

744
М 545

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

МОСКОВСКИЙ ордена ЛЕНИНА и ордена ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по курсу
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА
ВЫПОЛНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ
МОСКОВСКИЙ ордена ЛЕНИНА и ордена ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено
учебным управлением МЭИ

Методические указания
по курсу
Инженерная графика
ВЫПОЛНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ

Москва

1989

744

М 545

УДК: 744:621.3(077)

Выполнение электрических схем. Авт. Кузьмина Е.Г. Ред. Александров К.К. - М.: Моск.энерг.ин-т, 1989. - 30 с.

Методические указания содержат сведения о выполнении электрических схем, приведена классификация схем, общие правила построения схем, условности и упрощения оформления, условные графические обозначения, применяемые в схемах. Рассмотрен пример выполнения электрической принципиальной схемы.

Методические указания предназначены для студентов всех специальностей дневных факультетов.

1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ СХЕМ

С х е м а - конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Классификацию и правила выполнения схем ручным и автоматизированным способами устанавливает ГОСТ 2.701-84. Схемы подразделяют на виды, в зависимости от видов элементов, составляющих изделие, и связей между ними.

Виды элементов представлены в табл.1.

Таблица 1

Вид схемы	Шифр вида	Вид схемы	Шифр вида
Электрическая	Э	Вакуумная	В
Гидравлическая	Г	Газовая	Х
Пневматическая	П	Энергетическая	Р
Кинематическая	К	Комбинированная	С
Оптическая	Л	Деления	Е

Схемы в зависимости от назначения подразделяют на типы, представленные в табл.2.

Таблица 2

Тип схемы	Шифр типа	Назначение схемы
Структурная	1	Определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязь
Функциональная	2	Разъясняет определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия и в изделии в целом
Принципиальная (полная)	3	Определяет полный состав элементов и связей между ними и дает детальное представление о принципе работы изделия

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Соединений (монтажная)	4	Показывает соединение составных частей изделия и определяет соединяющие провода, жгуты, кабели или трубопроводы, а также места их присоединения и ввода
Подключения	5	Показывает внешние подключения изделия
Общая	6	Определяет составные части комплекса и соединения их между собой
Расположения	7	Определяет относительное расположение составных частей и соединяющих их проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов и т.п.
Объединенная	0	На объединенной схеме совмещаются различные типы схем одного вида, например, схема электрическая соединений и подключения

Каждой схеме должен быть присвоен шифр, состоящий из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы. Например, схема электрическая принципиальная обозначается ЭЗ, схема гидравлическая принципиальная - ГЗ, схема электрическая соединений - Э4.

Графическая работа "Выполнение электрических схем" направлена на изучение правил выполнения схем электрических принципиальных, поэтому ниже изложены правила выполнения этих схем.

С х е м а э л е к т р и ч е с к а я п р и н ц и п и а л ь -
 н а я - конструкторский документ, выполненный без соблюдения масштаба, на котором показаны в виде условных графических обозначений все электрические элементы и устройства изделия и связи между ними; причем действительное пространственное расположение составных частей изделия не учитывается.

2. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ СХЕМ

2.1. Построение схемы

Схемы электрические принципиальные выполняются для изделий, находящихся в отключенном положении.

При оформлении схем используются типы линий, установленные ГОСТ 2.303-68. Сплошной основной линией толщиной 0,5...1 мм изображаются условные графические обозначения, линии электрической связи, линии рамки, основной надписи, перечня элементов. Сплошная тонкая линия применяется для подчеркивания надписей, штриховая - для изображения линий механической связи, условного изображения последовательно соединенных одинаковых элементов.

Все элементы изображаются на схеме в виде условных графических обозначений, установленных соответствующими ГОСТами ВСКД.

Примеры условных графических обозначений приведены в приложении 2.

Условные графические обозначения элементов и соединяющие их линии связи следует располагать таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре и принципе работы схемы. Условные графические обозначения элементов допускается поворачивать на угол, кратный 90° , или изображать зеркально повернутыми. При выполнении схемы следует стремиться к наименьшему количеству изломов и пересечений линий электрической связи. Расстояние между любыми соседними линиями должно быть не менее 3 мм.

Пример построения схемы приведен на рис.1.

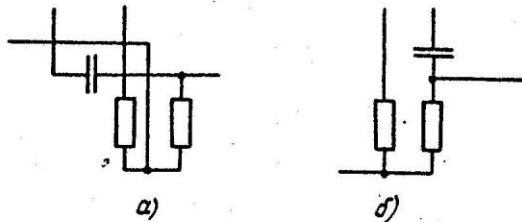


Рис.1. Построение схемы: а) неправильное; б) правильное

2.2. Буквенно-цифровые обозначения элементов

Каждому электрическому элементу изделия, изображенному на схеме, должно быть присвоено буквенно-цифровое позиционное обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 2.710-75. Согласно указанному ГОСТу резисторы обозначаются R , конденсаторы C , выключатели S и т.д. Примеры буквенных обозначений элементов приведены в приложениях I и 2.

Порядковые номера элементов присваивают, начиная с единицы в пределах группы элементов, имеющих на схеме одинаковые буквенные обозначения, например, $R1$, $R2$, $R3$, ... (резисторы), $S1$, $S2$, ... (выключатели). Цифровые обозначения присваиваются, даже если в схеме содержится только один элемент данного наименования.

