

Электрические схемы

Для изучения принципа действия машин, агрегатов, работа которых определяется совокупностью действия механических и электрических устройств составляют схемы электротехнического устройства.

При проектировании электротехнического объекта (прибора, аппарата и т.п.) оставляют чертежи, схемы и описание к ним. Такая документация, выпускаемая в процессе проектирования, носит название проектно-конструкторской или конструкторской документации.

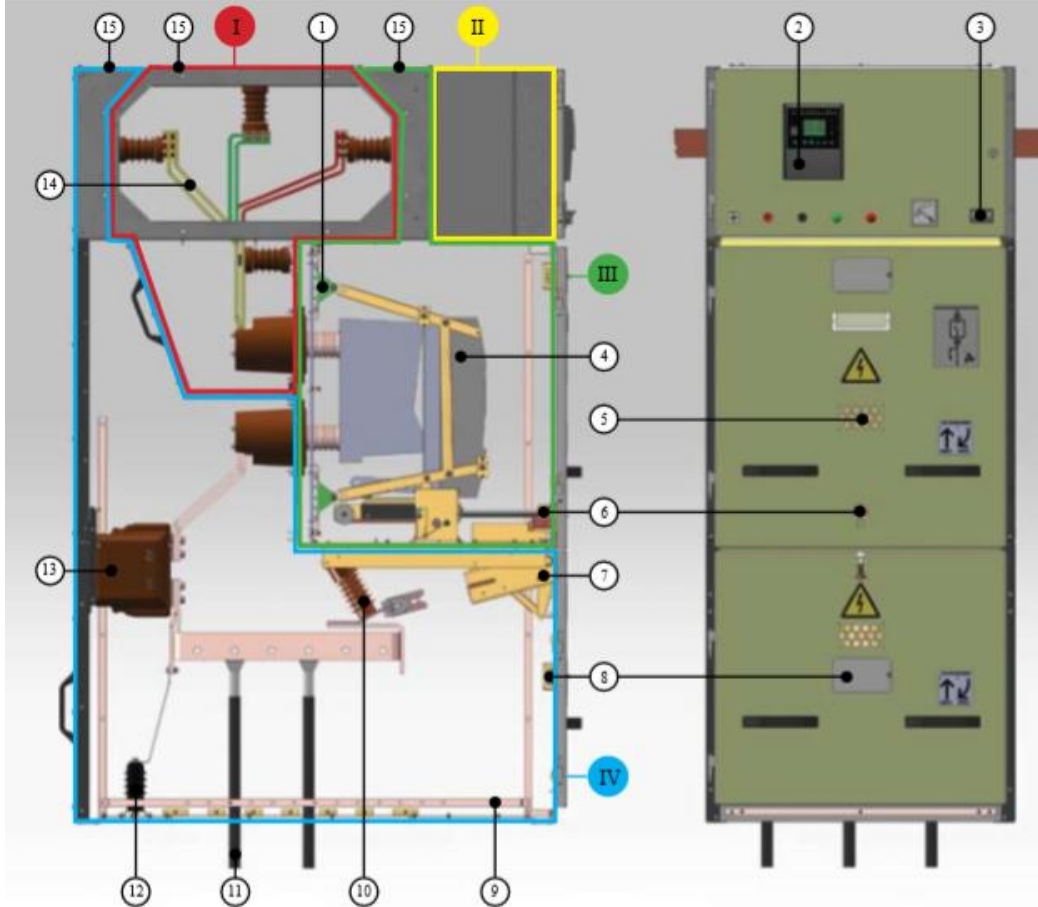
Конструкторская документация определяет устройство и состав изделия, содержит необходимые данные для его изготовления и контроля.

Документация состоит из **текстовой (пояснительная записка)** и графической частей.

К **графической** конструкторской документации относятся чертежи и схемы.

Чертеж — документ, содержащий изображение электротехнического изделия и другие данные, поясняющие функциональное назначение изделия и связи между составными частями.

Схема — графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.



