигания» ламп сигнализации положения выключателей (+)EP [(+)ШМ];

шинки питания цепей сигнализации +ЕН (+ ШС) и —ЕН (—ШС);

шинка, на которую подается напряжение при проверке целости ламп («темный» плюс) при питании их от цепей управления +ЕС (+ШУ) и от цепей сигнализации +ЕН (+ШС);

шинка проверки исправности ламп сигнальных табло ЕНL (ШПЛ);

шинка звуковой сигнализации аварийного отключения ЕНА (ШЗА);

шинки звуковой предупреждающей сигнализации, действующей без выдержки времени ЕНР1 (1ШЗП) и с выдержкой времени ЕНР2 (2ШЗП);

шинка съема «мигания» ламп сигнализации ЕНD (ШСМ).

Для удобства чтения электрических схем наиболее часто встречающимся цепям и их участкам присваивают характеризующие их обозначения. Приведем некоторые из этих обозначений:

цепь включения 3—79, 103—119, 203—219 и т. д.;

участок, подходящий к включающему элементу, например к катушке контактора включения масляного выключателя, 3, 103, 203 и т. д.;

цепь отключения 30—49, 130—149, 230—249 и т. д.;

участок, подходящий к отключающему элементу, например к отключающему электромагниту выключателя, 33, 133, 233 и т. д.;

участок цепи, подходящий к элементу контроля цепи включения (лампе или реле), 5, 105, 205 и т. д.;

участок цепи, подходящий к элементу контроля цепи отключения (лампе или реле), 35, 135, 235 и т. д.;

цепь ламп сигнализации положения выключателя, контроль целости цепей управления которого осуществляется реле, 70—79;

цепи аварийной звуковой сигнализации 90—99, 190—199, 290—299 и т.д.;

цепи катушек реле фиксации команд дистанционного управления 80—89, 180—189, 280—289 и т. д.;

цепи электромагнитов включения выключателя 871—874.

Принципиальная схема дистанционного управления высоковольтным выключателем Q (показаны только его вспомогательные контакты Q:1—Q:5) с

нанесенными позиционными обозначениями всех элементов и обозначениями цепей приведена на рис. 22. Так как на схеме дана нумерация выводов аппаратов, присвоенная заводами-изготовителями, то можно обойтись без указания номеров контактов в позиционных обозначениях (эти контакты однозначно определяются по номерам их выводов). Так, если при чтении схемы сказать «контакты 6—8 реле KQQ фиксации команд или контакты 1—2 реле KСС команды включения», этого будет достаточно, чтобы найти соответствующие контакты этих реле на схеме и в самих приборах. Однако если аппараты заводскую нумерацию выводов не имеют, следует в позиционном обозначении после двоеточия («:») дать номера контактов, как это сделано для вспомогательных контактов 1—5 выключателя Q.

Двух- и трехбуквенные позиционные обозначения определяют как элементы, так и их функциональное назначение. Так, обозначения КН, КМ, КQT, YAT и HLG соответствуют указательному реле, контактору, реле положения выключателя «Отключено», отключающему электромагниту и сигнальной лампе с зеленой линзой. При обозначении всех элементов только одной буквой (например, всех реле и контактора буквой К) с цифрами соответственно от 1 до 7 придется дополнять схему указанием названий или назначений этих элементов.

Следует отметить, что нанесенные на рассматриваемую схему обозначения участков цепей позволяют определить их функциональное назначение. Так, числа 3, 33, 91 и 871 соответственно указывают участки

цепей контактора КМ включающего электромагнита, отключающего электромагнита УАТ, аварийной звуковой сигнализации и включающего электромагнита УАС.

Таким образом, позиционные обозначения и обозначения цепей позволяют определить все элементы и цепи данной схемы и их функциональное назначение, а следовательно, понять принцип действия изображенного на ней устройства и найти все элементы и цепи.

Контрольные вопросы:

1. Из каких элементов состоят позиционные обозначения и для чего их применяют?
2. Приведите примеры одно-, двух- и трехбуквенных позиционных обозначений?
3. Какие способы обозначения на схемах электрических цепей и их участков вы знаете?
4. Как обозначают на схемах силовые цепи переменного и постоянного тока?
5. Где наносят на схемах позиционные обозначения и обозначения цепей при их вертикальном и горизонтальном расположении?
6. Где наносят на схемах нумерацию выводов элементов?
7. Как обозначают вторичные цепи переменного и постоянного тока?

Глава 5 Принципиальные электрические схемы

5.1 Основные правила выполнения принципиальных электрических схем

На принципиальных схемах электроустановок показывают все электрические элементы устройства, а также связи между ними, необходимые для осуществления и контроля заданных электрических процессов.

Элементы и устройства изображают на схеме условными графическими обозначениями, установленными стандартами ЕСКД, совмещенным или разнесенным способом (как правило, в отключенном положении). При совмещенном способе составные части элементов или устройств дают на схеме в непосредственной близости друг от друга. Рекомендуется при выполнении схем располагать элементы, входящие в одну цепь, последовательно друг за другом по прямой, а отдельные цепи — рядом, в виде параллельных горизонтальных или вертикальных строк, которые допускается нумеровать.

Все элементы должны иметь позиционные обозначения, проставленные рядом — справа или сверху. Дополнительно около основных позиционных обозначений элементов в скобках можно проставлять обозначения, присвоенные им предприятиями-изготовителями. Так, если КМ — основное позиционное обозначение магнитного контактора, а в щитке, изготовленном для данной электроустановки, предприятием ему присвоено обозначение КП, то на схеме проставляют КМ (КП).

Если необходимо, на принципиальные схемы наносят принятые обозначения цепей и обозначения цепей, присвоенные предприятиями-изготовителями.

Допускается на схемах несколько электрически несвязанных линий сливать в одну, но при подходе к местам подключения каждую из них надо изображать отдельно.

Можно помещать на схемах дополнительные сведения об отдельных элементах рядом с их позиционными обозначениями (типы, основные

характеристики и др.). Так, сопротивление, резисторов от 0 до 999 Ом проставляют без указания единицы измерения (рис. 24, а), от $1 \cdot 10^3$ до $999 \cdot 10^3$ Ом — в килоомах с указанием единицы измерения строчной буквой «к», от $1 \cdot 10^6$ до $999 \cdot 10^6$ Ом — в мегаомах с указанием единицы измерения строчной буквой «М», а выше $1 \cdot 10^9$ Ом — в гигаомах с указанием единицы измерения строчной буквой «Г». Емкость конденсаторов от 0 до $9999 \cdot 10^{-12}$ Ф дают на схеме в пикофарадах без указания единицы измерения, а от $1 \cdot 10^{-8}$ до $9999 \cdot 10^{-6}$ Ф — в микрофарадах с указанием единицы измерения строчными буквами «мк». Номинальная мощность рассеяния резисторов 0,05; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2 и 5 Вт указывается внутри их условного графического обозначения знаками.

Чтение принципиальных схем электроустановок требует знания основ электротехники, устройства и принципа действия всех изображенных элементов и правил выполнения схем. Приступая к чтению принципиальной схемы электроустановки, нужно установить ее основное назначение и ознакомиться с входящими в нее элементами и устройствами. Рассматривать схему следует при всех режимах работы приведенной на ней установки, начиная с отключенного состояния, и при различных положениях коммутационных аппаратов (выключателей, переключателей) по отдельным цепям. Навыки по чтению схем можно приобрести, рассматривая приводимые ниже примеры.

5.2 Схемы электрического освещения

Для освещения используют электрические лампы накаливания и газоразрядные лампы (в частности, люминесцентные), подключаемые к электрической сети выключателями, переключателями и через штепсельные розетки. Принципиальные схемы включения лампы EL с выключателем S и штепсельной розеткой X и двух ламп EL1 и EL2 со своими выключателями S1 и S2 или люстровым переключателем S показаны на рис. 23, а—в. Принципиальные схемы включения лампы EL из двух мест и из любого числа мест (в частности, из трех) показаны на рис. 23, г, д.

Схемы, показанные на рис. 23, а, б, элементарны и пояснений не требуют.

Управление освещением по схеме, приведенной на рис. 23, в, осуществляется следующим образом. В исходном положении цепи ламп EL1 и EL2 разомкнуты. При переводе переключателя S в положение 1 замкнется его верхний контакт со средним, а следовательно, и цепь лампы EL1, и лампа загорится. При переводе переключателя S в положение 2 верхний контакт разомкнется со средним и замкнется с нижним, лампа EL1 погаснет, а EL2 загорится. При переводе переключателя в положение 3 замкнутся все три контакта переключателя и загорятся обе лампы. Такие схемы используют для многоламповых светильников — люстр, поэтому переключатели для них часто называют люстровыми.

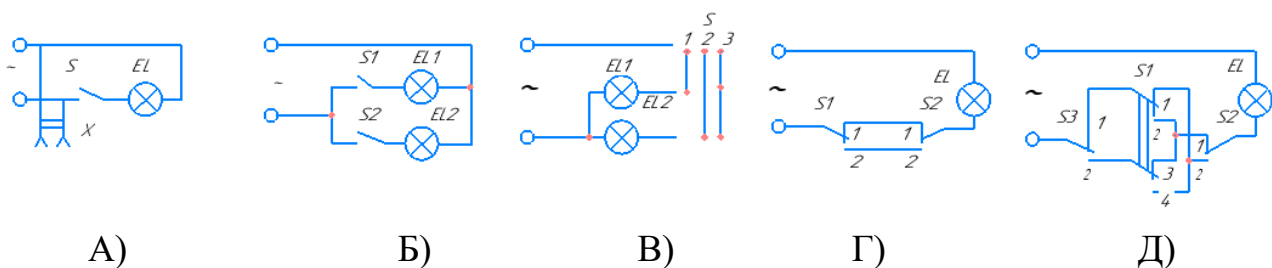


Рисунок 23 - Принципиальные схемы: включения одной лампы с выключателем и штепсельной розеткой (А); двух ламп со своими выключателями (Б); двух ламп с люстровым переключателем (В), одной лампы с управлением из двух мест (Г); одной лампы с управлением трех мест (Д)

Управление освещением из двух мест осуществляется с помощью переключателей S1 и S2 (рис. 23, г). В исходном состоянии переключатели S1 и S2 замыкают цепь лампы EL через верхний проводник, соединяющий их неподвижные контакты 1. При переключении одного из переключателей, например S1, разомкнется цепь лампы EL. Если затем переключить переключатель S2, то цепь лампы EL замкнется, но через нижний проводник, соединяющий неподвижные контакты 2 обоих переключателей.

Для управления освещением из трех мест (рис. 23, д) кроме двух переключателей S1 и S2 такой же конструкции, как на рис. 2, г, используют переключатель S3 другой конструкции. В исходном положении цепь лампы EL разомкнута. Можно заметить, что при переводе любого из трех переключателей

в другое положение цепь лампы EL замкнется и она загорится. Если это будет переключатель S1, то цепь лампы EL замкнется через проводники, соединяющие контакты 2 переключателя S1 с контактом 3 переключателя S3 и его контакт 2 с контактом 1 переключателя S2. Такие схемы применяют для освещения коридоров, поэтому переключатели для них часто называют коридорными.

5.3 Схемы распределения электроэнергии между потребителями

Однолинейная схема подстанции с тремя распределительными устройствами напряжением 110/35/10 кВ показаны на рис. 24

Открытое распределительное устройств ОРУ на 110 кВ выполнено с тремя системами шин (двумя рабочими *I ши* и *II ши* и одной обходной *оси*), имеет присоединении линии электропередачи W1, W2 и W3, силовых трехобмоточных трансформаторов T1 и T2, а также обходной QB и шиносоединительный QK выключатели, измерительные трансформаторы напряжения TV1 и TV2 и разрядники FV1 и FV2.

Такая схема позволяет выводить из работы для ремонта любую систему шин отключением связанных с ней разъединителей (QS1 — при ремонте *I ши*, QS2 — при ремонте *II ши* и QSB — при ремонта *оси*) или выключатель любого присоединении (например, линий W1, отключив выключатель Q и разъединители QS1, QS2 и QS3). Чтобы не прерывалось электроснабжение, линию W1 подключают через обходную систему шин и обходной выключатель к одной из рабочих систем шин. Любое присоединение, например линию W1, можно выделить также на одну из освобожденных систем шин (*I ши* или *II ши*), включив разъединители QS1 и QS2 шиносоединительного выключателя QK и этот выключатель.

Открытое распределительное устройство ОРУ на 35 кВ имеет одну систему шин с двумя секциями I и II, которые могут быть соединены секционным выключателем QC. Через секцию I от обмотки 35 кВ трансформатора T1 питаются линии W4 и W5, а через секцию II от обмотки 35 кВ трансформатора T2 — линии W6 и W7.

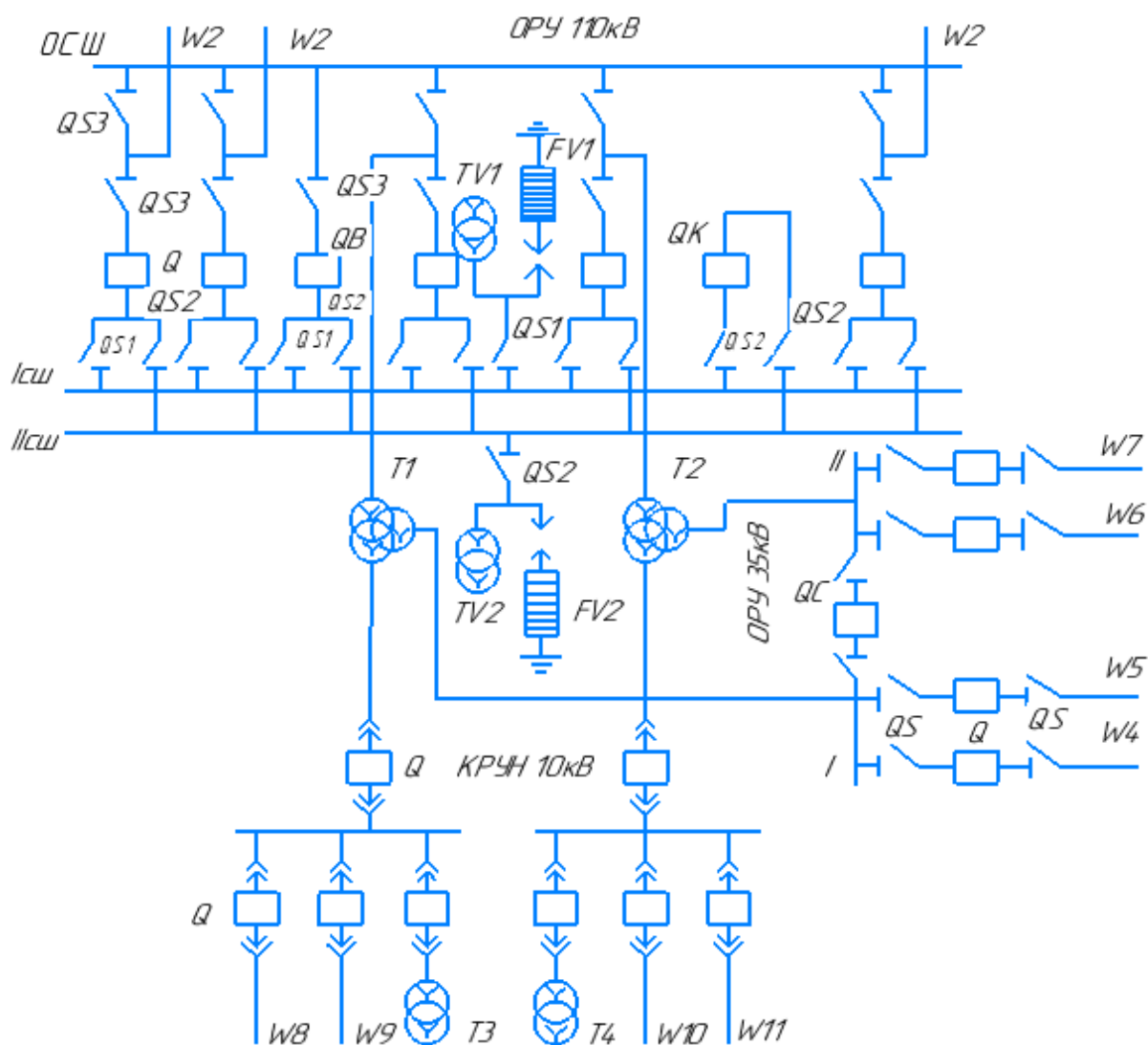


Рисунок 24 - Принципиальная однолинейная схема электрической подстанции на 110/35/10 кВ

Комплектное распределительное устройство наружной установки КРУН на 10 кВ имеет две секции I и II, подключенные соответственно к обмоткам 10 кВ, трансформаторов T1 и T2. От первой секции питаются линии W8, W9 и трансформатор собственных нужд T3, а от секции II—линии W10, W11 трансформатор собственных нужд T4. В рассмотренной схеме распределения электроэнергии показаны только силовые цепи, однако любая электроустановка должна иметь средства управления и контроля этими цепями.

Измерительные цепи (рис. 25, а—д) линии трехфазного тока, отходящей от шин напряжением 0,66 кВ через автоматический выключатель QF. Принципиальная схема выполнена двумя способами: совмещенным (рис. 25, а)

и разнесенным (рис. 25, б—д). Схемы силовых цепей даны в трехлинейном (рис. 25, а) и в однолинейном (рис. 25, б) изображениях.

В схеме, приведенной на рис. 25, а, на которой показаны измерительные приборы: ваттметр PW, два амперметра PA1 и PA2, электрический счетчик P1, вольтметр PV и частотомер PF. Измерительные цепи питаются от измерительных трансформаторов тока TA1 и TA2 и трансформатора напряжения TV. Кроме измерительных приборов на схеме показаны обмотки токовых реле KA1 и KA2 и реле напряжения KV. Амперметры PA1 и PA2 и токовые обмотки ваттметра PW, а также обмотки токовых реле KA1 и KA2 питаются от трансформаторов тока TA1a и TA1c, соответственно включенных в фазы А и С. Токовые обмотки электросчетчика P1 питаются от трансформаторов тока TA2a и TA2c, а вольтметр PV, частотомер PF, обмотки напряжения ваттметра PW и электросчетчика P1 — от трансформатора напряжения TV. В такой схеме совмещены не только элементы таких приборов, как ваттметр и электросчетчик, но и силовые измерительные цепи.