Буквенно-цифровое обозначение элементов выполняется шрифтом 3,5 или 5, причем высота букв и цифр должна быть одинаковой. Порядковые номера элементам присваиваются в соответствии с последовательностью расположения элементов на схеме сверху вниз в направлении слева направо или слева направо сверху вниз в зависимости от способа построения схемы (см. рис.2 и рис.11). Позиционные обозначения проставляются рядом с условными графическими обозначениями элементов с правой стороны или над ними. Буквенно-цифровые обозначения предпочтительно наносить горизонтально.

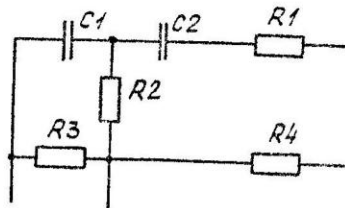


Рис.2. Выполнение буквенно-цифровых обозначений

2.3. Совмещенный и разнесенный способы выполнения схем

Условные графические обозначения в схемах выполняют совмещенным или разнесенным способами. При совмещенном способе изображения составные части элементов показывают на схеме в непосредственной близости друг к другу. На рис.3 представлен электрический элемент

"реле" - включающий в себя катушку и контакты. Реле изображено совмещенным способом, и поэтому буквенно-цифровое обозначение указано один раз около катушки.



Рис.3. Совмещенный способ изображения реле

При разнесенном способе изображения условные графические обозначения элементов размещают на схеме так, чтобы отдельные цепи электрической схемы изделия были даны наиболее наглядно. На рис.4 реле K1 и K2 изображены разнесенным способом. Катушкам и контактам реле присвоены одинаковые буквенно-цифровые обозначения и нанесены около изображения контакта реле и катушки реле.

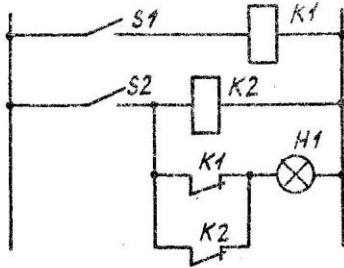


Рис.4. Разнесенный способ изображения схемы

2.4. Характеристики входных и выходных цепей

На схеме рекомендуется указывать характеристики входных и выходных цепей изделия (частоту, напряжение, силу тока и др.). Для этого взамен условных графических обозначений разъемов выполняют таблицу, в которой записывают данные входных или выходных цепей. В общем случае таблица может содержать графы: "Конт.", "Цепь", "Адрес" и др. В графической работе "Выполнение электрических схем" рекомендуется выполнять таблицу по форме, представленной на рис.5. Каждой таблице присваивают позиционное обозначение элемента, взамен

которого она помещена. На рис.5 приведены размеры таблицы входных и выходных данных и пример заполнения.

В первой графе таблицы указывается номер контакта разъема. В графе "Цепь" записываются характеристики электрических цепей изделия (частота, напряжение и др.). Для удобства изображения схемы таблицу можно выполнять зеркально повернутой как это показано на рис.5.

Таблица заполняется шрифтом 3,5 или 5. Таблицу входных или выходных данных следует располагать только горизонтально. Входные или выходные цепи должны изображаться справа или слева от графы "Конт." (рис.5 и II). Позиции в графе "Конт." присваивают сверху вниз в возрастающем порядке и их количество соответствует количеству входных или выходных цепей. Если таблица заменяет контактное устройство, представляющее собой единую конструкцию, например: разъем, вилка, розетка, то буквенно-цифровое обозначение присваивается по типу: ХР1 или ХС I, т.е. одно устройство независимо от количества контактов в нем. Если таблица заменяет клеммы, гнезда или штыри, то буквенно-цифровое обозначение должно содержать обозначения всех контактов например, ХТ1...ХТ4 - четыре клеммы или ХР1, ХР2 - два штыря (рис.II).

Конт.	Цепь
I	+ I50В
2	6,3В; I,7А
3	- 75В
4	6,3В; I,7А

или

Цепь	Конт.
+ I50В	I
6,3В; I,7А	2
- 75В	3
6,3В; I,7А	4

Рис.5. Таблица входных или выходных данных

2.5. Условности и упрощения выполнения схем

При наличии в изделии нескольких одинаковых (по наименованию, типу и номиналу) элементов, соединенных параллельно, рекомендуется вместо изображения всех ветвей параллельного соединения (рис.6 а) изображать только одну ветвь, указав количество ветвей при помощи обозначения ответвления (рис.6 б, в).

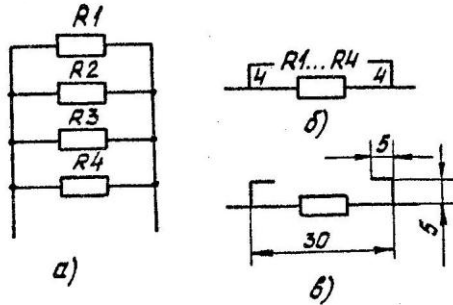


Рис.6. Изображение нескольких одинаковых элементов, соединенных параллельно: а) действительное, б) условное, в) размеры условного изображения

Около графических обозначений элементов, изображенных условно в одной ветви, проставляют позиционные обозначения, при этом должны быть учтены все элементы, входящие в параллельное соединение.