Чертеж ячейки РУ 10 кВ

- 1 – шторки блокир. доступа к сил. контакт.
- 2 – блок релейной защиты
- 3 – индикатор наличия напряжения
- 4 – силовой выключатель
- 5 – смотровое окно
- 6 – механизм управления выкат. элем.
- 7 - заземлитель

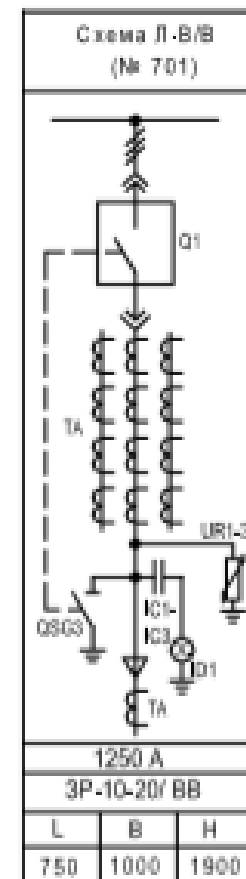


Схема ячейки РУ 10 кВ

- 8 – лампа
- 9 – шина заземления
- 10 – изолятор с емкостным делит. напр.
- 11 – кабельное присоединение
- 12 –ограничитель перенапряжений
- 13 – трансформатор тока
- 14 – сборная шина

Назначение схем:

- на этапе проектирования - для определения структуры будущего изделия;
- на этапе производства - для ознакомления с конструкцией изделия, разработки технологических процессов изготовления, монтажа и контроля изделия;
- на этапе эксплуатации - для определения неисправностей, ремонта и технического обслуживания изделия.

В настоящее время существует более **23 тысяч** действующих **государственных стандартов (ГОСТ)**, которые подразделяются на 26 систем, определяющих правила оформления технической документации.

Основная среди них — **Единая система конструкторской документации (ЕСКД)**, составной частью которой являются стандарты на **условные графические обозначения (УГО)** в схемах, на правила выполнения электрических принципиальных схем (ГОСТ 2.701-84 ... ГОСТ 2.797-81).

Классификация схем (ГОСТ 2.701-84)

Признак классификации	Схемы	Обозначение
Виды схем в зависимости от видов элементов и связей	Электрические	Э
	Гидравлические	Г
	Деления	Е
	Кинематические	К
	Оптические	Л
	Пневматические	П
	Комбинированные	С
	Энергетические	Р
	Газовые	Х
	Вакуумные	В

Классификация схем (ГОСТ 2.701-84)

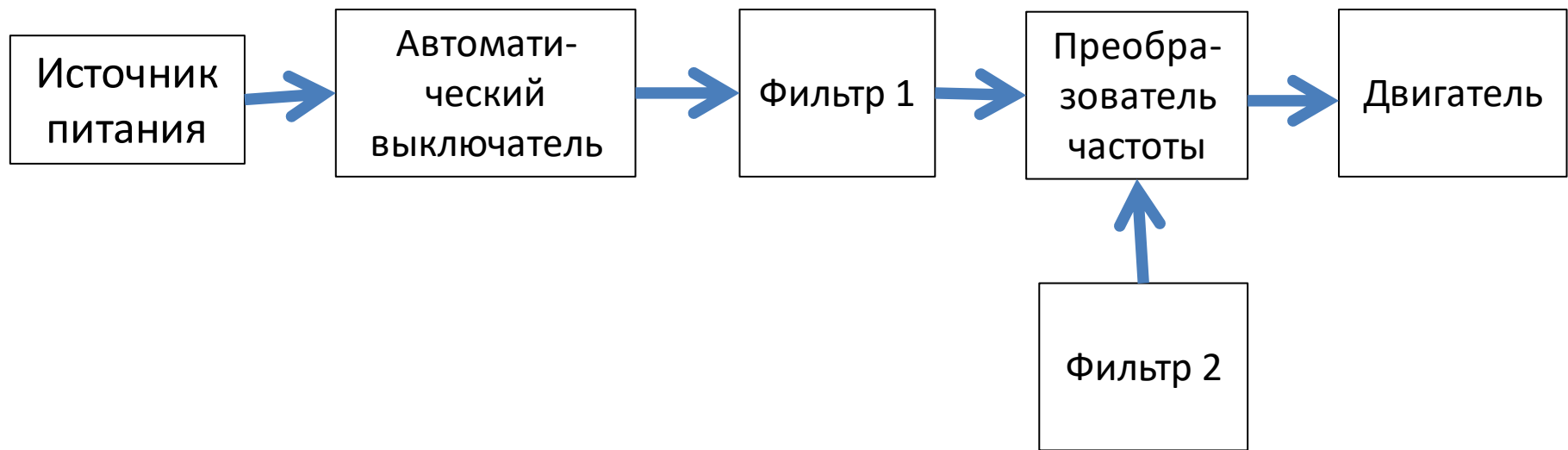
Признак классификации	Схемы	Обозначение
Типы схем в зависимости от основного назначения	Структурные	1
	Функциональные	2
	Принципиальные	3
	Соединений (монтажные)	4
	Подключения	5
	Общие	6
	Расположения	7
	Прочие	8
	Объединенные	0

Примеры:

- схема электрическая принципиальная - ЭЗ;
- схема гидравлическая соединений - Г4;
- схема деления структурная - Е1;
- схема электрическая соединений и подключения - Э0;
- схема гидравлическая структурная, принципиальная и соединений - Г0.