При разнесенном способе выполнения схемы выделены силовые цепи линии (рис. 25, б), а также измерительные цепи трансформатора напряжения TV (рис. 25, в) и трансформаторов тока TA1 (рис. 25, г) и TA2 (рис. 25,б). На схеме силовой цепи (рис. 25,б), являющейся поясняющей, указаны места измерительных трансформаторов напряжения и тока и дано название присоединения — линия W1. В цепях трансформатора напряжения TV (рис. 25, в) показаны вольтметр PV, частотомер PF, обмотка реле напряжения KV и по две обмотки напряжения ваттметра PW и электросчетчика P1. В цепи трансформаторов тока TA1 (рис. 25, г) вошли амперметры PA1 и PA2, обмотки токовых реле KA1 и KA2, две токовые обмотки ваттметра PW, а в цепи трансформаторов тока TA2— две токовые обмотки электросчетчика P1.

Даже из этого простого примера видно, что при совмещенном способе выполнения схемы разобраться в ней трудно. Если на схеме показать также другие приборы, например регистрирующие, и цепи защиты, управления и сигнализации, то прочесть ее будет значительно труднее. Поэтому схемы

вторичных цепей (управления, сигнализации и др.) преимущественно выполняют разнесенным способом.

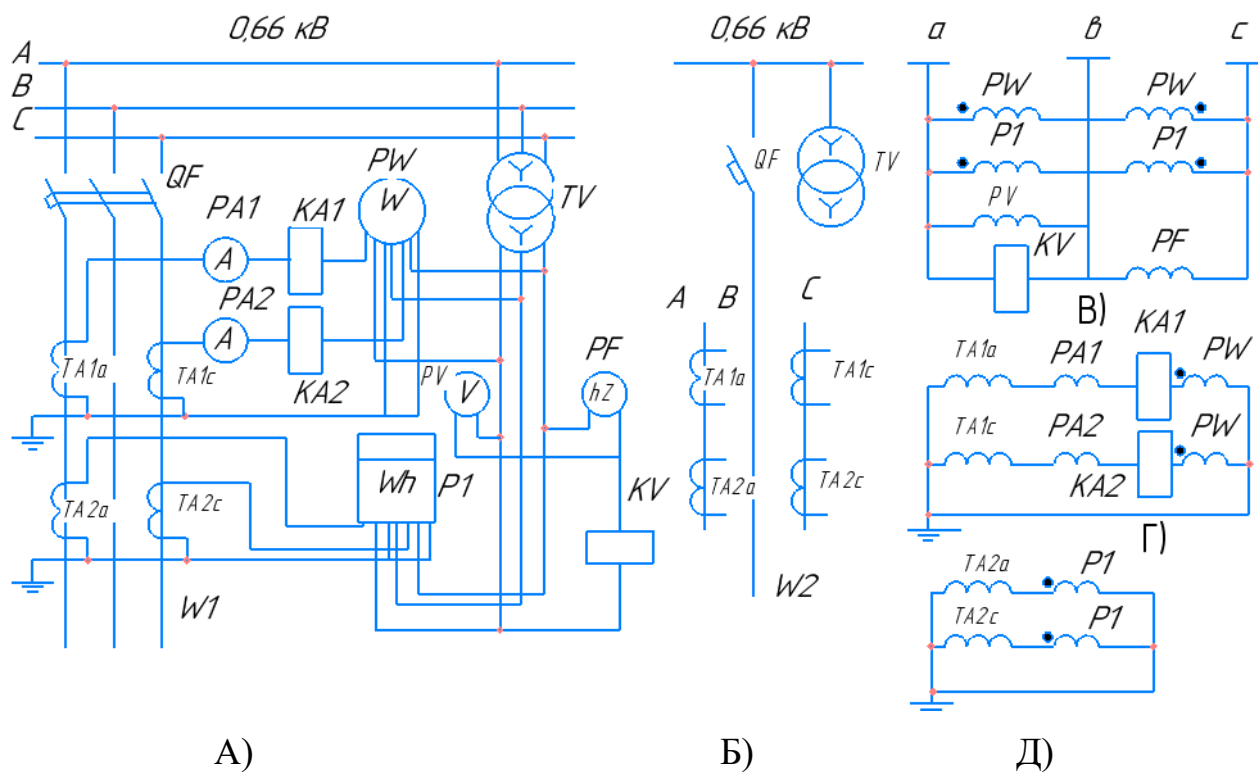


Рисунок 25 - Принципиальные схемы измерительных цепей электрической линии: совмещенный способ (А); разнесенный способ (Б — Д)

5.4 Схемы электроустановок с электронной и микроэлектронной аппаратурой

В предыдущих разделах были рассмотрены принципиальные схемы электроустановок с электромеханическими аппаратами (магнитными пускателями, контакторами, реле, выключателями с электромагнитными приводами и др.), которые имеют воспринимающую часть — электрическую обмотку (конструктивно выполненную в виде катушки или электромагнита), промежуточную механическую часть и исполнительную (в основном в виде разрывных контактов).

На схемах обычно показывают только воспринимающую и исполнительную части. Условия работы электромеханического аппарата —

значения электрических величин, при которых он должен срабатывать, и время срабатывания, — как правило, задаются с помощью его механической части (натяжением противодействующих пружин, уставкой механизма выдержки времени и др.).

Все части электронной аппаратуры (воспринимающая, промежуточная и исполнительная), используемой в электроустановках, выполнены из электрически связанных электрорадиокомпонентов (электровakuумных и полупроводниковых приборов, резисторов, конденсаторов и др.), обеспечивающих ее работу в соответствии с заданными условиями.

Электронная аппаратура, как правило, состоит из типовых унифицированных элементов, каждый из которых выполняет определенную функцию.

Таковыми элементами являются источник питания, реле времени, измерительное реле (реагирующее на изменение какой-либо электрической величины и срабатывающее, когда эти изменения превышают допустимые), преобразователь формы импульсов и др. Конструктивно эти элементы обычно бывают неразборными (например, унифицированные элементы серии «Логика-Т» и «Логика-И») и при выходе из строя заменяются новыми.

Кроме того, в электронной аппаратуре используют микроэлектронные изделия, так называемые интегральные микросхемы, которые имеют высокую плотность упаковки элементов и также являются неразборными. В полупроводниковых интегральных микросхемах все элементы и межэлементные связи получены в объеме и на поверхности полупроводника. Каждая такая микросхема предназначена для выполнения определенной функции (преобразования или обработки сигнала). Неразборность унифицированных элементов и интегральных микросхем определяет их обозначение на принципиальных схемах без раскрытия внутреннего содержания. При этом тип унифицированного элемента или микросхемы указывают обязательно.

Если необходимо более детальное ознакомление с унифицированными элементами или микросхемами, использованными на принципиальной схеме,

пользуются справочниками.

Рассмотрим в качестве примеров принципиальные схемы устройств релейной защиты на унифицированных полупроводниковых элементах серии «Логика-Т» и интегральных микросхемах.

Принципиальная схема максимальной токовой защиты линии W , построенная на элементах серии «Логика-Т» — релейном Т205 и времени Т305, входящих соответственно в токовый орган и орган выдержки времени, приведена на рис. 26.

Ток каждой фазы кроме релейного элемента Т205 содержит переменный резистор $R3$ и постоянный резистор $R4$ для установки заданного тока срабатывания релейного элемента, а также выпрямитель UD со сглаживающим конденсатором $C1$ и подключается к трансформатору тока TA через согласующий трансформатор T .

Трансформатор T вместе с резисторами $R1$ и $R2$ служит для согласования сопротивления трансформатора тока TA с входным сопротивлением релейного элемента Т205.

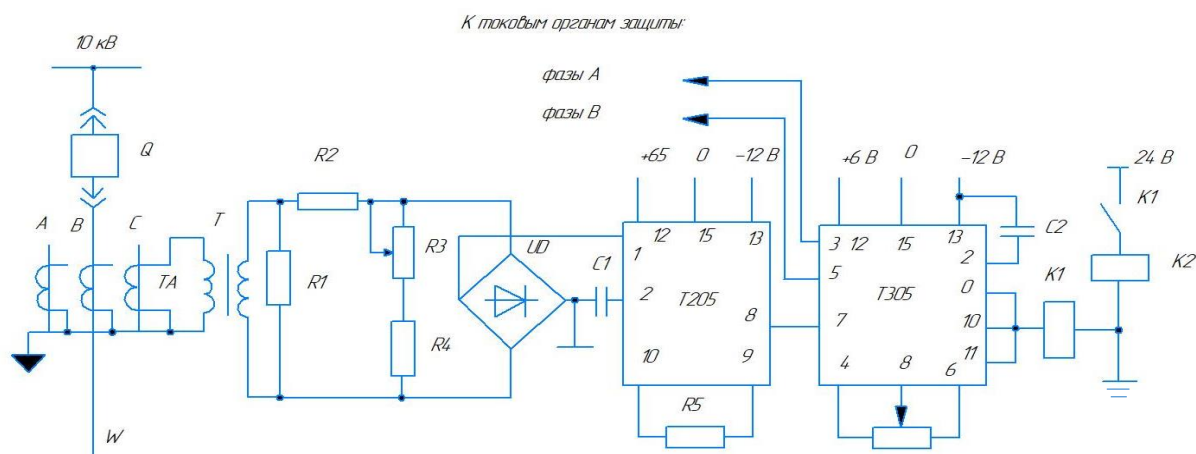


Рисунок 26-Принципиальная схема максимальной токовой защиты линии на полупроводниковых элементах серии «Логика-Т»

При токе в защищаемой линии, меньшем тока срабатывания защиты, напряжение на выходе релейного элемента (зажим 8) близко к нулю, а при токе, равном или большем тока срабатывания, оно составляет не менее 4,5 В.

Подведенное к входу 7 (или 5, или 5) органа выдержки времени, такое напряжение достаточно для приведения его в действие и срабатывания через заданное время. Диапазон выдержек времени элемента Т305 зависит от емкости конденсатора С2, а плавное регулирование уставки осуществляют изменением сопротивления переменного резистора R6.

При срабатывании релейного элемента Т305 на его выходе появляется напряжение, достаточное для срабатывания реле К1, что, в свою очередь, приводит к срабатыванию реле К2, контакты которого, замкнувшись, подают питание отключающему электромагниту УАТ выключателя Q, и выключатель отключается.

Контрольные вопросы:

1. Что показывают на принципиальных схемах электроустановок?
2. Как выполняют принципиальные схемы разнесенным и совмещенным способами?
3. Как рекомендуется располагать элементы каждой цепи и сами цепи при выполнении принципиальных схем?
4. Где располагают позиционные обозначения и обозначения участков цепей на принципиальных схемах?
5. Поясните схему электропроводки квартиры.
6. Поясните схему управления электрическим светильником из двух мест.
7. Поясните схему нереверсивного управления электродвигателем магнитным пускателем.
8. Чем отличаются принципиальные схемы электроустановок с

электронной и микроэлектронной аппаратурой?

Глава 6 Схемы соединений и подключения

6.1 Общие сведения

Схемы соединений и подключения необходимы для выполнения монтажа электроустановок.

Схемы соединений определяют все электрические соединения в электрических устройствах, входящих в состав монтируемой электроустановки, а схемы подключения показывают внешние соединения между этими устройствами.

Так как эти схемы выполняются не в масштабе, по ним нельзя определить размеры электрических устройств и их частей. Поэтому для изготовления комплектных электрических устройств в виде панелей, пультов, шкафов и других конструкций, на которых размещается соответствующее электрооборудование, дополнительно необходимы общие виды этих устройств — чертежи, выполненные в масштабе и определяющие взаимное расположение оборудования и его основные размеры.

На схемах соединений электрических устройств обязательно показывают выводы входящих в них аппаратов и приборов, отображая их расположение и нумерацию. Для большей наглядности выводы каждого аппарата или прибора заключают в общую рамку. Кроме того, если необходимо, дают внутреннюю схему прибора или аппарата. Для изображения отдельных элементов (резисторов, конденсаторов, электрических ламп, проводов и др.) на схемах соединений используют обозначения, приведенные в стандартах ЕСКД.

Некоторые условные графические обозначения элементов, используемые в схемах соединений электрических устройств, приведены на рис. 27, а — с. Реле максимального тока РТ40, промежуточные РП23 и РП11, времени ЭВ132 и указательные РУ21 обозначают, как показано на рис. 27, а — д. Обозначения амперметра, трехфазных ваттметра и электросчетчика даны на рис. 27, е — з, переключателя и кнопок управления — на рис. 27, ы, к, а магнитного пускателя ПМЕ212, рубильника, автомата и ряда зажимов — на рис. 27, л — о.

Конденсаторы, резисторы и электрические лампы обозначают (рис. 27, п—с), как было отмечено, согласно соответствующим стандартам ЕСКД.

Обозначения аппаратов и приборов с задним (реле, амперметр, ваттметр, переключатель и кнопки) и передним подключением (электросчетчик, магнитный пускатель, рубильник и автомат) показаны, если смотреть на них соответственно сзади и спереди. Если нет необходимости подчеркнуть наличие в автомате расцепителя (например, максимального тока), автомат может быть показан на схеме упрощено, как показывают рубильник.

Как уже отмечалось, на принципиальной схеме электроустановки отображают все входящие в нее элементы и электрические связи между ними. Как правило, эти элементы находятся в различных электрических устройствах электроустановки. Схему соединений выполняют для каждого электрического устройства электроустановки, показывая на ней все относящиеся к данному устройству элементы.

Так, элементы, показанные на принципиальной схеме дистанционного управления высоковольтным выключателем Q (см. рис. 23), расположены в трех электрических устройствах: на панелях управления (переключатель SA, автоматы SF1 и SF2, сигналы лампы HLG, HLR и HLW, реле KCC и KCT, резисторы R1, R2 и R6) и релейной защиты (реле KQQ, KQT, KQC, КН и резисторы R3 и R4), а также в приводе выключателя (электромагниты YAC и YAT, вспомогательные контакты Q: 1—Q:5, YAT: 1 и YAT :2, магнитный контактор KM и автомат SF3).

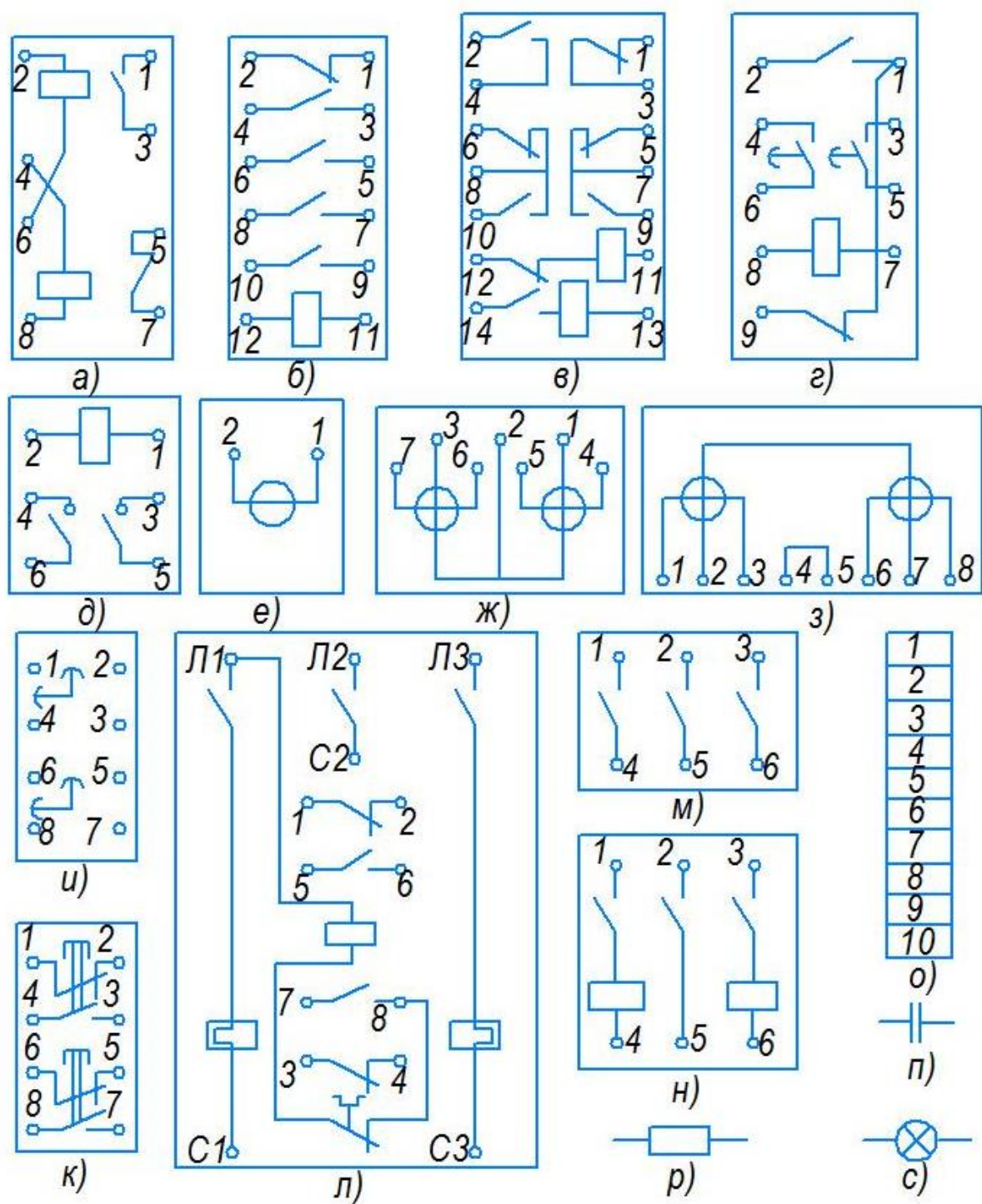


Рисунок 27. Условные графические обозначения (а — с) отдельных элементов, используемые в схемах соединений

6.2 Схемы соединений

Схема соединений ячейки №N линии W1 распределительного устройства на 10 кВ приведена на рис. 28.

На этой схеме показаны измерительные трансформаторы тока ТА1,

включенные в фазы А и С, привод выключателя Q с включающим У АС и отключающим У АТ электромагнитами и вспомогательными контактами, кинематически связанными с выходным валом привода (Q:1 — Q:5) и с отключающим электромагнитом (YAT:1 и YAT:2), автомат SF, магнитный контактор КМ и ряд зажимов, к которым подключены кабель № 1 от панели N9 10 щита управления и кабельные перемычки №4 и № 5 соответственно от катушки и контактов магнитного контактора КМ. Кабели № 3 от панели № 6 релейного щита и № 6 от панели N9 3 щита постоянного тока соответственно подключены к выводам трансформаторов тока ТА1 и автомата SF3.

На схеме даны позиционные обозначения и обозначения электрических цепей. Все проводники, соединяющие элементы привода выключателя Q между собой и с зажимами ряда зажимов, изображены полностью и легко прослеживаются, по-1 этому обозначение цепей на схеме показано только на жилах кабелей № 1, 3 и 6 и кабельных перемычек № 4, 5.