При наличии в изделии трех и более одинаковых (по наименованию, типу и номиналу) элементов, соединенных последовательно, рекомендуется вместо изображения всех последовательно соединенных элементов (рис.7 а) изображать только первый и последний элементы, показывая электрические связи между ними штриховыми линиями. При присвоении элементам буквенно-цифровых обозначений должны быть учтены элементы, не изображенные на схеме. Над штриховой линией указывают общее количество одинаковых элементов. Например, 5 одинаковых резисторов, соединенные последовательно, изображаются так, как указано на рис.7.б,в.

При изображении мостовой выпрямительной схемы следует применять упрощение, показанное на рис.8. Общее количество диодов указывают рядом с упрощенным изображением. Размер упрощенного изображения ГОСТом не регламентируется.

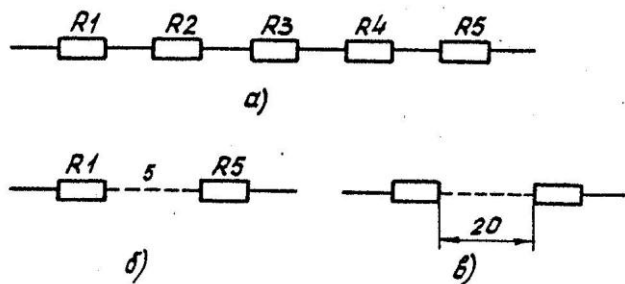


Рис.7. Изображение нескольких одинаковых элементов, соединенных последовательно: а) действительное, б) условное, в) размеры условного изображения

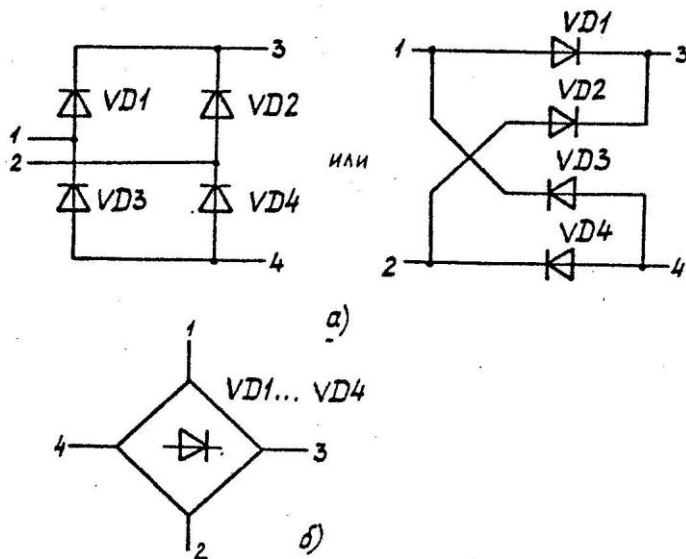


Рис.8. Изображение мостовой выпрямительной схемы: а) действительное, б) упрощенное

2.6. Выполнение перечня элементов

На схеме принципиальной электрической должны быть однозначно определены все элементы, включенные в схему. Данные об элементах записывают в перечень элементов, который представляет собой таблицу и размещается на первом листе схемы или выполняется в виде самостоятельного документа на формате А4 согласно требованиям ГОСТ 2.104-68.

Если перечень элементов выполняют на поле схемы, то таблицу перечня располагают над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм от нее. Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы. Размеры таблицы перечня элементов и пример заполнения приведены на рис.9.

20		110		10	
8мм	Поз.обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
	L1	Катушка индуктивности АБВГ. XXXXXX.XXX	I		
		Резисторы			
	R1	МЛТ-0,5-300 Ом ±5% ГОСТ...	I		
	R2, R3	ПЭВ-10-3 Ом ±5% ГОСТ...	2		
		Резисторы СП ГОСТ...			
	R4	ИСП-I-I-560 Ом ±20% -А-ВС-3-I2	I		
	R5... R8	ИСП-I-I-300 Ом ±20% -А-ВС-3-I2	4		
	R9	ИСП-I-I-560 Ом ±20% -А-ВС-3-I2	I		
	S1	Переключатель АБВГ. XXXXXX.I54	I		
		и т.д.			
		185			

Рис.9. Пример оформления перечня элементов

В графах перечня элементов указывают:

- в графе "Поз.обозн." - буквенно-цифровое обозначение элемента, например, R1, R2; C1...C4 и др.;

- в графе "Наименование" - наименование элемента, тип и документ на основании которого он применен (ГОСТ, ТУ), например, Резис-

тор МПТ-0,5-300 КОМ \pm 5% ГОСТ 7113-76;

- в графе "Кол." - количество элементов;

- в графе "Примечание" - необходимые технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании.

Перечень элементов заполняется сверху вниз в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. При записи одинаковых по наименованию элементов рекомендуется объединять их в группы, выполнять общий заголовок, например, "Резисторы", "Конденсаторы", и в графе "Наименование" записывать только тип и документ, на основании которого этот элемент применен. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные обозначения, элементы записывают в порядке возрастания номеров. Следует отметить, что одинаковые элементы, не имеющие последовательных номеров в буквенно-цифровом обозначении, не могут быть записаны в одну строку, например, элементы *R4* и *R9* на рис.9. В этом случае наименование элемента указывается в единственном числе, а в графе "Кол." проставляют общее количество одинаковых элементов.