1 Структурная схема (СС)

СС определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. Функциональные части изображают на схеме в виде прямоугольников или иных плоских фигур с вписанными в них обозначениями типов элементов. Ход рабочего процесса поясняют линиями взаимосвязи со стрелками в соответствии с ГОСТ 2.721-74.

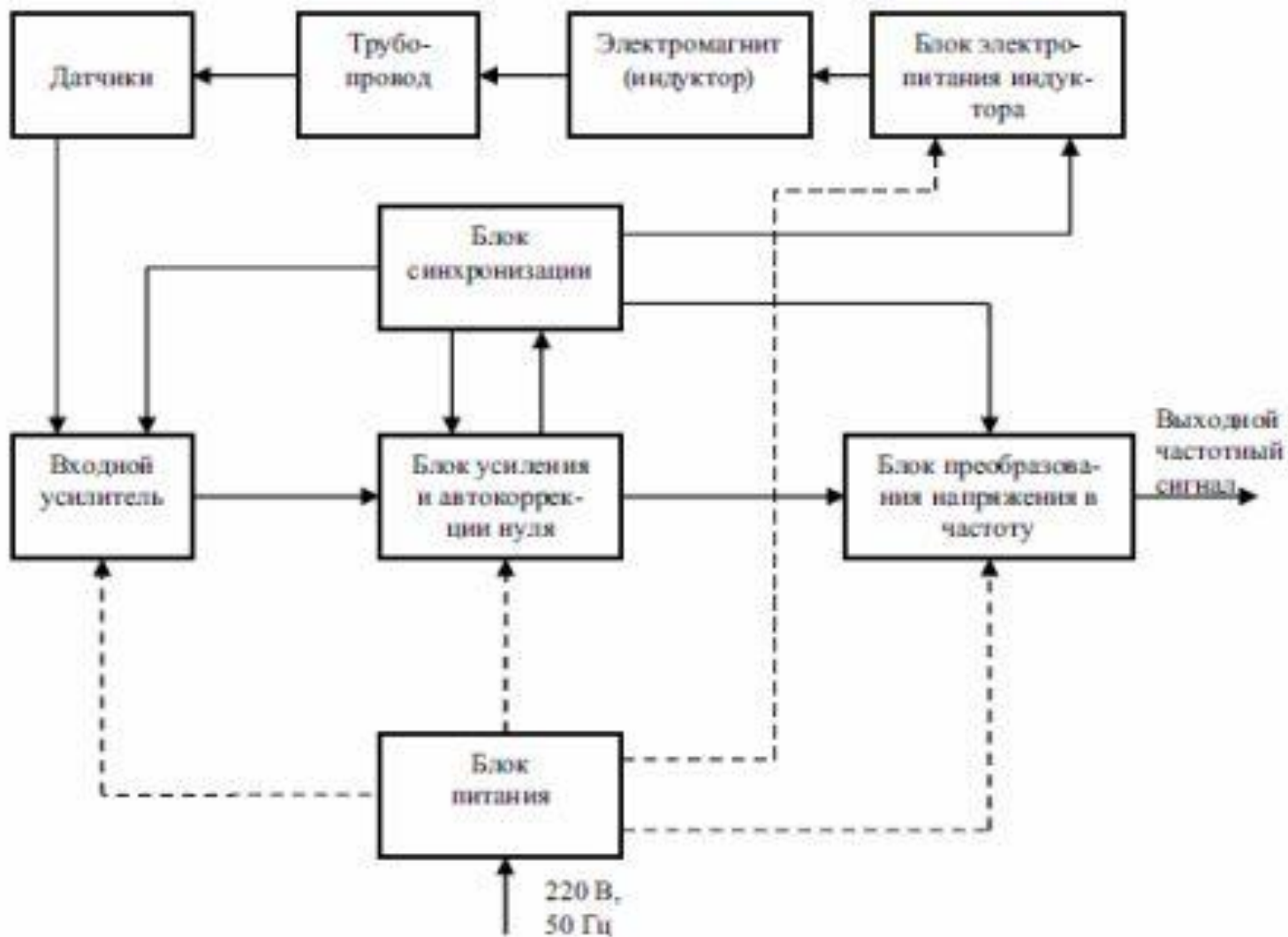


Пример структурной схемы

2 Функциональная схема (ФС)

ФС поясняет определенные процессы, протекающие в отдельных цепях изделия или изделии в целом.