На рассматриваемой схеме обозначения А411, С411 и N411 — это маркировка жил кабеля № 3, отходящих от трансформатора тока ТА1; 705, 95, 74, 72, 78, 76,33, 3и2—маркировка жил кабеля № 1, отходящих от ряда зажимов привода выключателя; 9, 2, и 873, 874 — маркировка жил кабельных перемычек № 4, 5; —ЕУ и +ЕУ — маркировка жил кабеля № 6, отходящих от автомата SF3.

На кабелях и кабельных перемычках имеется также маркировка, указывающая их номер, марку кабеля, название или условное обозначение устройства, к которому подключен его второй конец. В данной схеме кабель N° 1 марки КВВГ (контрольный, с пластмассовой оболочкой, и изоляцией жил, без наружных покровов) имеет 10 жил сечением 2,5 мм²; кабель N° 3 — такой же, но с числом жил 4; кабель № 6 марки СРГ (в свинцовой оболочке, с резиновой изоляцией жил, без наружных покровов) имеет две жилы сечением 16 мм²; кабельные перемычки N9 4, 5 также выполнены из кабеля СРГ, но первая имеет сечение 2,5 мм², а вторая — 16 мм².

На схеме не даны обозначения в маркировке жил, указывающие, к каким зажимам они подключены, поскольку ошибка при подключении жил кабелей к

атриваемой схеме, как и в других, приводимых

Обязательным условием является идентичность маркировки j на всех схемах (принципиальной, соединений и подключения) i данного электрического

устройства.

6.3 Схемы подключения

Нормальная работа любой электроустановки и правильное взаимодействие входящих в нее устройств возможны лишь при подключении их в соответствии со схемами подключения. На схемах подключения в общем случае могут быть показаны только вводные и выводные зажимы подключаемых устройств и внешние проводники, подсоединяемые к этим зажимам, а также соответствующая маркировка устройств, зажимов и проводников. Даже в простейших случаях, не имея схемы подключения, можно встретить значительные трудности при подключении электрического устройства.

Рассмотрим подключение люстры с тремя лампами так, чтобы при включении выключателя S1 загоралась только лампа EL1, при включении выключателя S2 загорались лампы EL2 и EL3, а при включении обоих выключателей — все три лампы (рис. 29,а).

К зажимам 1, 2 и 3 люстры подходят три провода: общий 1 от всех ламп; 2 от лампы EL1 и 3 от ламп EL2 и EL3, соединенных параллельно единенных параллельно. В потолке, где должна быть подвешена люстра, имеются три проводника: A1 от выключателя S1, A2 от выключателя S2 и нулевой N электрической сети.

Из шести возможных схем подключения (рис. 29,б—ж) только одна обеспечивает необходимую работу люстры — схема подключения, показанная на рис. 29, е. В этом случае общий 7 для всех ламп провод должен быть соединен с нулевым N проводом электрической сети, лампа EL1 должна быть соединена с выключателем S1, а лампы EL2 и EL3 — соединены с выключателем S2.

При подключении по схеме, показанной на рис. 29,б общий 1 для всех ламп провод соединен с выключателем 57, лампа EL1 подключена к выключателю 52, а лампы EL2 и EL3 — к нулевому проводу N электросети. Если включить выключатель SL лампы EL2 и EL3 загорятся нормальным накалом. Такое же состояние будет при двух включенных выключателях 57 и 52. Если включить

только один выключатель 52, будут гореть все три лампы, но с неполным накалом, причем накал ламп EL2 и EL3 будет меньше, чем лампы EL1.

При подключении по схеме, показанной на рис. 29, в, общий 1 для всех ламп провод будет соединен с выключателем 52, лампа EL1 — подключена к выключателю 57, а лампы EL2 и EL3 — к нулевому проводу N электросети. При включении выключателя 57 будут гореть неполным накалом все три лампы, а при включении обоих выключателей 57 и 52 или только выключателя 52 загорятся нормальным накалом лампы EL2 и EL3.

При подключении по схеме, показанной на рис. 29, г, общий 7 для всех ламп провод будет соединен с выключателем 57, лампа EL1 окажется подключенной к нулевому проводу N электросети, а лампы EL2 и EL3 будут соединены с выключателем 52. При включении выключателя 57 загорится нормальным накалом лампа EL1. Такое же состояние будет при двух включенных выключателях 57 и 52. Если включить только один выключатель 52, будут гореть все три лампы, но неполным накалом, причем накал ламп EL2 и EL3 будет меньше, чем лампы EL1.

При подключении по схеме, показанной на рис. 29,6, общий 7 для всех ламп провод будет соединен с выключателем 52, лампа EL1 — соединена с нулевым проводом N электросети, а лампы EL2 и EL3 — с выключателем 57. При включении выключателя 57 будут гореть все три лампы неполным накалом, а при включении обоих выключателей 57 и 52 или только выключателя 52 лампа EL1 будет гореть нормальным накалом. При подключении по схеме, показанной на рис. 29, ж, общий для всех ламп провод будет соединен с нулевым проводом электросети, лампа EL1 — с выключателем 52, а лампы EL2 и EL3 — с выключателем 57. При включении выключателя загорятся нормальным накалом лампы EL2 и EL3 при включении выключателя S2 загорится нормальным накалом лампа EL1, а при включении обоих выключателей S1 и S2 будут гореть нормальным накалом все три лампы. По сравнению со схемой подключения, показанной на рис. 29, е, обеспечивающей нормальную работу люстры с заданной последовательностью зажигания ламп, в этом случае

последовательность будет иной.

От электросети

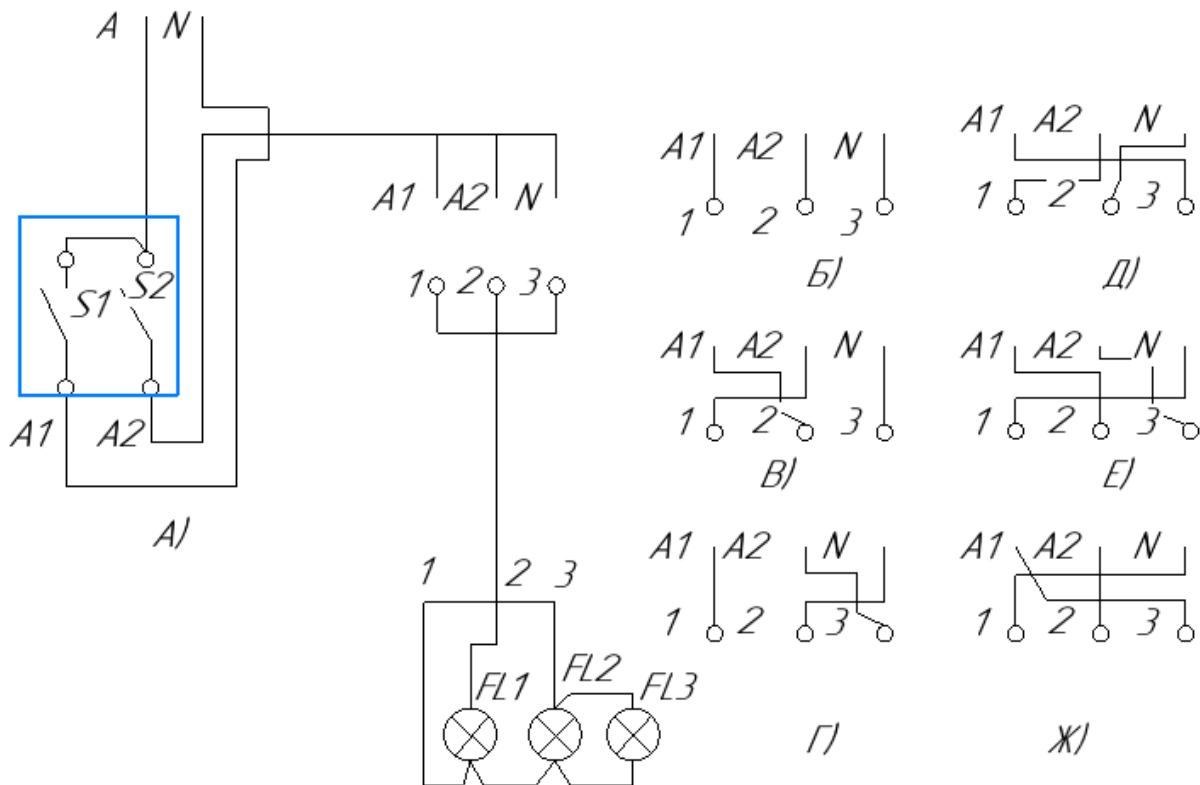


Рисунок 29-Схема трехламповой люстры, управляемой двумя выключателями:

а — соединений, б — ж — подключения (б — д и ж — неправильные, е — правильная)

Контрольные вопросы.

- 1 Для чего служат схемы соединений и что на них показывают?
- 2 Какие обозначения приводят у каждого аппарата на схемах панелей щитов управления, защиты и автоматики?
- 3 Какие обозначения проставляют на схемах у проводов и жил

контрольных кабелей, подключаемых к рядам зажимов?

4 Что означает маркировка 0205-2 и 02X15 проводов, отходящих от аппарата и маркировка 02X16 SA1 провода, отходящего от ряда зажимов?

5 Для чего служат схемы подключения и что на них показывают?

6 Когда целесообразно совмещать схемы соединений и подключения электрического устройства?

7 Какие схемы называют принципиально-монтажными?

Глава 7 Электротехнические чертежи

7.1 Общие сведения

Электротехническими являются чертежи, определяющие конструктивное исполнение электрооборудования, электрических устройств и электроустановок.

Эти чертежи выполняют в соответствии с общими требованиями, предусмотренными стандартами ЕСКД. Чертежи некоторых видов оборудования и комплектных устройств выполняют, как правило, в двух проекциях (фронтальной и боковой), с разрезами, а также с большей или меньшей детализацией. Все строительные элементы, приводимые на электротехнических чертежах, должны соответствовать требованиям, предъявляемым к строительным чертежам.

На электроустановки, расположенные в зданиях (например, закрытых распределительных устройств), выполняют разрезы (поперечный всего здания и по отдельным присоединениям) и схемы размещения оборудования.

Для открытых распределительных устройств и подстанций выполняют планы занимаемой территории с указанием мест размещения оборудования.

При сооружениях электрических сетей используют чертежи трасс воздушных и кабельных линий с привязкой к местности. При большом количестве прокладываемых кабелей (например, на электростанциях и подстанциях), необходимы чертежи их раскладки, на которых, кроме того, показаны кабельные конструкции.

Для выполнения монтажа необходимы так называемые установочные чертежи, на которых показано расположение электрооборудования, конструктивные элементы строительного основания, на котором оно должно быть установлено, крепежные детали, а для монтажа оборудования с подвижными частями — кинематические связи.

Так, при монтаже высоковольтного выключателя или разъединителя необходим установочный чертеж, на котором показано, где и как должны быть установлены основной аппарат (выключатель или разъединитель), его привод и

вспомогательные (сигнально-блокировочные) контакты, если они не встроены в привод, а также элементы кинематических связей (тяги, муфты, подшипники и др.).

При заказах заводам электротехнической промышленности нетиповых комплексных электротехнических устройств изготавливаются чертежи их, общих видов, выполненные в масштабе, на которых указываются места и взаимное расположение аппаратов и приборов. Так, на чертежах общих видов панелей и щитов показывают фасадную сторону и вид с монтажной стороны, шкафов — виды с фасадной стороны с дверцей и без нее и вид; сбоку, пультов — виды на приборную часть и сбоку. Рассмотрим некоторые электротехнические чертежи электрооборудования и электрических устройств (преимущественно комплектных) на напряжение до 1000 и выше 1000 В

7.2 Чертежи электрических устройств на напряжение до 1000 В

Наиболее широкое распространение из электрических устройств на напряжение до 1000 В получили квартирные и этажные щитки для жилых зданий, распределительные щиты переменного и постоянного тока, комплектные распределительные устройства, щиты управления, защиты и автоматики, а также магнитные станции.

Этажный щиток ЩЭ на четыре квартиры (с открытой дверцей) с двумя автоматами и одним пакетным выключателем и электросчетчиком, предназначенными для каждой квартиры, показан на рис. 30. Провода ответвляются от магистрали (стояка) через зажимы и подводятся к пакетным выключателям щитка. От каждого пакетного выключателя питание поступает в соответствующую квартиру через свой электросчетчик и два автомата.

Магистрали питаются от вводно распределительных устройств.

Вводно распределительное устройство для общественных и жилых домов повышенной этажности, предназначенное для приема и распределения электроэнергии, а также защиты отходящих линий в сетях трехфазного тока с глухозаземленной нейтрально состоит из вводной ВРУ-В1 и распределительной



Для приема и распределения электроэнергии, а также защиты сетей от

перегрузки и токов короткого замыкания служат распределительные щиты, комплектуемые из отдельных панелей или шкафов с коммутационными аппаратами, аппаратами защиты и измерительными приборами. Панель щита одностороннего обслуживания на четыре отходящие линии представляет собой металлическую конструкцию с дверью, с стойками и поясами в верхней части. Внутри панели смонтированы сборные шины и рубильники, приводы которых выведены на стойки, а также предохранители, и трансформаторы тока. Измерительные приборы установлены на поясах.

Щиты управления, защиты и автоматики собирают из отдельных панелей, пульт-панелей и вспомогательных элементов (торцевых панелей, фасадных вставок, дверных узлов и др.), представляющих собой гнутые из стальных листов каркасы разнообразной формы. Над плоским с закругленными краями каркасом фасадными сторонами выступают карнизы и опорные пояса, придавая панели законченный вид.

7.3 Чертежи электрооборудования на напряжение выше 1000 В

В электроустановках на напряжение выше 1000 В применяется разнообразное электрооборудование: коммутационные аппараты (выключатели, разъединители, короткозамыкатели и отделители); аппараты для защиты от перенапряжений (разрядники) и сверхтоков (предохранители и реакторы); измерительные трансформаторы тока и напряжения. Значительное место в системе электроснабжения составляет электрические подстанции и распределительные устройства (комплектные и сборные, закрытого и открытого типов).

7.4 Электротехнические чертежи распределительных устройств и подстанций на напряжение выше 1000 В

Комплектное распределительное устройство (КРУ) на напряжение 6—10 кВ состоит из ячеек различного назначения (вводных, отходящих линий, трансформаторов напряжения и др.), выполненных в виде шкафов с

соответствующим оборудованием.

Шкаф КРУ серии XXVI с выключателем показан на рис. 31.

Этот шкаф состоит из двух частей: корпуса 7 с аппаратурой, стационарно закрепляемого на закладных частях пола, и выдвижной тележки 14 с аппаратурой, которая может находиться в трех положениях: рабочем, при котором она полностью введена в корпус (как показано на рис. 31); контрольном, при котором она выдвинута настолько, что силовые контакты разомкнуты, а вспомогательные могут быть замкнуты, что позволяет опробовать выключатель на включение и выключение при разомкнутой силовой цепи; ремонтном, при котором она удалена из корпуса.

В корпусе имеются отсеки сборных шин 3, верхних и нижних разъемных контактов 25 и 79, отсек 13 выдвижной тележки 14 и релейный 7. В отсеке 3 размещены сборные шины 5, установленные на опорных изоляторах 6, отпайки 4, проходящие через проходные изоляторы 2 в отсек 25 и подключенные к неподвижным элементам 23 верхних разъемных контактов. В отсеке 19 находятся кабельная сборка 20 для отходящего кабеля 18, трансформаторы тока 17 с неподвижными элементами нижних разъемных контактов и заземляющий разъединитель 16. В отсеке 7 размещена релейная аппаратура 8. Некоторые приборы и часть реле устанавливаются на дверце 9 этого отсека. На выдвижной тележке 14 располагаются выключатель 11 с приводом и подвижные элементы 15 верхних и нижних разъемных контактов. Вторичные цепи аппаратуры, размещенной на выдвижной тележке, соединяются с цепями релейного отсека гибким жгутом 10 со специальным разъемом. На чертеже показаны также рычаг 12 для доводки тележки и рабочее положение, ручки, с помощью которых выкатывают тележку из корпуса шкафа, а также кнопки управления выключателем.

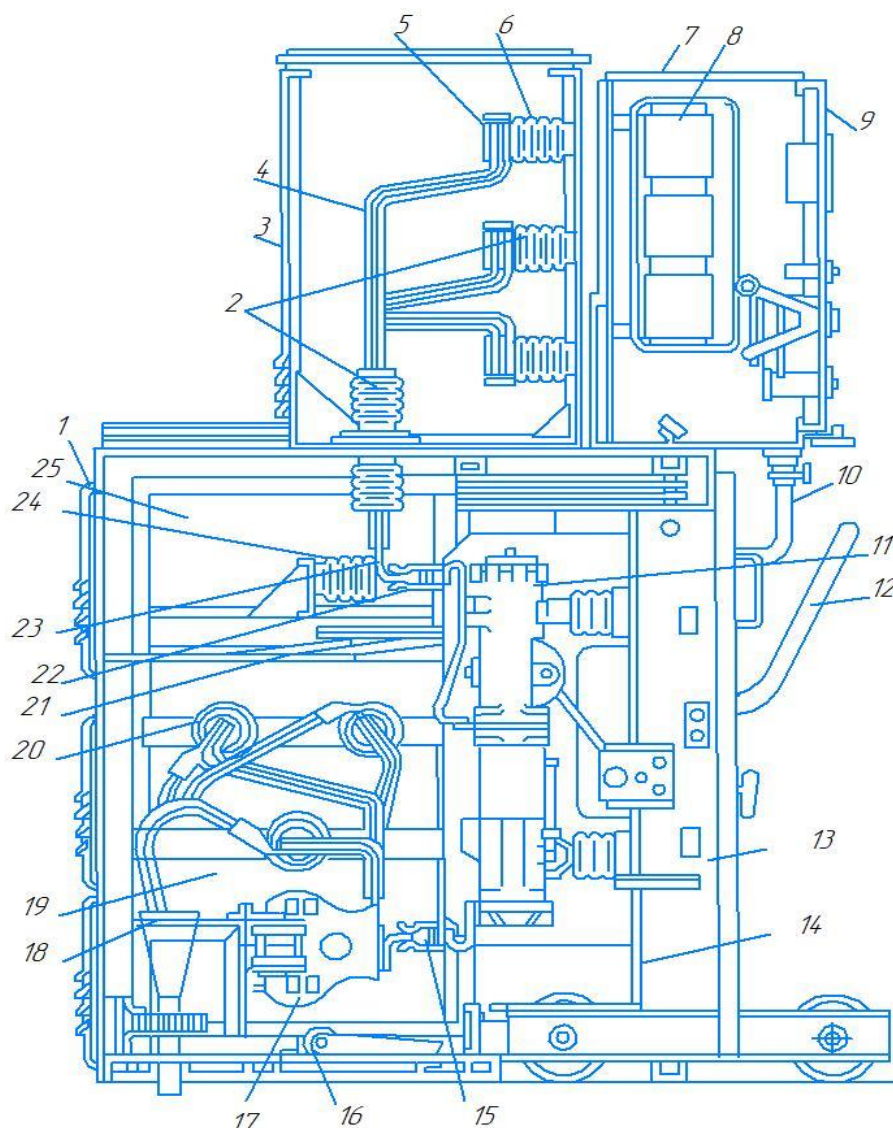


Рисунок 31-Шкаф комплектного распределительного устройства серии XXVI с выключателем

7.5 Чертежи линий электропередачи

При строительстве и обслуживании линий электропередачи (ЛЭП) пользуются планами и профилями трассы, чертежами переходов через естественные препятствия, железнодорожные и автомобильные трассы и другие сооружения, а также воздушных линий в кабельные и наоборот. Кроме того, используют чертежи опор и их элементов, а также установочные чертежи средств защиты линий от атмосферных перенапряжений.