Электрический элемент реле, включающий катушку и контакты, записывается в перечень в одной строке. В графе "Поз. обозн." указывается обозначение К, в графе "Наименование" - наименование элемента - "Реле".

При заполнении перечня элементов следует пропускать резервные строчки между группами элементов и элементами различных наименований.

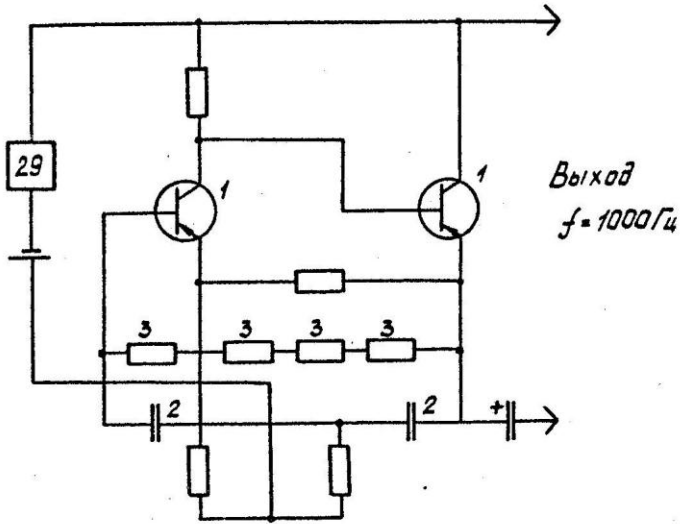
Перечень элементов выполняют шрифтом 5.

3. СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Цель работы "Выполнение электрических схем" - ознакомить студентов с правилами оформления графического документа "Схема электрическая принципиальная", научить их пользоваться справочной литературой, привить графический навык оформления схемы.

В качестве задания студент получает схему электрическую принципиальную изделия, которая правильно отражает составные части изделия, электрические связи между ними, но требует оформления в соответствии с ГОСТами ЕСКД. В задании одинаковые по типу и номиналу элементы обозначены одинаковыми шифрами. В задании содержатся элементы, изображенные условно прямоугольником с цифрой. Пример задания приведен на рис.10.

Графическую работу по предложенному заданию рекомендуется вы-



ГЕНЕРАТОР НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЦЕПЕЙ И ДЕТАЛЕЙ СХЕМЫ.

СХЕМА ГЕНЕРАТОРА ВКЛЮЧАЕТ: 2 ТРАНЗИСТОРА, 3 КОНДЕНСАТОРА, 8 РЕЗИСТОРОВ, ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ И ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ.

К ВНЕШНЕМУ УСТРОЙСТВУ ПРИСОЕДИНЯЕТСЯ ПРИ ПОМОЩИ ШТЫРЕЙ.

42

Разраб.				ГЕНЕРАТОР НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ	МЭИ каф.ИТ
Утв.					

Рис.10. Пример задания

полнять в следующей последовательности:

1. Ознакомление с новым материалом.
2. Анализ задания. Разбор принципа работы схемы.
3. Компоновка листа. На формате А3 ватмана, расположенном горизонтально, провести рамку, выделить место для основной надписи и перечня элементов. На оставшемся поле формата вычерчивать схему так, чтобы рационально использовать поле чертежа.
4. Вычертить схему с наименьшим количеством изломов и пересечений линий электрической связи.
5. Вычертить элементы, изображенные условно прямоугольником и цифрой. Цифра соответствует номеру элемента в таблице приложения 2.
6. Вычертить последовательно или параллельно соединенные одинаковые элементы в соответствии с рекомендациями ГОСТа.
7. Присвоить элементам буквенно-цифровые обозначения.
8. Выполнить таблицу входных и выходных цепей.
9. Выполнить таблицу перечня элементов.
10. Заполнить основную надпись.
11. Работу, выполненную в тонких линиях, представить преподавателю для проверки. При правильном выполнении работы преподавателем дает разрешение на оформление работы, поставив подпись в графе "Провер."
12. Оформление работы. Исправление ошибок, обводка работы. Окончательная проверка преподавателем.

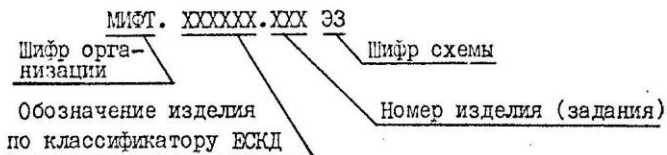
Примечание: Рекомендуется эскизная проработка пп. 4...6.

Пример выполнения графической работы по заданию, представленному на рис.10, приведен на рис.11. Построение схемы выполнено с наименьшим количеством изломов и пересечений линий электрической связи. Элемент в прямоугольнике с номером 29 заменен условным графическим обозначением выключателя по приложению 2. Всем элементам присвоены буквенно-цифровые позиционные обозначения в соответствии с расположением элементов на схеме сверху вниз в направлении слова направо. Характеристика выходных цепей представлена в таблице, которой присвоено буквенно-цифровое обозначение соединительных элементов.