На плане (рис. 32) показывают ось линии электропередачи с указанием всех углов ее поворота, производственных пикетов (мест установки опор), длины прямых участков, прилегающей местности с пересекаемыми препятствиями.

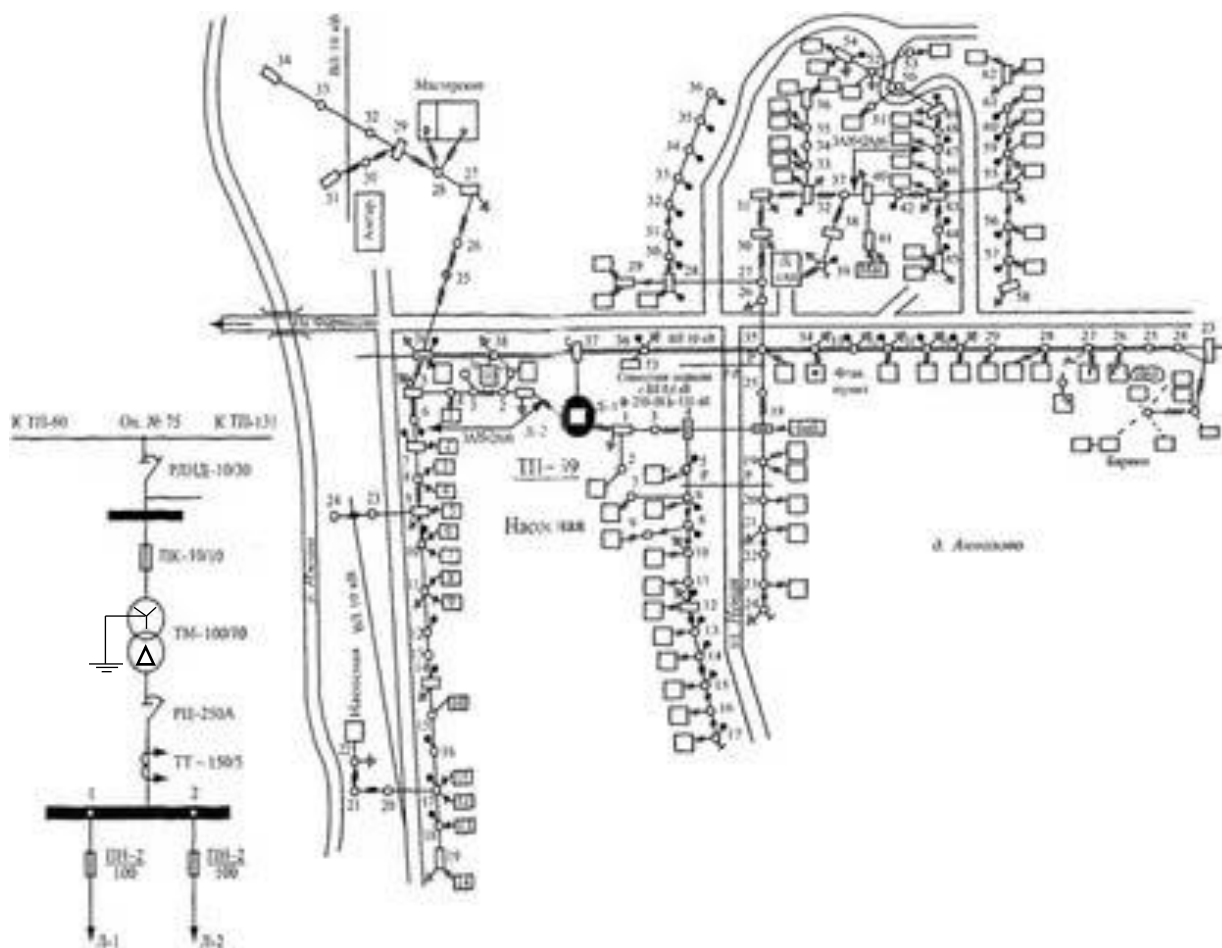


Рисунок 32-План линии электропередач

На профиле (рис. 33) показывают оси опор и положения нижнего провода ЛЭП при наибольшей стреле провеса, а также рельеф земной поверхности (сплошная линия), буровой профиль (пунктирные линии), указывая характер грунта. Ниже дают спрямленный план линий (абрис), под которым помещают данные о типах опор, длинах пролетов между ними и порядковых номерах.

На рис. 33 показаны шесть опор, угловая Уг, две анкерные повышенные Анк. пов. и три промежуточные Пр, имеющие соответственно номера от 100 до 105. В самом низу показаны места пикетов и расстояния между ними, а также даны высотные отметки. Вычитая из большей отметки меньшую, можно узнать

превышение. Так, отметка 58,40, где установлена опора 104, выше отметки 55,60, где установлена опора 100 на 2,8 м.

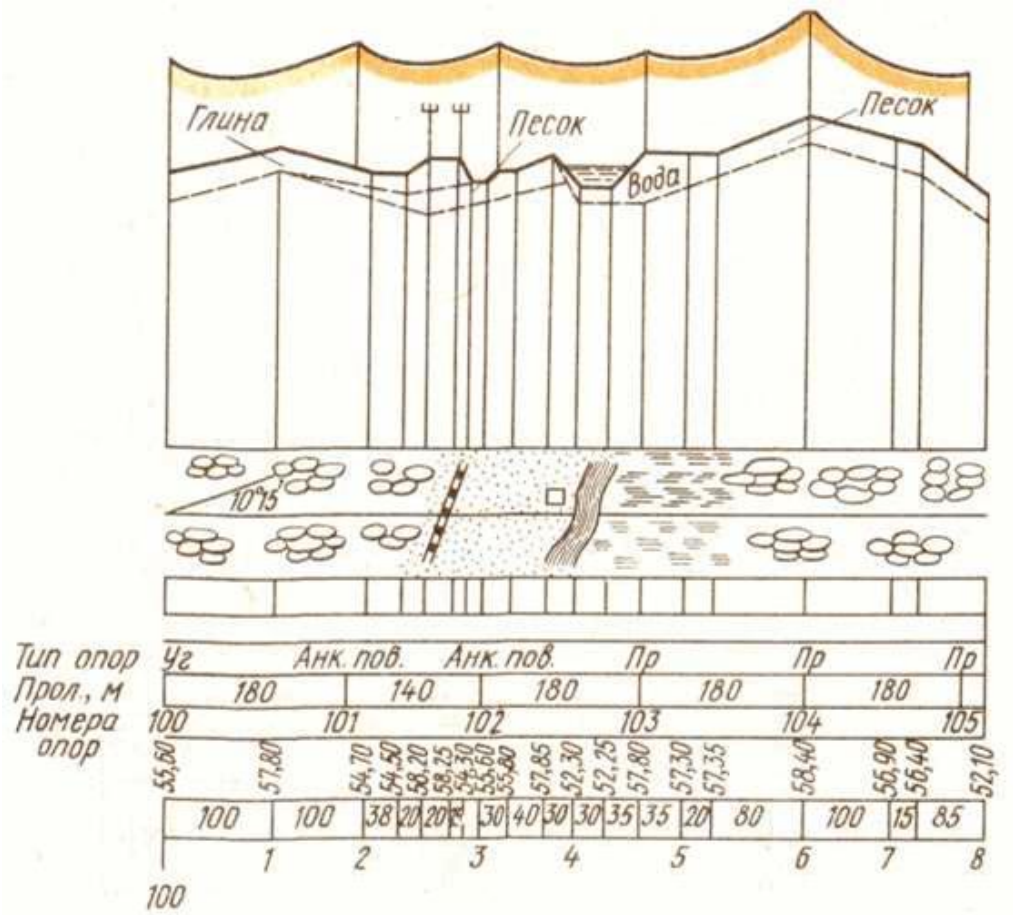


Рисунок 33-Профиль линии электропередач

Контрольные вопросы.

1. Каково устройство нормальной панели ПН-550/800 щита управления?

2. Поясните устройство выключателя серии У на 110 кВ по его чертежу.
3. Какие сведения должны быть отражены на установочных чертежах для монтажа выключателя ВМП в ячейках КРУ и КСО?
4. Какие сведения приводятся на схеме заполнения комплектного распределительного устройства?
5. Поясните места расположения оборудования сборного, распределительного устройства по его схеме заполнения и поперечному разрезу.
6. Поясните компоновку открытых распределительных устройств подстанции на 110/35/10 кВ по плану и разрезам ячеек.
7. Какие чертежи необходимы при строительстве ЛЭП?
8. Что показывают на плане и профиле ЛЭП?
9. В чем состоит поточно-координатный метод проектирования трасс кабелей?
10. Какие сведения приводятся в кабельном журнале и в альбоме координатных точек?

Раздел II Практическая часть

Глава 8 Графическое оформление электрической схемы

8.1 Разновидности схем и их особенности

Какой бы ни была сложной та или иная схема, она одна не может сообщить всей информации об изделии или установке. Поэтому в практике применяются схемы различных видов и типов.

Виды схем определяются в зависимости от характера физического процесса, протекающего в функциональных частях изделия при его работе. Вид схемы обозначают буквами русского алфавита.

По основному назначению схемы подразделяются на типы и обозначаются арабскими цифрами.

Классификацию схем по видам и типам устанавливает ГОСТ 2.701 – 84. В табл. 2 приведены основные виды схем, которые применяют при автоматизации технологических процессов и оборудования.

Таблица 2 - Основные виды схем

Наименование вида схемы	Обозначение
Электрическая	Э
Гидравлическая	Г
Пневматическая	П
Кинематическая	К
Комбинированная	С

Наиболее широко используются электрические схемы, которые применяют как в электротехнике, так и в других областях техники (радиотехнике, энергетике, технике связи и т.д.).

Электрические схемы разделяются по типам на: структурные, функциональные, соединений, подключения, общие, расположения, объединенные и прочие. Электрические схемы могут быть любыми из перечисленных типов. Кинематические – только принципиальными и

структурными, гидравлические и пневматические – структурными, принципиальными, соединений, подключения и совмещенными. Комбинированные схемы следует выполнять в тех случаях, когда на схеме какого-либо определенного вида необходимо изобразить не отдельные элементы другого вида, а их совокупность с линиями связи (или соединениями). Иногда возникает необходимость определить, к какому типу отнести схему. Если схема обладает формальными признаками, дающими возможность отнести ее к различным типам, то для окончательного становления типа следует руководствоваться тем, какие из этих признаков преобладают.

Наименование и код схемы устанавливаются ее видом и типом. Код схемы состоит из буквенной части, соответствующей виду схемы, и цифровой части, определяющей тип схемы. Например, схема электрическая принципиальная - Э3, схема гидравлическая соединений – Г4 и т.д.

Эти цифры добавляются к полному обозначению схемы. Например, электрическая принципиальная схема получает шифр Э3, и ее полное обозначение будет иметь вид, изображенный на рис. 34.



Рисунок 34. Полное обозначение схемы

Если перечень элементов и таблицу соединений выпускают в виде самостоятельных документов, то им присваивают шифры, состоящие соответственно из букв П и Т и шифра схемы, для которой документ выполнен. Например, перечень элементов для электрической принципиальной схемы будет иметь вид ПЭ3, а таблица соединений к электрической схеме соединений – ТЭ4.

8.2 Общие сведения о задании

Вычертить схему электрическую, руководствуясь правилами оформления

принципиальных схем, изложенными в настоящем руководстве.

Исходным материалом служат варианты заданий (см. раздел 8.3).

Размеры условных графических обозначений выдержать в соответствии со стандартами.

Позиции, данные в задании, заменить буквенно-цифровым позиционным обозначением (см. раздел 8.3),

Составить перечень элементов, правила оформления и порядок заполнения которого выдержать по стандарту.

Схема выполняется на листе формата A4 с основной надписью по форме 1 (рис. 35).

В графе 1 под наименованием изделия (например — Триггер статический) указывается наименование документа (например — Схема электрическая принципиальная), которое записывается шрифтом, меньшим, чем шрифт наименования изделия (см. рис. 35).

В графе 2 кроме принятого обозначения документа записывается код документа ЭЗ — для электрической принципиальной схемы (см. раздел 2, таблица 1 и рис. 34).

Графа «Масштаб» не заполняется.

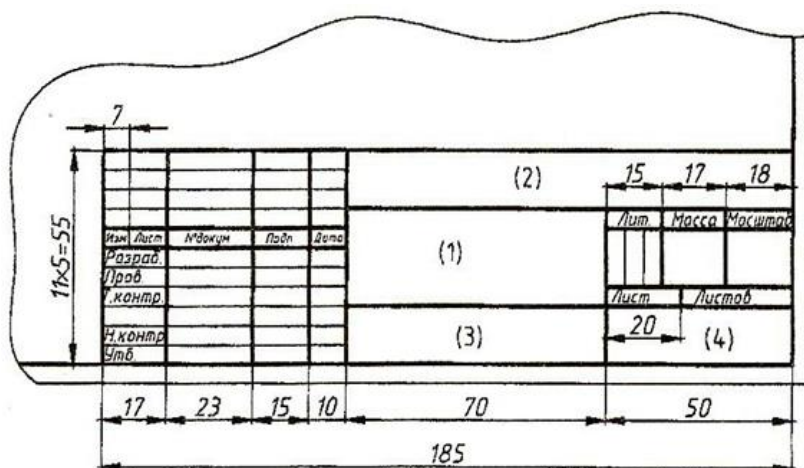


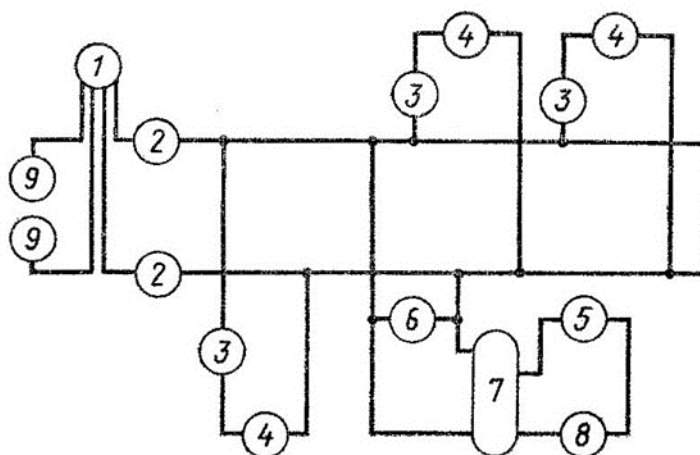
Рисунок 35. Таблица для основной надписи в чертеже

8.3 Индивидуальные графические по выполнению схем электрических

1. Что представляют собой электрические схемы?
2. Как включены в электроцепь розетка, лампы накаливания, однополюсные выключатели?
3. Какова роль условных обозначений на схемах?

Электроприборы,
входящие в цепь

- 1—счетчик,
2—предохранитель плавкий,
3—выключатель однополюсный,
4—лампа накаливания,
5—выключатель-кнопка,
6—розетка,
7—трансформатор,
8—звонок,
9—зажим.



1. Ответьте на вопросы.

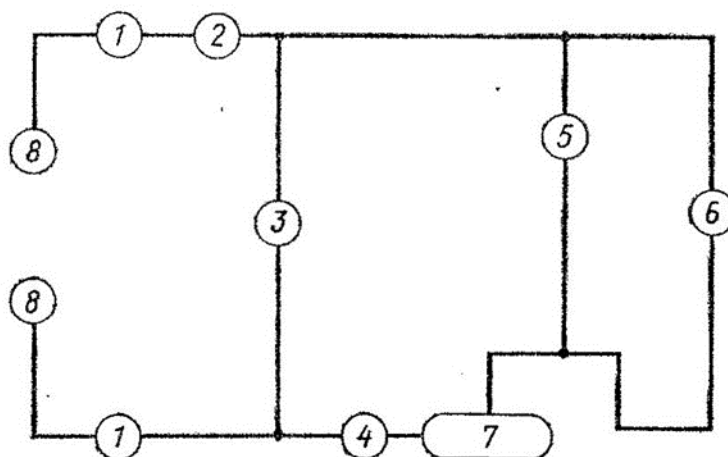
2. На чертеже дана принципиальная схема электрической цепи. Местонахождение электроприборов на ней указано цифрами в кружках. Начертите схему, заменив цифры условными обозначениями электроприборов.

1 Вариант

1. Что представляют собой электрические схемы?
2. Как включены в электроцепь розетка, лампы накаливания, однополюсный выключатель?
3. Какова роль условных обозначений на схемах?

Электроприборы,
входящие в цепь

- 1—предохранитель плавкий,
2—амперметр,
3—розетка,
4—выключатель однополюсный,
5—вольтметр,
6—лампа накаливания,
7—переменный резистор,
8—зажим.



1. Ответьте на вопросы.

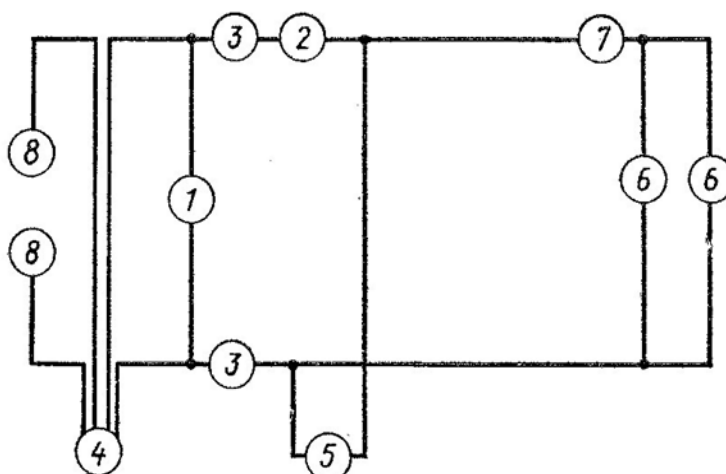
2. На чертеже дана принципиальная схема электрической цепи. Местонахождение электроприборов на ней указано цифрами в кружках. Начертите схему, заменив цифры условными обозначениями электроприборов.

2 Вариант

1. Что представляют собой электрические схемы?
2. Как включены в электроцепь розетка, лампы накаливания, однополюсные выключатели?
3. Какова роль условных обозначений на схемах?

Электроприборы, входящие в цепь

- 1—вольтметр,
- 2—амперметр,
- 3—предохранитель,
- 4—счетчик,
- 5—розетка,
- 6—лампа накаливания,
- 7—выключатель однополюсный,
- 8—зажим.



1. Ответьте на вопросы.

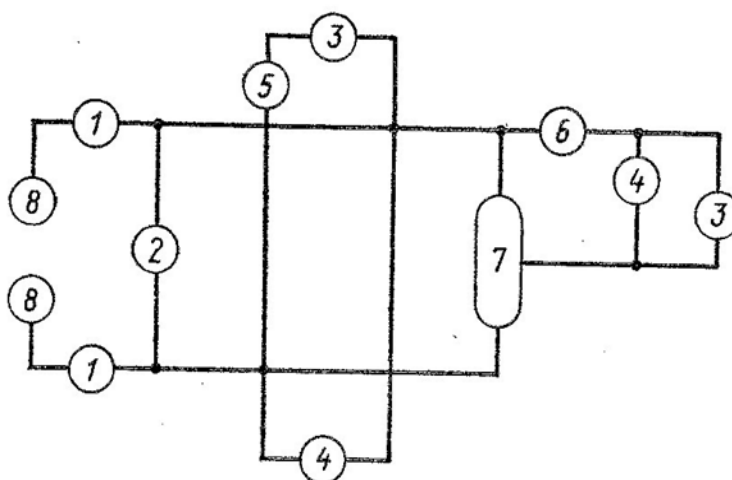
2. На чертеже дана принципиальная схема электрической цепи. Нахождение электроприборов указано на ней цифрами в кружках. Начертите схему, заменив цифры условными обозначениями электроприборов.

3 Вариант

1. Что представляют собой электрические схемы?
2. Как включены в электроцепь розетка, лампы накаливания, однополюсный выключатель?
3. Какова роль условных обозначений на схемах?

Электроприборы, входящие в цепь

- 1—предохранитель,
- 2—вольтметр,
- 3—лампа накаливания,
- 4—розетка,
- 5—выключатель однополюсный,
- 6—амперметр,
- 7—переменный резистор,
- 8—зажим.



1. Ответьте на вопросы.

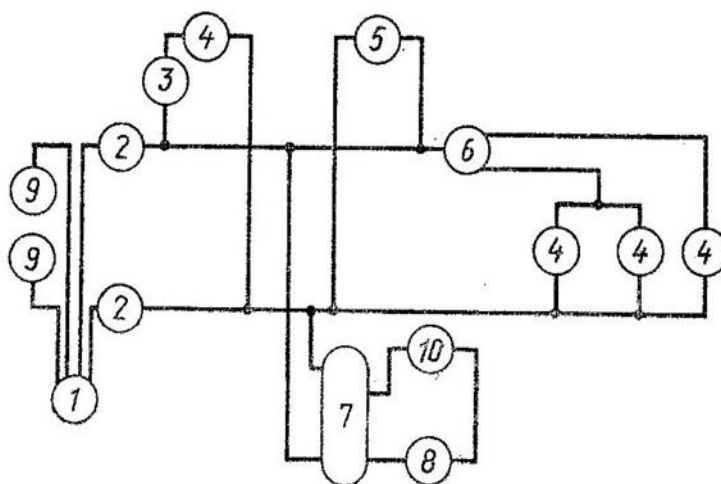
2. На чертеже дана принципиальная схема электрической цепи. Местонахождение электроприборов указано на ней цифрами в кружках. Начертите схему, заменив цифры условными обозначениями электроприборов.

4 Вариант

1. Что представляют собой электрические схемы?
2. Как включены в электроцепь лампы накаливания, розетка, однополюсный выключатель?
3. Какова роль условных обозначений на схемах?

Электроприборы,
входящие в цепь

- 1—счетчик,
2—предохранитель,
3—выключатель однополюсный,
4—лампа накаливания,
5—розетка,
6—переключатель,
7—трансформатор,
8—звонок,
9—зажим,
10—выключатель-кнопка.



1. Ответьте на вопросы.

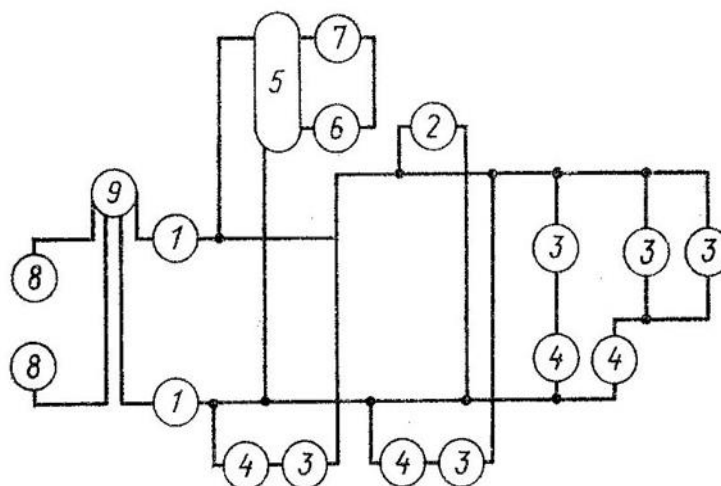
2. На чертеже дана принципиальная схема электрической цепи. Местонахождение электроприборов на ней указано цифрами в кружках. Начертите схему, заменив цифры условными обозначениями электроприборов.

5 Вариант

1. Что представляют собой электрические схемы?
2. Как включены в электроцепь лампы накаливания, розетка, однополюсные выключатели?
3. Какова роль условных обозначений на схемах?

Электроприборы,
входящие в цепь

- 1—предохранитель,
2—розетка,
3—лампа накаливания,
4—выключатель однополюсный,
5—трансформатор,
6—звонок,
7—выключатель-кнопка,
8—зажим,
9—счетчик.



1. Ответьте на вопросы.

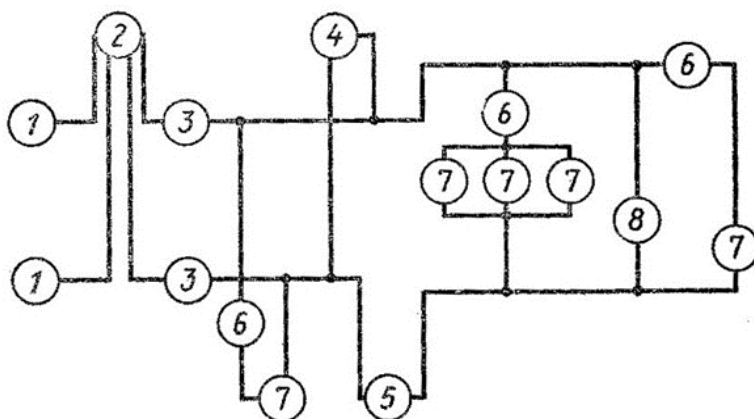
2. На чертеже дана принципиальная схема электрической цепи. Местонахождение электроприборов на ней указано цифрами в кружках. Начертите схему, заменив цифры условными обозначениями электроприборов.

6 Вариант

1. Что представляют собой электрические схемы?
2. Как включены в электроцепь розетка, лампы накаливания, однополюсные выключатели?
3. Какова роль условных обозначений на схемах?

Электроприборы,
входящие в цепь

- 1—зажим,
2—счетчик,
3—предохранитель плавкий,
4—вольтметр,
5—амперметр,
6—выключатель однополюсный,
7—лампа накаливания,
8—розетка.



1. Ответьте на вопросы.

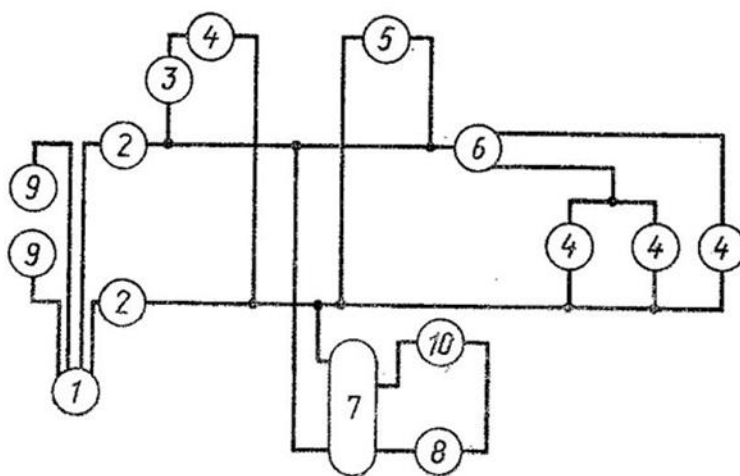
2. На чертеже дана принципиальная схема электрической цепи. Местонахождение электроприборов на ней указано цифрами в кружках. Начертите схему, заменив цифры условными обозначениями электроприборов.

7 Вариант

1. Что представляют собой электрические схемы?
2. Как включены в электроцепь лампы накаливания, розетка, однополюсный выключатель?
3. Какова роль условных обозначений на схемах?

Электроприборы,
входящие в цепь

- 1—счетчик,
2—предохранитель,
3—выключатель однополюсный,
4—лампа накаливания,
5—розетка,
6—переключатель,
7—трансформатор,
8—звонок,
9—зажим,
10—выключатель-кнопка.



1. Ответьте на вопросы.

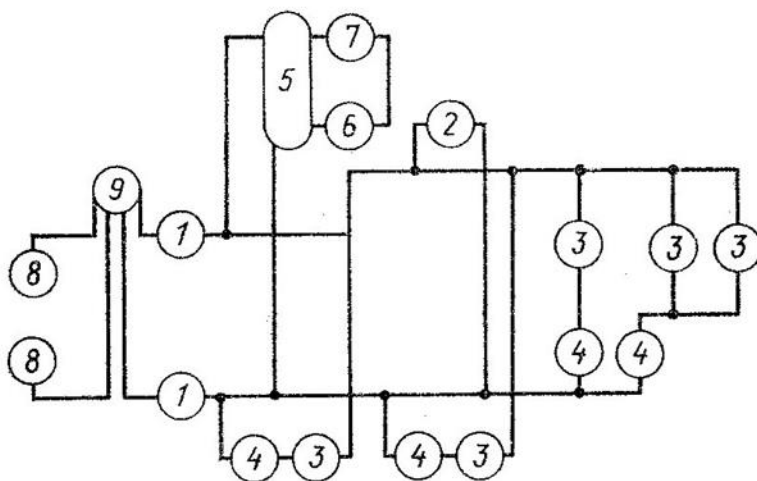
2. На чертеже дана принципиальная схема электрической цепи. Местонахождение электроприборов на ней указано цифрами в кружках. Начертите схему, заменив цифры условными обозначениями электроприборов.

8 вариант

1. Что представляют собой электрические схемы?
2. Как включены в электроцепь лампы накаливания, розетка, однополюсные выключатели?
3. Какова роль условных обозначений на схемах?

Электроприборы,
входящие в цепь

- 1—предохранитель,
2—розетка,
3—лампа накаливания,
4—выключатель однополюсный,
5—трансформатор,
6—звонок,
7—выключатель-кнопка,
8—зажим,
9—счетчик.



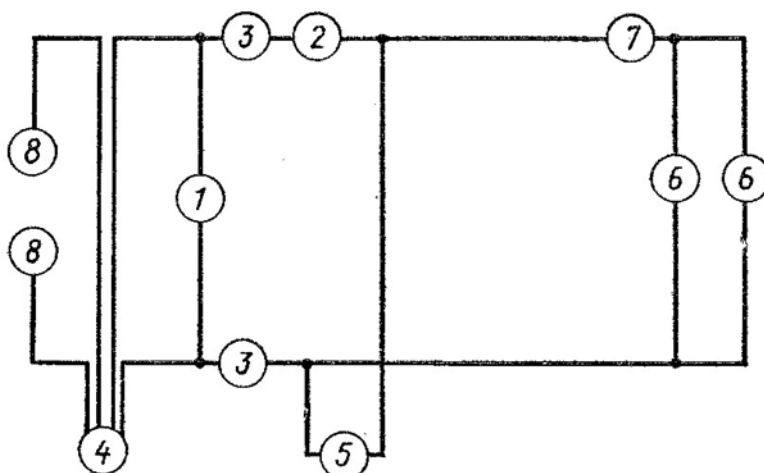
1. Ответьте на вопросы.
2. На чертеже дана принципиальная схема электрической цепи. Местонахождение электроприборов на ней указано цифрами в кружках. Начертите схему, заменив цифры условными обозначениями электроприборов.

9 вариант

1. Что представляют собой электрические схемы?
2. Как включены в электроцепь розетка, лампы накаливания, однополюсные выключатели?
3. Какова роль условных обозначений на схемах?

Электроприборы,
входящие в цепь

- 1—вольтметр,
2—амперметр,
3—предохранитель,
4—счетчик,
5—розетка,
6—лампа накаливания,
7—выключатель однополюсный,
8—зажим.

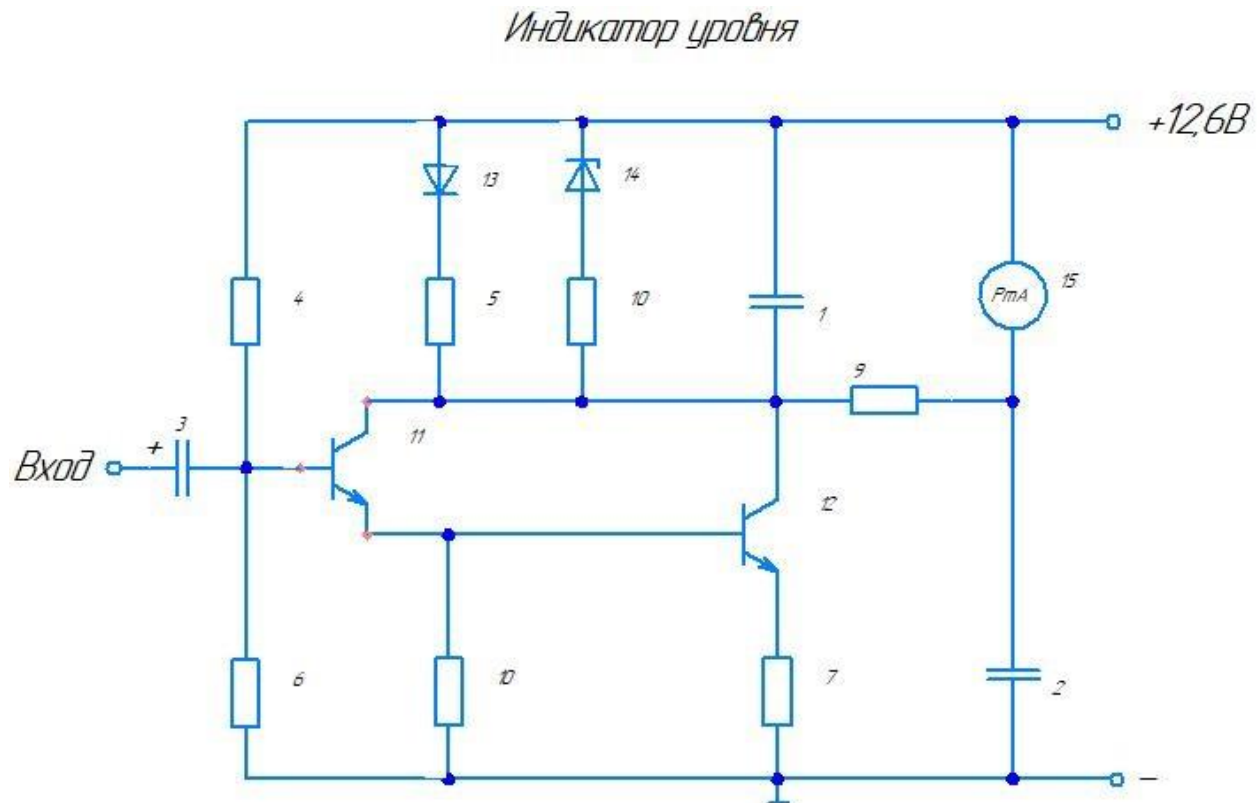


1. Ответьте на вопросы.
2. На чертеже дана принципиальная схема электрической цепи. Местонахождение электроприборов на ней указано цифрами в кружках. Начертите схему, заменив цифры условными обозначениями электроприборов.