Перечень элементов в учебных целях допускается выполнять с упрощениями, опуская тип и номинальные характеристики элементов, а также обозначение нормативных документов на основании которых эти элементы применены. При выполнении схемы автоматизированным способом допускается не проводить горизонтальные линии в таблице

перечня и не подчеркивать наименования групп элементов.

Основная надпись выполняется по общим правилам, установленным ГОСТ 2.104-68. В соответствующих графах основной надписи указываются фамилии преподавателя и студента, учебная группа, наименование изделия для которого выполнена схема, тип и вид схемы. Графа "Масштаб" не заполняется. Классификационная характеристика на основании ГОСТ 2.201-80 должна состоять из 13 знаков и шифра схемы и иметь следующий состав:



Контрольные вопросы

1. Классификация схем согласно ГОСТ 2.701-84.
2. Классификация схем по видам.
3. Классификация схем по типам.
4. Обозначение (шифр) схемы. Как присваивается?
5. Определение схемы.
6. Что такое схема принципиальная?
7. Чем отличаются схемы принципиальная и функциональная?
8. Как учитывается масштаб при выполнении различных схем?
9. Как изображаются электрические элементы на принципиальной схеме?
10. Основные принципы построения схем.
11. В каком положении находятся элементы, изображенные на схеме?
12. Особенности изображения и обозначения реле.
13. Способы выполнения схем (совмещенный, разнесенный).
14. Как располагаются условные графические обозначения элементов при вычерчивании схем?
15. Порядок присвоения буквенно-цифровых обозначений.
16. Как записать характеристики входных и выходных цепей?
17. Как изобразить несколько одинаковых по наименованию, типу и номиналу элементов, соединенных последовательно?
18. Как изобразить несколько одинаковых по наименованию, типу и номиналу элементов, соединенных параллельно?
19. Назначение перечня элементов.
20. Как оформляется перечень элементов?

21. Какие данные указывают в графах перечня элементов?
22. В каком порядке производится запись элементов в перечень?
23. Какие элементы можно объединить в группу при заполнении перечня?
24. Как записывается в перечень элемент реле?
25. Где записывают шифр схемы?

4. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

При выполнении различных схем и для более детального ознакомления с правилами оформления схем рекомендуется пользоваться ГОСТами ЕСКД и СТ СЭВ, определяющими классификацию, правила выполнения и условные графические обозначения различных элементов. Перечень этих стандартов приведен ниже.

Перечень стандартов, рекомендуемых при выполнении схем

ГОСТЫ ЕСКД

Правила выполнения схем

- ГОСТ 2.701-84. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению
- ГОСТ 2.702-75. Правила выполнения электрических схем
- ГОСТ 2.703-68. Правила выполнения кинематических схем
- ГОСТ 2.704-68. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем
- ГОСТ 2.708-72. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники
- ГОСТ 2.710-81. Обозначения буквенно-цифровые, применяемые на электрических схемах

Обозначения условные графические в схемах

- ГОСТ 2.721-74. Обозначения общего применения
- ГОСТ 2.722-68. Машины электрические
- ГОСТ 2.723-68. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители
- ГОСТ 2.725-68. Устройства коммутационные
- ГОСТ 2.727-68. Разрядники; предохранители

- ГОСТ 2.728-74. Резисторы; конденсаторы
- ГОСТ 2.729-68. Приборы электроизмерительные
- ГОСТ 2.730-73. Приборы полупроводниковые
- ГОСТ 2.732-68. Источники света
- ГОСТ 2.742-68. Источники тока электрохимические
- ГОСТ 2.743-72. Двоичные логические элементы
- ГОСТ 2.750-68. Род тока и напряжения, виды соединения обмоток
- ГОСТ 2.751-73. Электрические связи, провода, кабели и шины
- ГОСТ 2.755-74. Устройства коммутационные и контактные соединения
- ГОСТ 2.756-76. Воспринимающая часть электромеханических устройств

СТ СЭВ

- СТ СЭВ 158-75. Схемы электрические. Общие требования к выполнению
- СТ СЭВ 527-77. Схемы электрические. Классификация. Термины и определения

5. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ

Автоматизированное выполнение конструкторской документации позволяет значительно сократить время, затраченное на проектирование, улучшить качество выполнения, из множества возможных вариантов решения выбрать оптимальный. Автоматизированное выполнение предполагает использование ЭВМ на различных этапах проектирования. Применительно к схемам такими этапами могут быть: создание или разработка новых схем, модернизация существующих, расчеты, выбор варианта, вычерчивание схемы и др. В рамках нашего курса мы будем рассматривать только вопросы, связанные с выполнением графического конструкторского документа "Схема электрическая принципиальная".

Изложенные выше правила оформления схем относятся и к схемам, выполненным автоматизированным способом. Для реализации задачи выполнения электрических схем при помощи ЭВМ можно использовать графическую систему ГРАФОР, являющуюся графическим расширением алгоритмического языка ФОРТРАН. Система ГРАФОР представляет собой набор программ, позволяющих вычертить различные геометрические образы (отрезок, многоугольник, прямоугольник, окружность, эллипс и др.), поворачивать эти образы, вычерчивать различные символы и др.