10 вариант

8.4 Индивидуальные графические задания по выполнению схем электрических

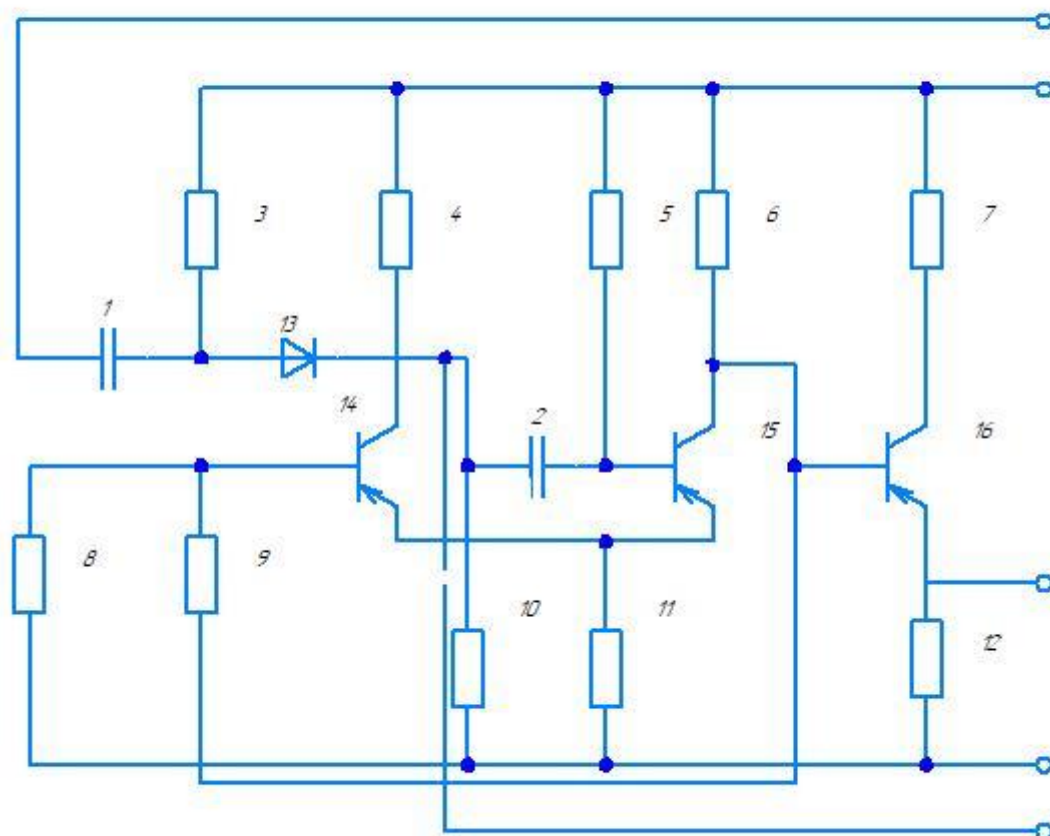
Задание №1:



- 1-Конденсатор К50-6 20,0
- 2-Конденсатор К50-6 50,0
- 3-Конденсатор К50-6 10,0
- 4-Резистор ОМ/ИТ-0,125-0,15 МОм
- 5,6-Резистор ОМ/ИТ-0,125-5,1 кОм
- 7-Резистор ОМ/ИТ-0,125-12 кОм
- 8-Резистор ОМ/ИТ-0,5-33 кОм
- 9-Резистор ОМ/ИТ-0,125-39 кОм
- 10-Резистор ОМ/ИТ-0,125-220 Ом
- 11,12-Транзистор КТ315Б
- 13-Диод Д106
- 14-Стабилитрон КС133
- 15-Микроамперметр ИГ-150 мкА

Задание 2

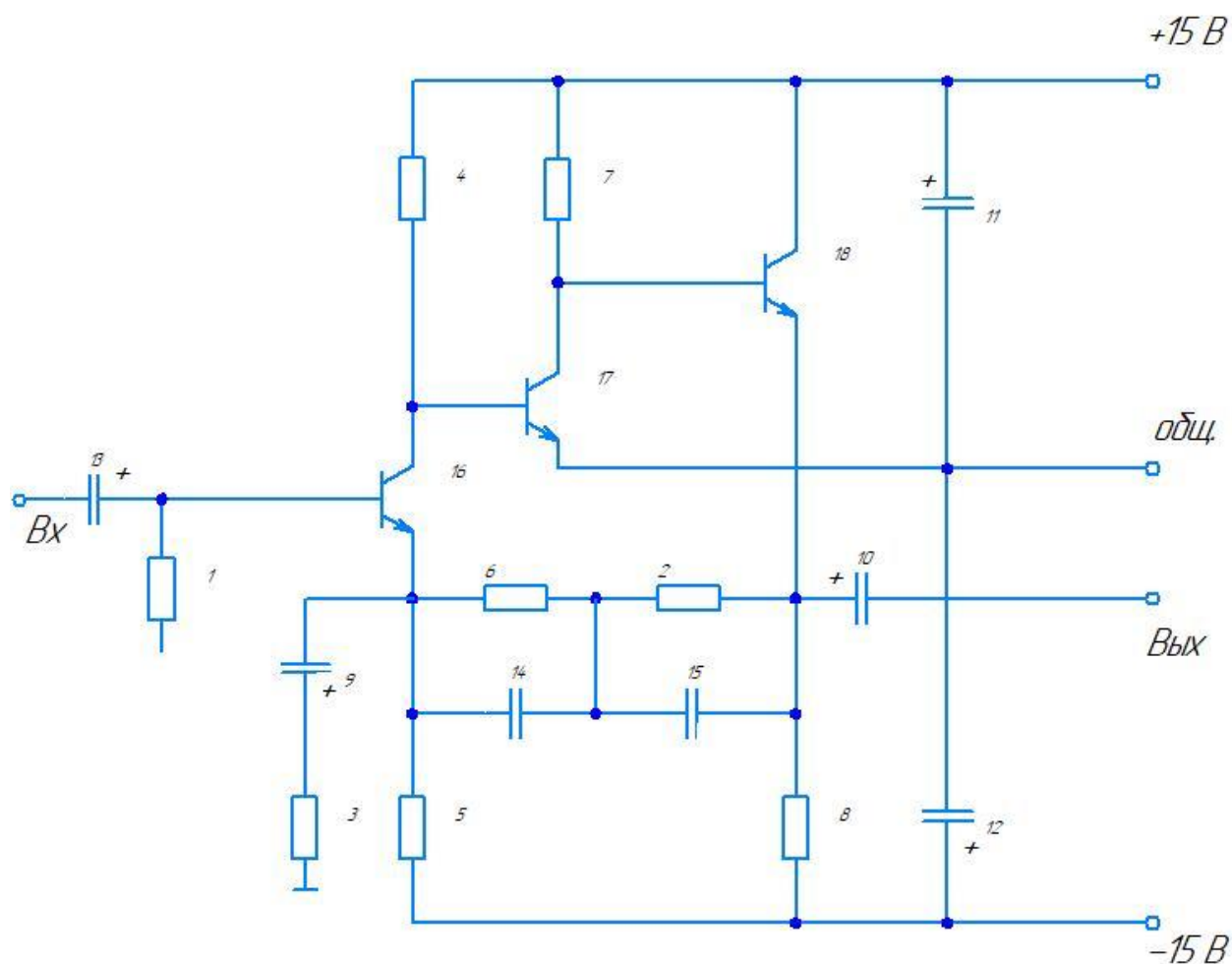
Мультивибратор ждущий с эмиттерным повторителем



- 1-Конденсатор МБМ-160-0,05
2-Конденсатор БМ-2-200-0,015
3-Резистор УЛМ-0,12-22 кОм
4-Резистор МЛТ-0,25-4,7 кОм
5-Резистор УЛМ-0,12-22 кОм
6,12-Резистор МЛТ-0,25-4,7 кОм
7-Резистор МЛТ-0,25-330 Ом
8-Резистор УЛМ-0,12-4,7 кОм
9-Резистор УЛМ-0,12-18 кОм
10-Резистор УЛМ-0,12-10 кОм
11-Резистор УЛМ-0,12-150 Ом
13 Диод Д223
14-16 Транзистор п14А

Задание 3

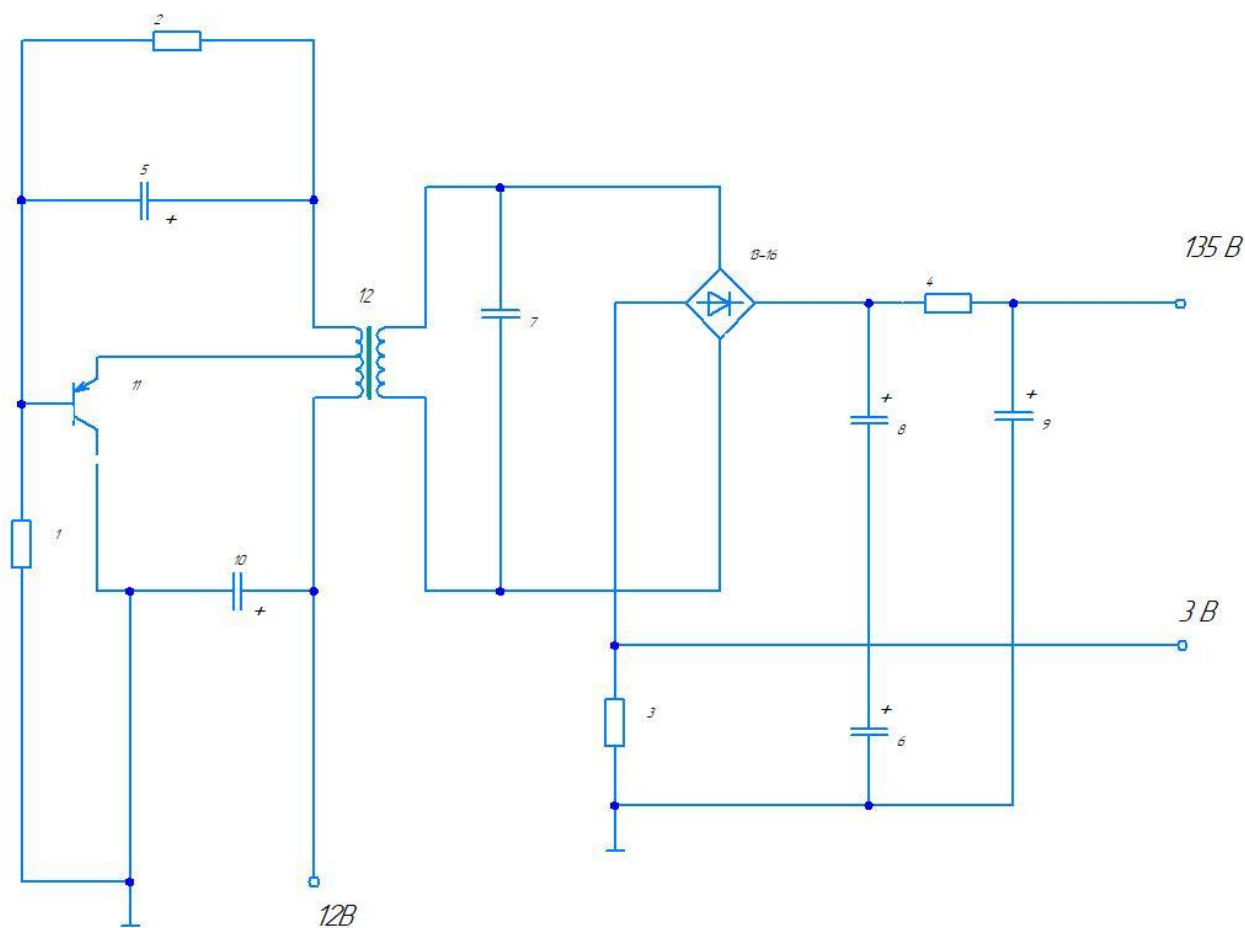
Предусилитель корректор



- 12-Резистор М/П-0,125-47 кОм
- 3-Резистор М/П-0,125-560 Ом
- 4-Резистор М/П-0,125-130 кОм
- 5-Резистор М/П-0,125-120 кОм
- 6-Резистор М/П-0,125-470 кОм
- 7-Резистор М/П-0,125-68 кОм
- 8-Резистор М/П-0,125-33 кОм
- 9-12-Конденсатор К 53-1А 47 мкФ
- 13-Конденсатор К 53-1А 1 мкФ
- 14-Конденсатор КМ-6-М47-1600 пФ
- 15-Конденсатор КМ-6-М47-6800 пФ
- 16, 17-Транзистор КТ310 Е
- 18-Транзистор КТ3102 Д

Задание 4

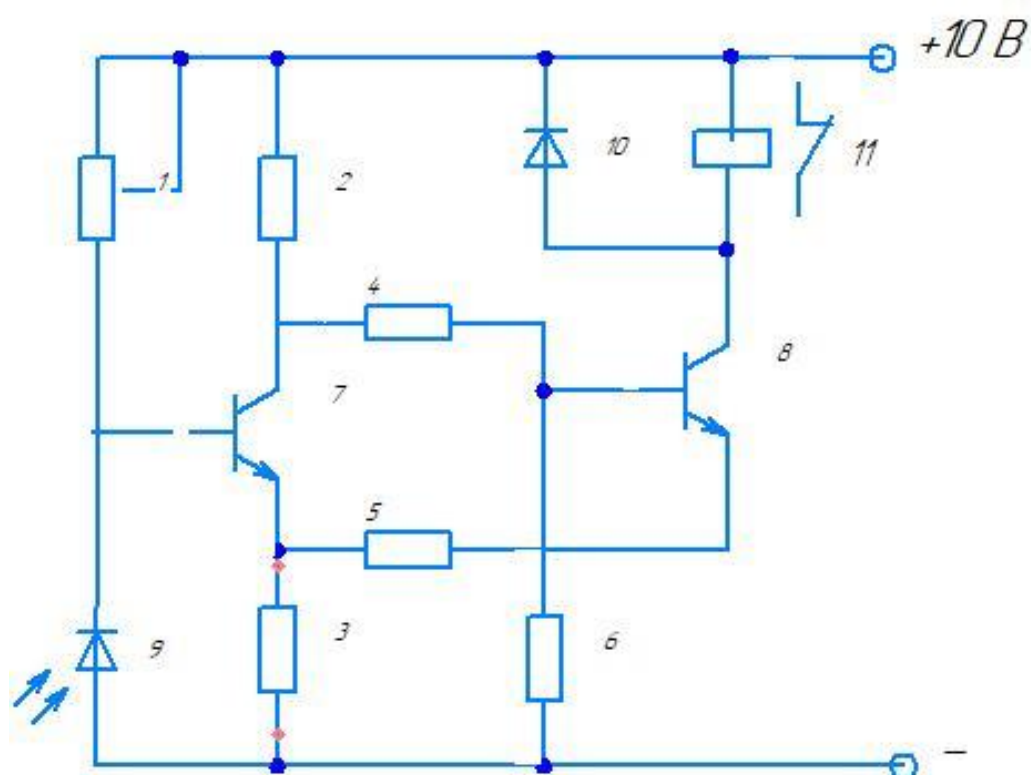
Транзисторный
преобразователь напряжения



- 2-Резистор М/Т-0,25-27 Ом
- 3-Резистор М/Т-0,5-68 Ом
- 4-Резистор М/Т-2-150 Ом
- 5,6-Конденсатор К50-3Б-5 мкФ
- 7-Конденсатор К214-3-533-560 пФ
- 8,9-Конденсатор К50-3Б-100 мкФ
- 10-Конденсатор К50-3Б 500 мкФ
- 11-Транзистор П216В
- 12-Трансформатор ТА
- 13-16-Диод Д226Б

Задание 5

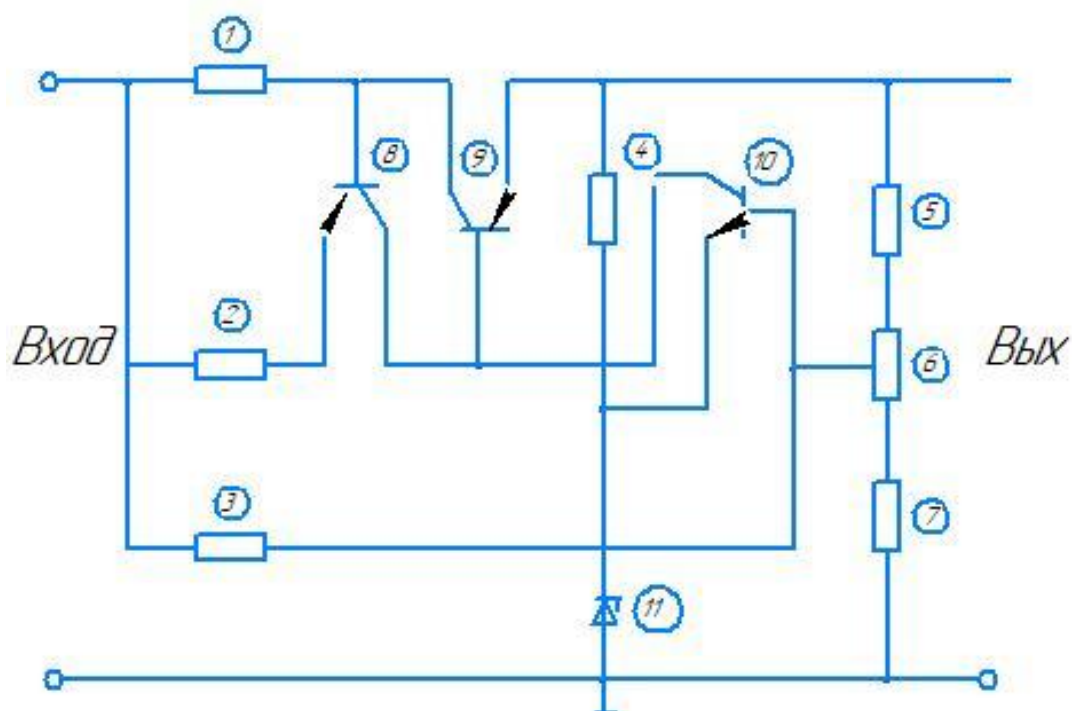
Фотореле



- 1-Резистор СПО-0,25-100 кОм
- 2-Резистор ОМ/IT-0,125-1,3 кОм
- 3-Резистор ОМ/IT-0,125-820 Ом
- 4-Резистор ОМ/IT-0,125-1 кОм
- 5-Резистор ОМ/IT-0,125-120 Ом
- 6-Резистор ОМ/IT-0,125-1,8 Ом
- 7,8-Транзистор КТ342В
- 9-Фотодиод ФД-1
- 10-Диод КД-510А
- 11-Реле РЭС8