Условные графические обозначения элементов и связи между ними могут быть описаны при помощи программ ГРАФОРА. Для выполнения схе-

мы создан банк данных, включающий описание всех электрических элементов, входящих в схему. Банк оформлен в виде подпрограмм, каждой из которых присвоено имя, связанное с наименованием элемента, например, конденсатор - *CON*, транзистор - *TRAN* и т.п.

Выполнение схемы осуществляется : обращением к соответствующей подпрограмме. Для этого необходимо задать координаты *X* и *Y* расположения этого элемента относительно левого нижнего угла поля чертежа.

На рис.12 приведены условные графические обозначения резистора, конденсатора и транзистора. Начальные координаты обозначены буквами *X* и *Y*.

Примеры подпрограмм описывающих эти элементы:

Резистор:

```
SUBROUTINE REZ(X,Y)
CALL BDX(X-2.,Y,10.,4.)
CALL MOVE(X-X1,Y,0)
CALL MOVE(X,Y,1)
CALL MOVE(X+10.,Y,0)
CALL MOVE(X+X2,Y,1)
RETURN
END
```

Конденсатор:

```
SUBROUTINE CON(X,Y)
CALL MOVE(X-X1,Y,0)
CALL MOVE(X,Y,1)
CALL MOVE(X+1.5,Y,0)
CALL MOVE(X+1.5+X2,Y,1)
CALL MOVE(X,Y-4.,0)
CALL MOVE(X,Y+4.,1)
CALL MOVE(X+1.5,Y+4.,0)
CALL MOVE(X+1.5,Y-4.,1)
RETURN
END
```

Транзистор:

```
SUBROUTINE TRAN(X,Y)
```

```

CALL MOVE(X1,Y,Ø)
CALL MOVE(X+5.5,Y,1)
CALL MOVE(X+5.5,Y+5.5,Ø)
CALL MOVE(X+5.5,Y-5.5,1)
CALL MOVE(X+5.5,Y+3.,Ø)
CALL MOVE(X+11.,Y+6.,1)
CALL NARROW(X+11.,Y-6.,X+5.5,Y-3.,2.,2)
CALL MOVE(X+7.,Y,Ø)
CALL CIRC(7.)
RETURN
END
    
```

В описании подпрограмм использованы программы ГРАБОРА:

MOVE - перемещение между текущей точкой и заданной с вычерчиванием (I) или без вычерчивания (Ø)

CIRC - вычерчивает окружность заданного радиуса с центром в текущей точке.

BOX - вычерчивает прямоугольник заданных размеров, начиная с левого нижнего угла.

NARROW - вычерчивает отрезок со стрелкой заданного размера.

Изображение линий электрической связи между элементами осуществляется с помощью специальной подпрограммы с использованием программ **MOVE** и **DASHP**.

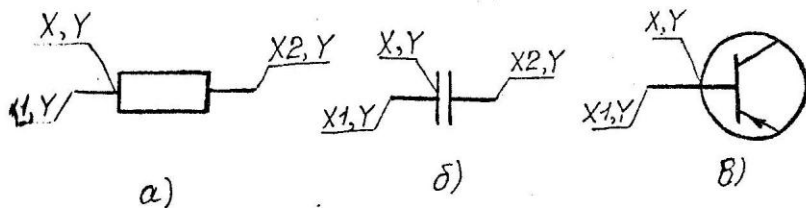


Рис.12. Условные графические обозначения элементов:
 а) резистор; б) конденсатор, в) транзистор

Выполнение условно цифровых обозначений, надписей, заполнение перечня элементов и таблиц осуществляется с помощью программ **SYMBOL** и **NUMBER**.

На рис.13 приведен фрагмент схемы, выполненной при помощи GEM.

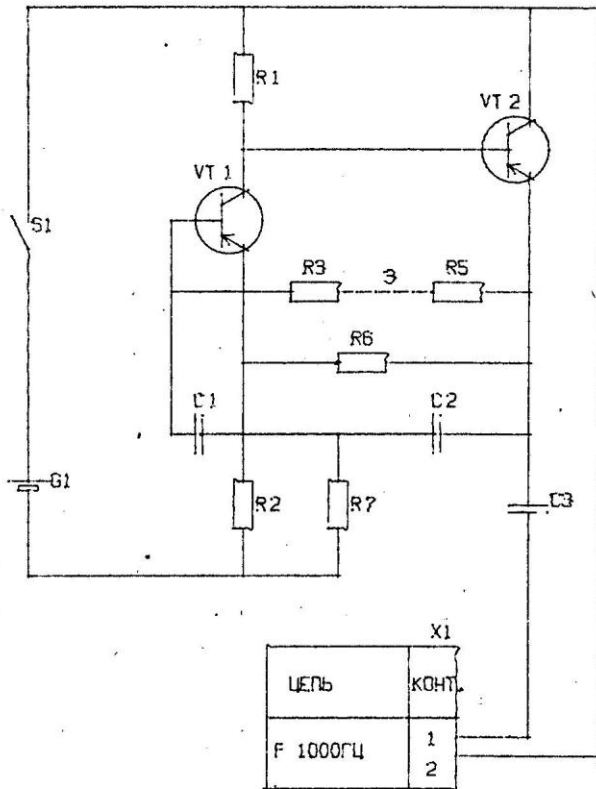


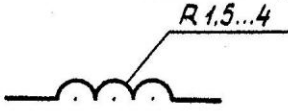
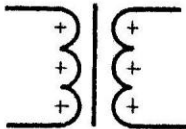
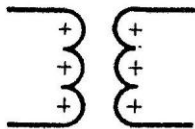
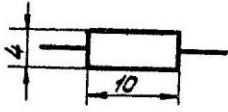
Рис. 13 Пример схемы, выполненной при помощи ЭВМ