Задание 6

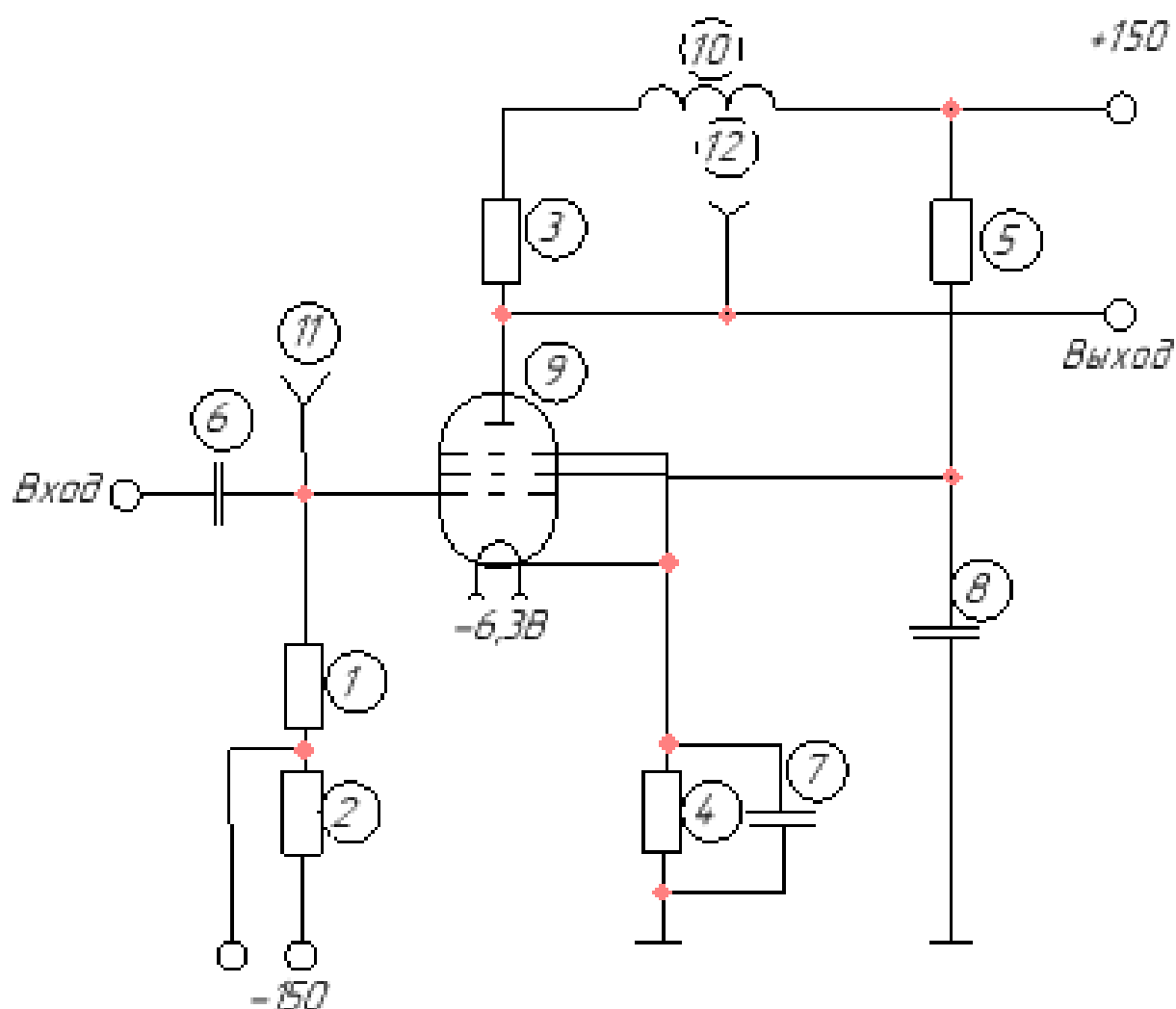
Стабилизатор напряжения



- 1-Резистор ОМ/ИТ-0,25-12 Ом
- 2-Резистор ОМ/ИТ-0,25-820 Ом
- 3-Резистор ОМ/ИТ-0,25-5,6 кОм
- 4-Резистор ОМ/ИТ-0,25-750 Ом
- 5,6-Резистор ОМ/ИТ-0,25-430 Ом
- 7-Резистор СПО-0,25-470 Ом
- 8-Транзистор КТ361Г
- 9-Транзистор КТ602Б
- 10-Транзистор КТ315Г
- 11-Стабилитрон КС168А

Задание 7

Видеоусилитель однокаскадный



1,2 - Резистор МТ-0,5-150 Ом

3 - Резистор МТ-1-4,7 кОм

4 - Резистор МТ-0,5-100 Ом

5 - Резистор МТ 0,5-20 кОм

6 - Конденсатор БГМТ-2а 400-0,01

7 - Конденсатор КСОТ-2-500-Г-1000

8 - Конденсатор БГМТ-2а-4000-0,05

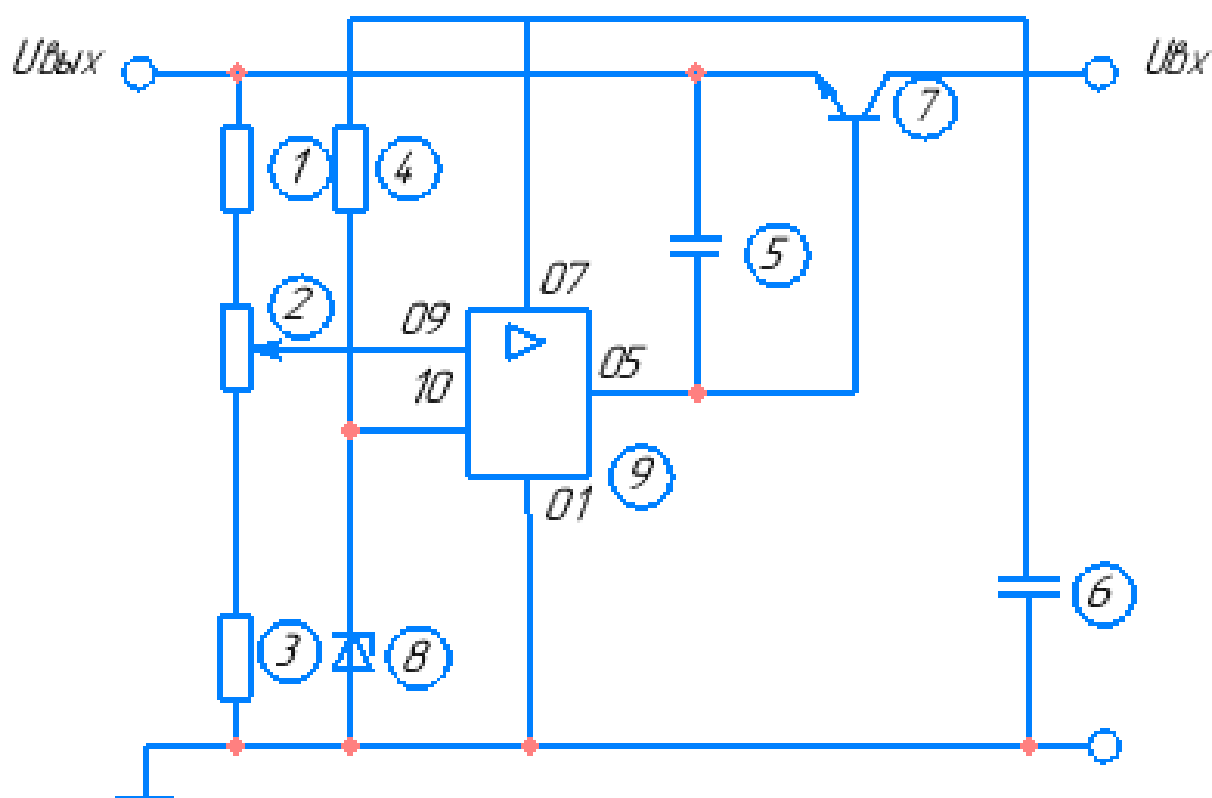
9 - Лампа 6Ж5Б-В

10 - Дроссель высокочастотный Д-01-160

11,12 - Гнезда

Задание 8

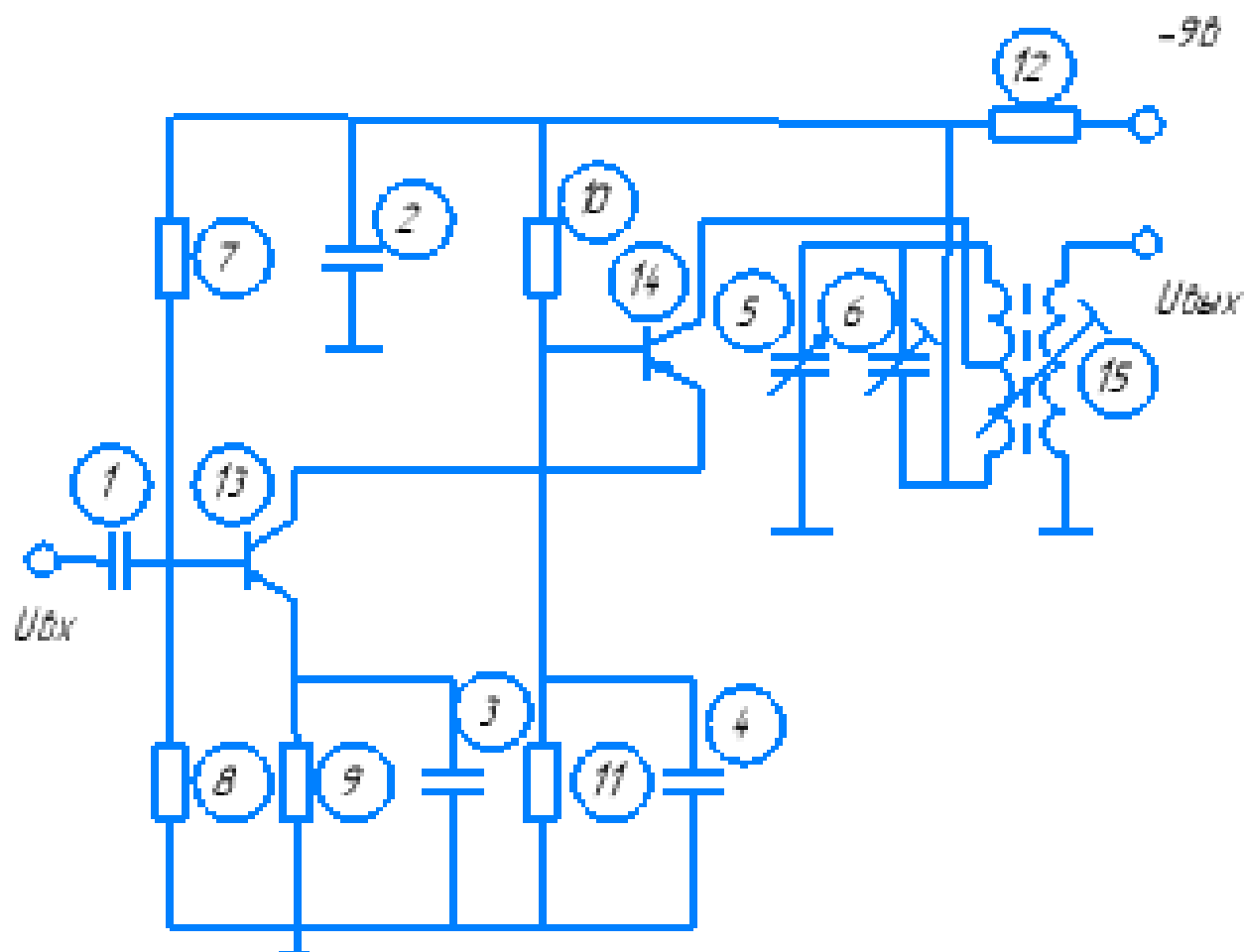
Стабилизатор напряжения



- 1 – Резистор Мт-0,25-9,1 кОм
- 2 – Резистор СП0-0,25-3,3 кОм
- 3 – Резистор МТ-0,25-8,2 кОм
- 4 – Резистор МТ-0,25-2,7 кОм
- 5 – Конденсатор КЛС-Н90-1000 пФ
- 6 – Конденсатор К50-36-1000 мкФ
- 7 – Транзистор КТ608Б
- 8 – Стабилитрон КС-150 А
- 9 – Микросхема 140УД2

Задание 9

Каскадный резонансный УВЧ



1 - Конденсатор К10-17-Н50-0,01 нкФ

2 - Конденсатор К10-17-Н50-0,1 нкФ

3,4 - Конденсатор К10-17-Н50-0,047 нкФ

5 - Конденсатор КПЕ-5...240 пФ

6 - Конденсатор КПК-М-4...15 пФ

7 - Резистор МЛТ-0,125-100 кОм

8 - Резистор МЛТ-0,125-12 кОм

9 - Резистор МЛТ-0,125-1 кОм

10 - Резистор МЛТ-0,125-68 кОм

11 - Резистор МЛТ-0,125-36 кОм

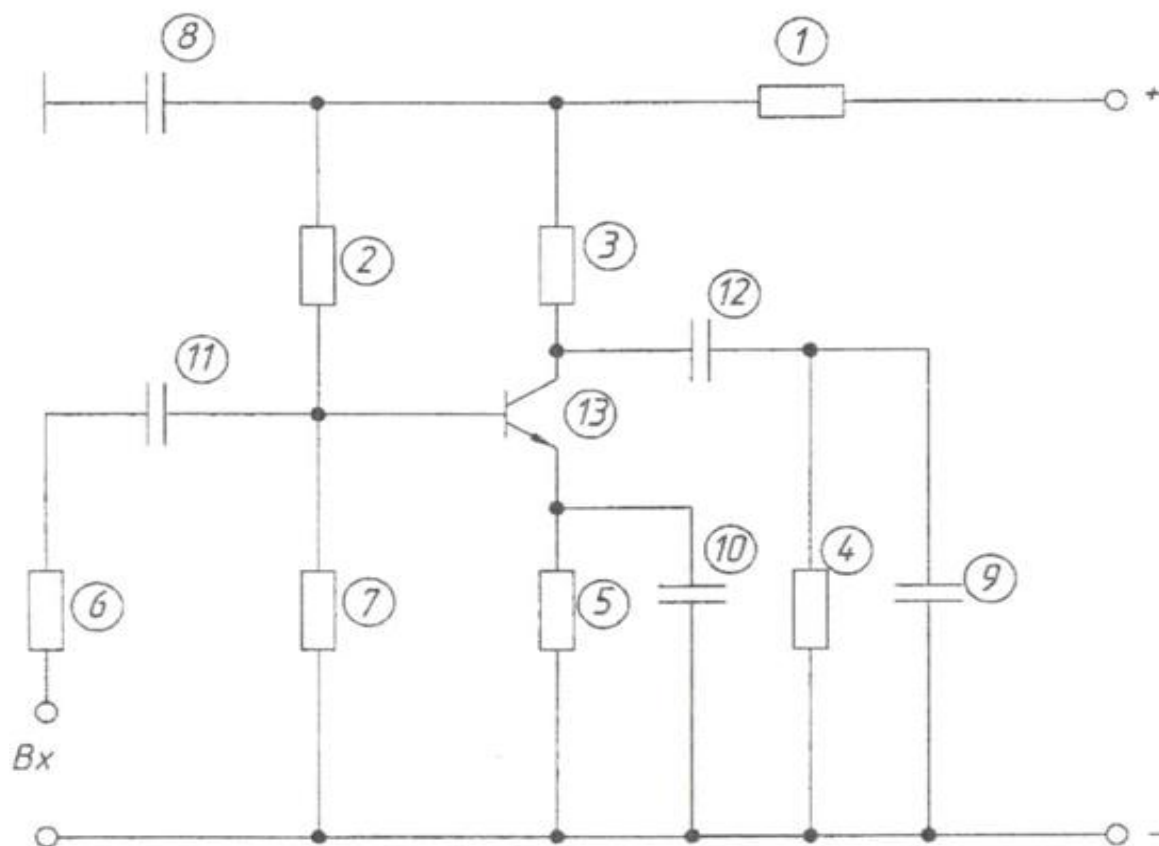
12 - Резистор МЛТ-0,125-200 кОм

13, 14 - Транзистор ГТ322Б

15 - Трансформатор ТН

Задание 10

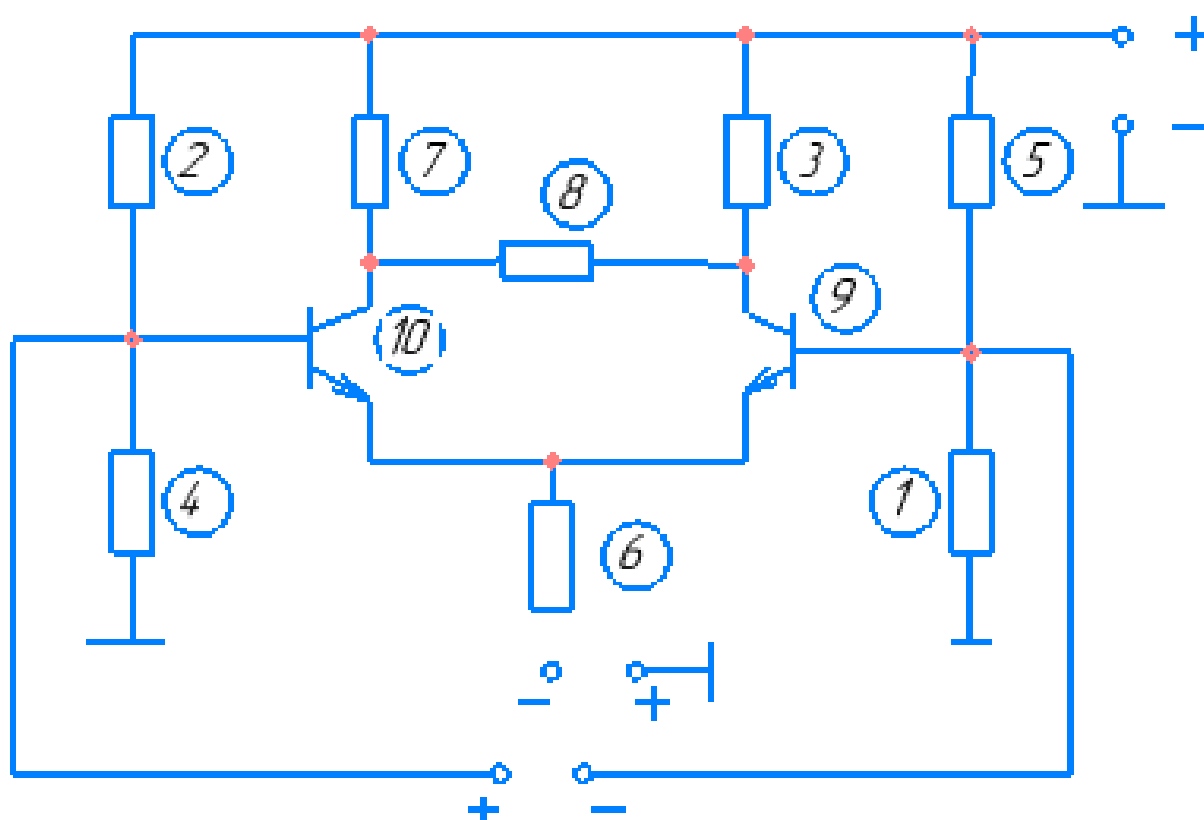
Предварительный каскад усиления



- 1 - Резистор МЛТ-0,125-3 кОм
- 2 - Резистор МЛТ-0,125-4,7 кОм
- 3 - Резистор МЛТ-0,125-22 кОм
- 4 - Резистор МЛТ-0,125-10 кОм
- 5 - Резистор ОМЛТ-0,125-330 Ом
- 6 - Резистор МЛТ-0,125-18 кОм
- 7 - Резистор МЛТ-0,125-3 кОм
- 8 - Конденсатор КМ-6-0,15 мкФ Н50
- 9 - Конденсатор КМ-6-0,05 мкФ Н33
- 10 - Конденсатор КМ-6-1 мкФ Н33
- 11 - Конденсатор КМ-6-0,15 мкФ Н50
- 12 - Конденсатор КМ-6-0,01 мкФ Н33
- 13 - Транзистор КТ315А