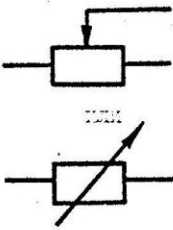
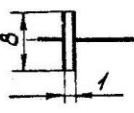


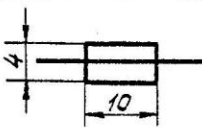
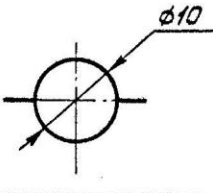
ПРИЛОЖЕНИЕ I
ОБОЗНАЧЕНИЯ УСЛОВНЫЕ БУКВЕННО-ЦИФРОВЫЕ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМАХ (согласно ГОСТ 2.710-81)

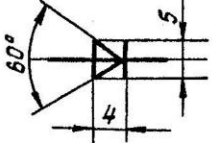

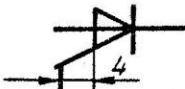
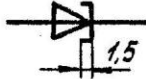
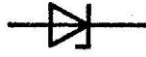
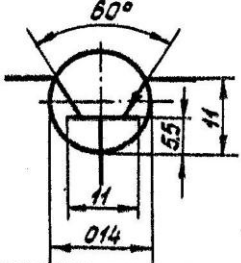
Буквенный код	Наименование элемента
B	Фотоэлементы
C	Конденсаторы
F	Предохранители
G	Источники питания электрические
GB	Батареи аккумуляторные
H	Приборы световой сигнализации
K	Реле (катушки, контакты)
L	Катушки индуктивные
P	Приборы измерительные
PA	Амперметры
PV	Вольтметры
R	Резисторы
S	Выключатели, кнопки
T	Трансформаторы
VD	Диоды
VT	Транзисторы
X	Устройства соединительные:
XT XP	клеммы
XP XS	штыри (вилки)
XS XT	гнезда (розетки)

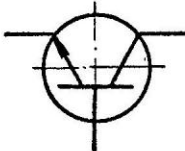
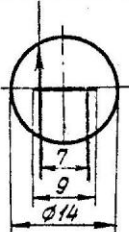
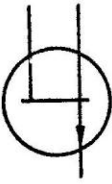

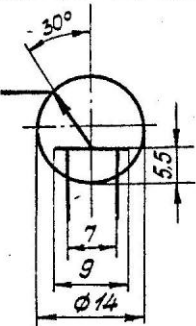
ПРИЛОЖЕНИЕ 2

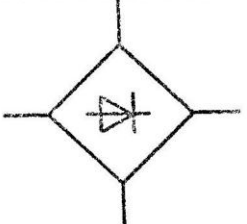
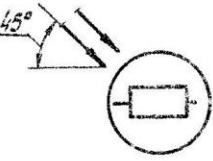

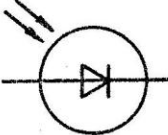
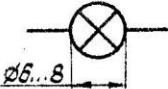
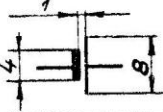
Обозначения условные графические в схемах

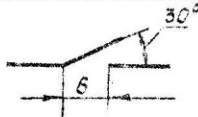
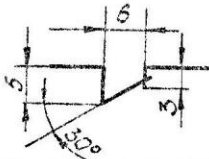
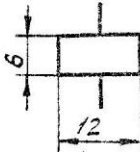


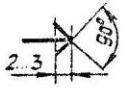

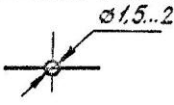
№ обозначения	Наименование	Условное графическое обозначение	Обозначение по ГОСТ 2.710-81	Примечание
I	2	3	4	5
Катушки индуктивности, трансформаторы (по ГОСТ 2.723-68)				
1	Катушка индуктивности		L	
2	Трансформатор с сердечником		T	Размеры см. п.1
3	Трансформатор без сердечника		T	
Резисторы, конденсаторы (по ГОСТ 2.728-74)				
4	Резистор		R	

1	2	3	4	5
5	Резистор регулируемый		R	
6	Конденсатор		C	
7	Конденсатор электролитический		C	
8	Конденсатор переменной емкости		C	
Разрядники, предохранители (по ГОСТ 2.727-68)				
9	Предохранитель		F	
Приборы электроизмерительные (по ГОСТ 2.728-68)				
10	Прибор измерительный, показывающий		P	
11	Амперметр		PA	
12	Вольтметр		PV	

1	2	3	4	5
Приборы полупроводниковые (по ГОСТ 2.730-73)				
I3	Диод		VD	
I4	Тиристор с управлением по катоду		VS	
I5	Тиристор с управлением по аноду		VS	
I6	Туннельный диод		VD	
I7	Стабилитрон		VD	
I8	Транзистор типа р-п-р		VT	

1	2	3	4	5
19	Транзистор типа <i>n-p-n</i>		VT	
20	Полевой транзистор с каналом p-типа		VT	
21	Полевой транзистор с каналом n-типа		VT	
22	Однопереходной транзистор с <i>n</i> -базой		VT	
23	Однопереходной транзистор с <i>p</i> -базой		VT	

2	3	4	5
Д	Диагностика местоположения функционального элемента (структурное обозначение)		VD
В	огорезистор		B
-	размеры условного графического обозначения		-
В	диод		B
Источники света (по ГОСТ 2.732-68)			
Н	Лампа накаливания (сигнальная)		H
Источники тока электрохимические (по ГОСТ 2.742-68)			
Г	Элемент гальванический или аккумуляторный		G

	2	3	4	5
Устройство контактов, шин и контактных соединений (по ГОСТ 1.777-74)				
2а	Умкнатель одно- полюсный с взаимно- ными контактами		S	
2б	Умкнатель одно- полюсный с разно- именными контактами		S	
3	Обмотка реле		K	
4а	Самонаводящий контак- тный реле		K	
4б	Размыкающий кон- такт реле		K	
5а	Контакты разъемного соединения (четыре)		X	
5б	Контакты разъемного соединения (три)		X	
5в	Контакты разъемного соединения (одно- полюс)		X	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ОБОЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ПО КЛАССИФИКАТОРУ ВСКД

Наименование изделия	Классификационная характеристика
Автомат включения освещения	418415
Блок питания	418455
Генератор	431110
Генератор тактовых импульсов	433416
Генератор управляющих импульсов	433520
Генератор электрических импульсов	433417
Звуковой генератор	433418
Инвертор	435232
Источник стабилизированного напряжения	431427
Коммутатор	411563
Мультивибратор	433416
Нуль-индикатор	411115
Полосовый фильтр	433531
Преобразователь частоты	431322
Реле мощности	421321
Реле селективное	433425
Реле сопротивлений	421321
Реле электронное	421313
Сигнализатор обрыва цепи	418415
Сигнализатор уровня напряжения	418415
Стабилизатор напряжения	435167
Триггер Шмитта	431265
Устройство защиты электродвигателя	418416
Фотореле	433424
Частотомер	411143

СОДЕРЖАНИЕ

1. Термины и определения. Классификация схем	3
2. Основные правила выполнения схем	5
3. Содержание графической работы	12
4. Нормативные документы	16
5. Автоматизированное выполнение схем	17
Приложения	21

Е.Г.Кузьмина
Редактор К.К.Александров

Методические указания
по курсу
"Инженерная графика"

ВЫПОЛНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ

(Кафедра инженерной графики)

Редактор издательства Н.Л.Черныш

Темплан издания МЭИ 1989 г., поз. 105 (метод.)

Подписано к печати 13.03.89

Формат бумаги 60 x 84/16

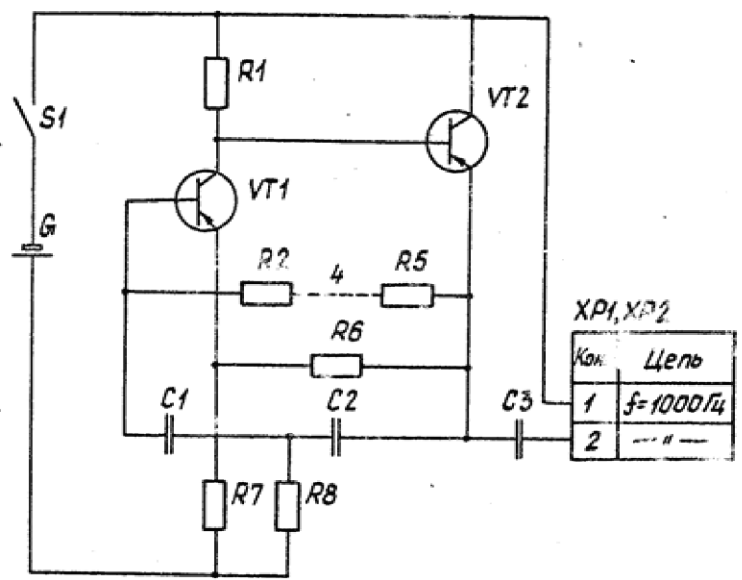
Печ.л. 2 +I вкл.

Уч.-изд.л. 1,2

Тираж 3000 Изд. № 327 Заказ 1113 Бесплатно

Типография издательства МЭИ, ротап rint,
Красноказарменная, 13

МИФТ. 433418. 042 33



Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Конденсаторы</i>			
C1, C2		2	
C3		1	
<i>Резисторы</i>			
R1		1	
R2...R5		4	
R6		1	
R7		1	
R8		1	
VT1, VT2	Транзистор	2	
XP1, XP2	Штырь	2	

				МИФТ. 433418. 042 33					
Изм.	Лист	№ док. ум.	Подп.	Дата	Генератор низкой частоты		Лист	Масса	Масш.
Разраб.	Иванов						у		-
Проб.	Петров						Лист	Листов	1
Т. контр.									
К. контр.									
Итбед.	Петров						МЭИ ПТ-4-88		

Рис. 11. Пример оформления схемы электрической принципиальной