Задание 11

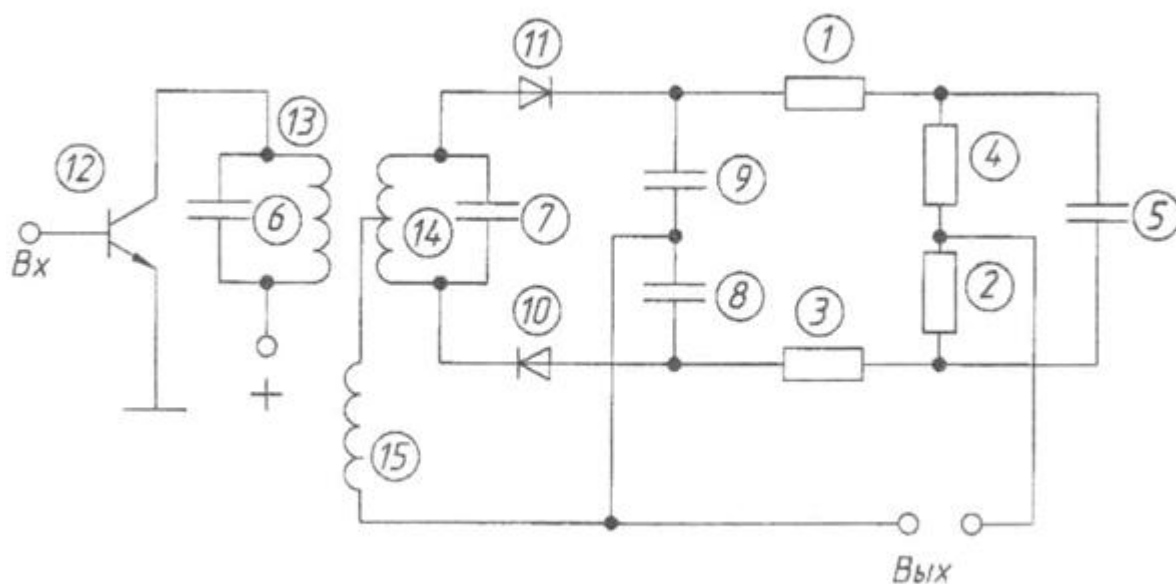
Дифференциальный УПТ



- 1 – Резистор МЛТ-0,25-1,2 кОм
- 2 – Резистор МЛТ-0,25-18 кОм
- 3 – Резистор МЛТ-0,25-5,1 кОм
- 4 – Резистор МЛТ-0,25-1,2 кОм
- 5 – Резистор МЛТ-0,25-18 кОм
- 6 – Резистор МЛТ-0,25-5,1 кОм
- 7 – Резистор МЛТ-0,25-5,1 кОм
- 8 – Резистор МЛТ-0,25-1,2 кОм
- 9 – Транзистор КТ315Б
- 10 – Транзистор КТ351Б

Задание 12

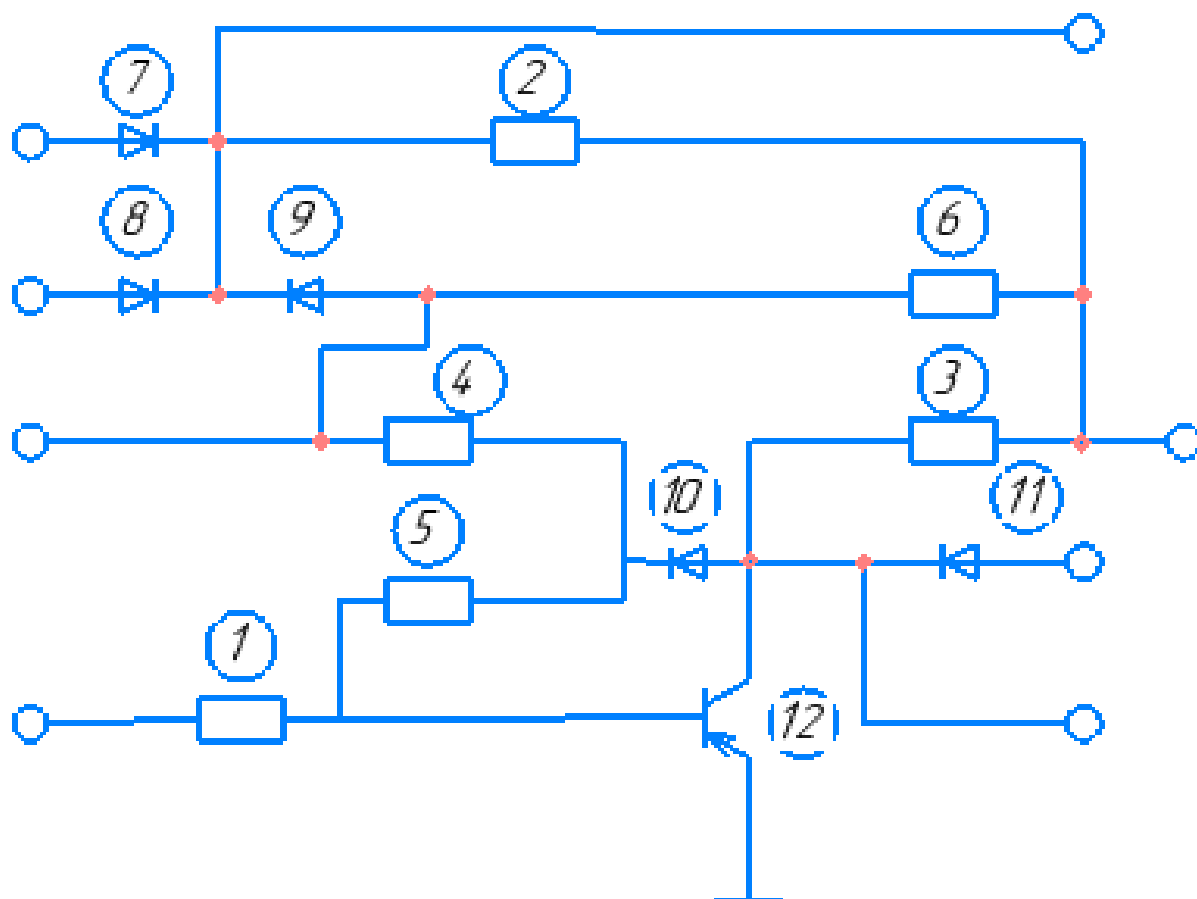
Детектор отношений



- 1 - Резистор МЛТ-0,125-330 Ом
- 2 - Резистор МЛТ-0,125-5,6 кОм
- 3 - Резистор МЛТ-0,125-330 Ом
- 4 - Резистор МЛТ-0,125-5,6 кОм
- 5 - Конденсатор КМ-6-5 нФ
- 6 - Конденсатор КМ-6-150 нФ
- 7 - Конденсатор КМ-6-62 нФ
- 8 - Конденсатор КМ-6-1000 нФ
- 9 - Конденсатор КМ-6-1000 нФ
- 10 - Диод Д18
- 11 - Диод Д18
- 12 - Транзистор КТ315Г
- 13 - Катушка 0,1 мГн
- 14 - Катушка 0,1 мГн
- 15 - Катушка 0,2 мГн

Задание 13

Смеситель сигналов



1 – Резистор МЛТ-0,5-6,2 кОм

1 – Резистор МЛТ-0,5-10 кОм

1 – Резистор МЛТ-0,5-2,2 кОм

1 – Резистор МЛТ-0,5-680 Ом

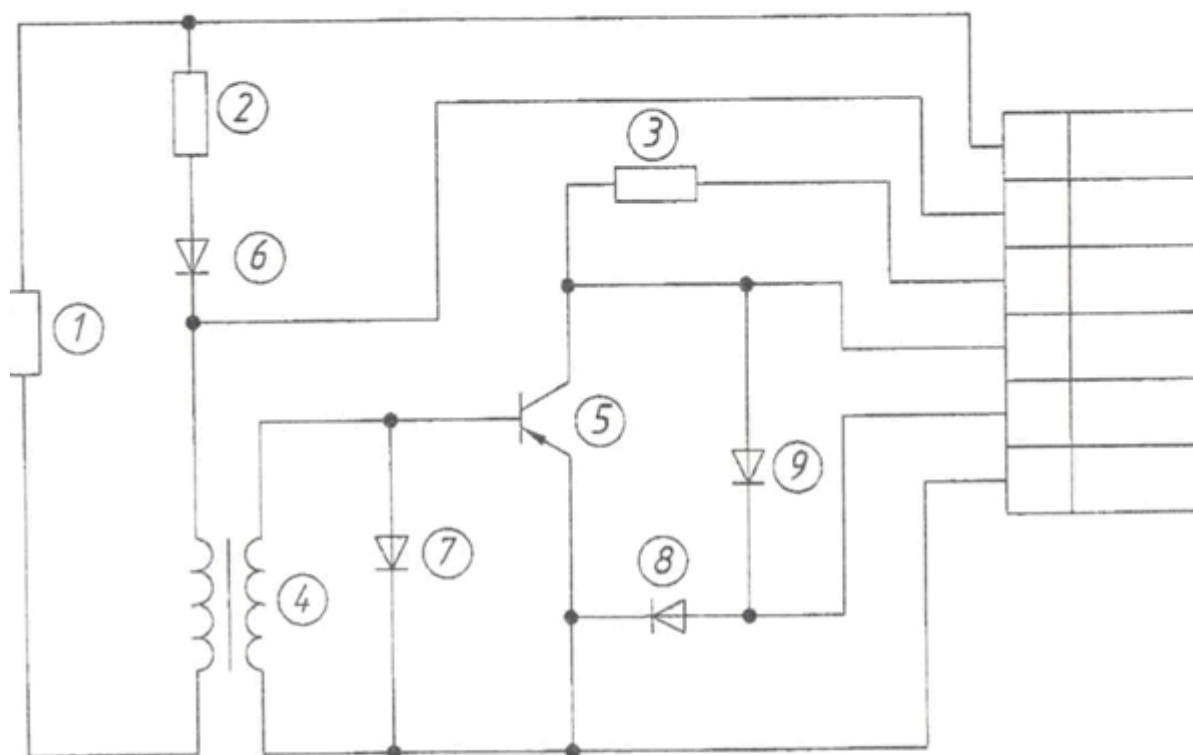
1 – Резистор МЛТ-0,5-56 кОм

7, 11 – Диод Д9К

12 – Транзистор П416А

Задание 14

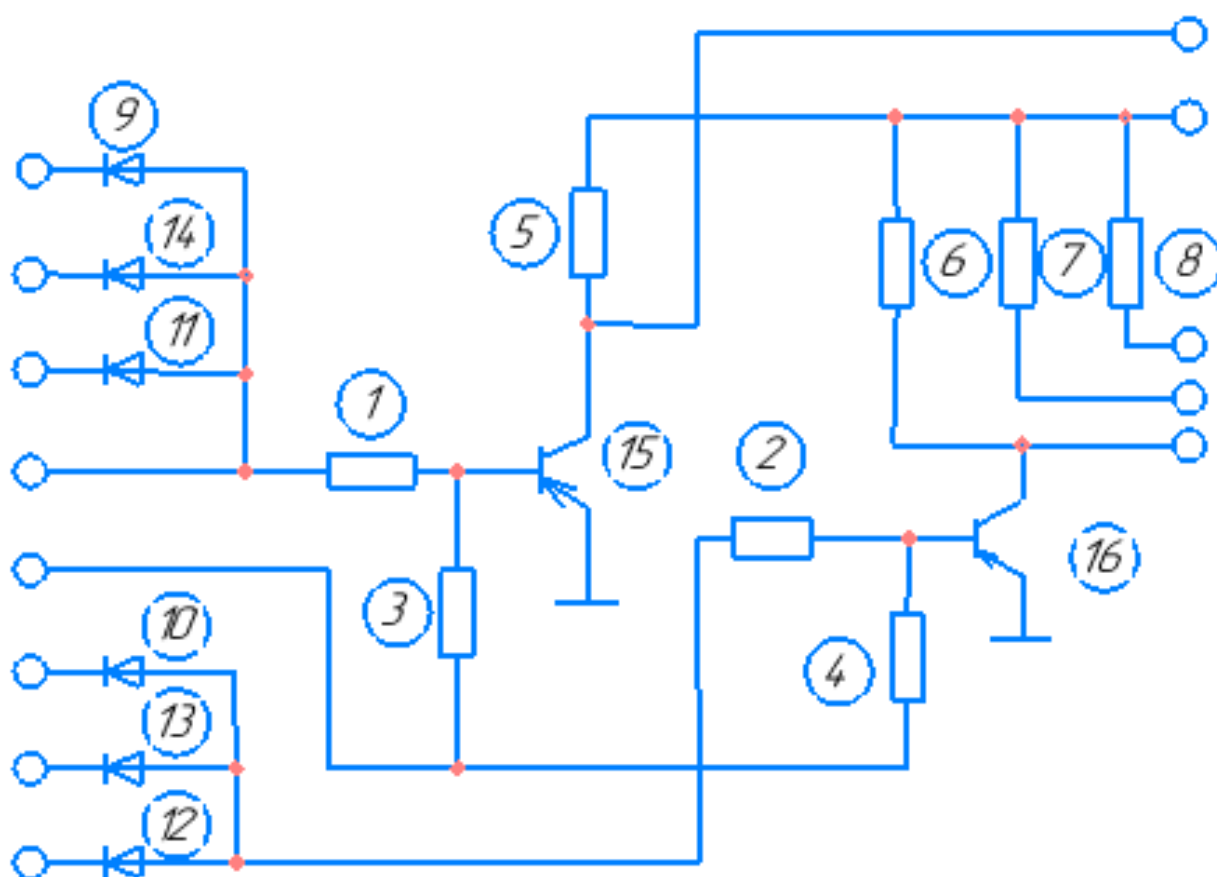
Усилитель с гальванической развязкой



- 1 - Резистор МЛТ-0,25-3000 м
- 2 - Резистор МЛТ-0,25-150 кОм
- 3 - Резистор МЛТ-0,25-2 кОм
- 4 - Трансформатор ТА
- 5 - Транзистор П605
- 6 - Диод Д9
- 7-9 - Диод Д220

Задание 15

Сумматор сигналов



- 1, 2 – Резистор МЛТ-0,25-1 кОм
 3, 4 – Резистор МЛТ-0,25-5,6 кОм
 5, 6 – Резистор МЛТ-0,25-10 кОм
 7, 8 – Резистор МЛТ-0,25-820 Ом
 9, 10 – Диод КД102Б
 11, 12 – Диод КД102Б
 13, 14 – Диод КД102Б
 15, 16 – Транзистор МП42А

Список литературы

1. ГОСТ 2.104-2006. Основные надписи.
2. ГОСТ 2.106-2019 ЕСКД. Текстовые документы
3. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам
4. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы
5. ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные
6. ГОСТ 2.316-2008 ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц
7. ГОСТ 2.321-84 ЕСКД. Обозначения буквенные
8. ГОСТ 2.503-2013 ЕСКД. Правила внесения изменений
9. ГОСТ Р 6.30-3003 Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов
10. ГОСТ 7.32-2017 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
11. ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы физических величин
12. ГОСТ 13.1.002-2003 Репрография. Микрография. Документы для съемки. Общие требования и нормы
13. ГОСТ 21.1101-2013 СПДС. Основные требования к рабочей документации
14. ГОСТ 28388-89 Система обработки информации. Документы на магнитных носителях данных. Порядок выполнения и обращения
15. ГОСТ 2.701-2008 Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
16. ГОСТ 2.702-2011 Правила выполнения электрических схем.
17. ГОСТ 2.705-70 Правила выполнения электрических схем обмоток и изделий с обмотками.
18. ГОСТ 2.708-2007 Правила выполнения электрических схем цифровой электрической техники.
19. ГОСТ 2.709-89 Система обозначений в электрических схемах.
20. ГОСТ 2.710-81 Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
21. ГОСТ 2.721-74 Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.
22. ГОСТ 2.723-68 Обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, трансформаторы и магнитные усилители.
23. ГОСТ 2.725-74 Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутирующие.
24. ГОСТ 2.726-68 Обозначения условные графические в схемах. Токосъемники.
25. ГОСТ 2.727-68 Обозначения условные графические в схемах. Разрядники, предохранители.

26. ГОСТ 2.728-74 Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы.
27. ГОСТ 2.729-68 Обозначения условные графические в схемах. Приборы электроизмерительные.
28. ГОСТ 2.730-73 Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые.
29. ГОСТ 2.735-68 Обозначения условные графические в схемах. Антенны.
30. ГОСТ 2.736-68 Обозначения условные графические в схемах. Элементы пьезотехнические и магнитострикционные; линии задержки.
31. ГОСТ 2.737-68 Обозначения условные графические в схемах. Устройства связи.
32. ГОСТ 2.739-68 Обозначения условные графические в схемах. Аппараты, коммутаторы и станции коммутационные телефонные.
33. ГОСТ 2.741-68 Обозначения условные графические в схемах. Приборы акустические.
34. ГОСТ 2.747-68 Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений.
35. ГОСТ 2.752-71 Обозначения условные графические в схемах. Устройства телемеханики.
36. ГОСТ 2.755-87 Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.
37. Единая система конструкторской документации: справочное пособие / С.С. Борушек, А.А.Волков, М.М. Ефимова и др. – М.: Издательство стандартов, 1989.-352 с.
38. Камнев, В.Н. Чтение схем и чертежей электроустановок: практ. пособие для ПТУ / В.Н. Каменев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 144 с.
39. Сапаров, В.Е. Системы стандартов в электросвязи и радиоэлектронике: учеб. пособие для вузов / В.Е. Сапаров, Н.А. Максимов. – М.: Радио и связь, 1985. – 248 с.
40. Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры: справочник / под ред. Э.Т. Романычевой. – М.: Радио и связь, 1989.. Усатенко, С.Т. Выполнение электрических схем по ЕСКД: справочник / С.Т. Усатенко, Т.К. Каченюк, М.В. Терехова. – 2- изд., перераб. и доп. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 316 с

Учебное издание

Авторы-составители:
Савчук Иван Викторович
Суринский Дмитрий Олегович

ЕДИНАЯ СИСТЕМА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Учебное пособие

Подписано в печать 10.02.2019
Объем 14,89 усл. печ. л. Формат бумаги 60x84 1/16 Тираж 50 экз.

Отпечатано в типографии
ООО Издательский дом «Слово»
625051 г. Тюмень, ул. 30 лет Победы, 33/1