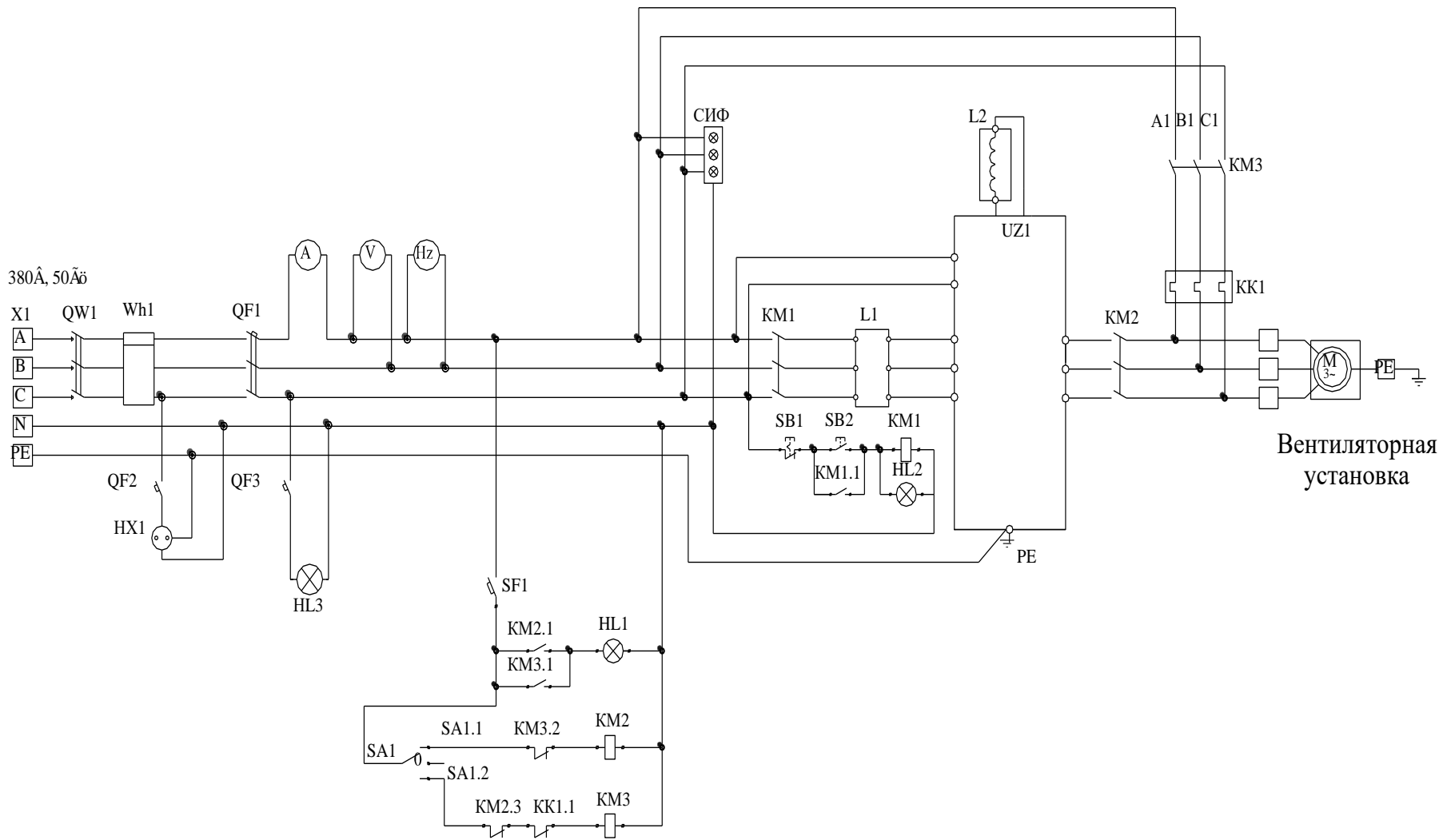
Используется для изучения принципа работы изделия, а также при наладке, регулировке, контроле и ремонте изделия.



Пример функциональной схемы

3 Принципиальная схема (ПС)

ПС (полная) определяет полный состав элементов и связей между ними и дает представление о принципах работы изделия. Служит для разработки других конструкторских документов, например, чертежей печатных плат, монтажных схем, а также изучения принципов работы изделия при его наладке и эксплуатации.



Пример принципиальной электрической схемы

4 Схема соединений (монтажная) (МС)

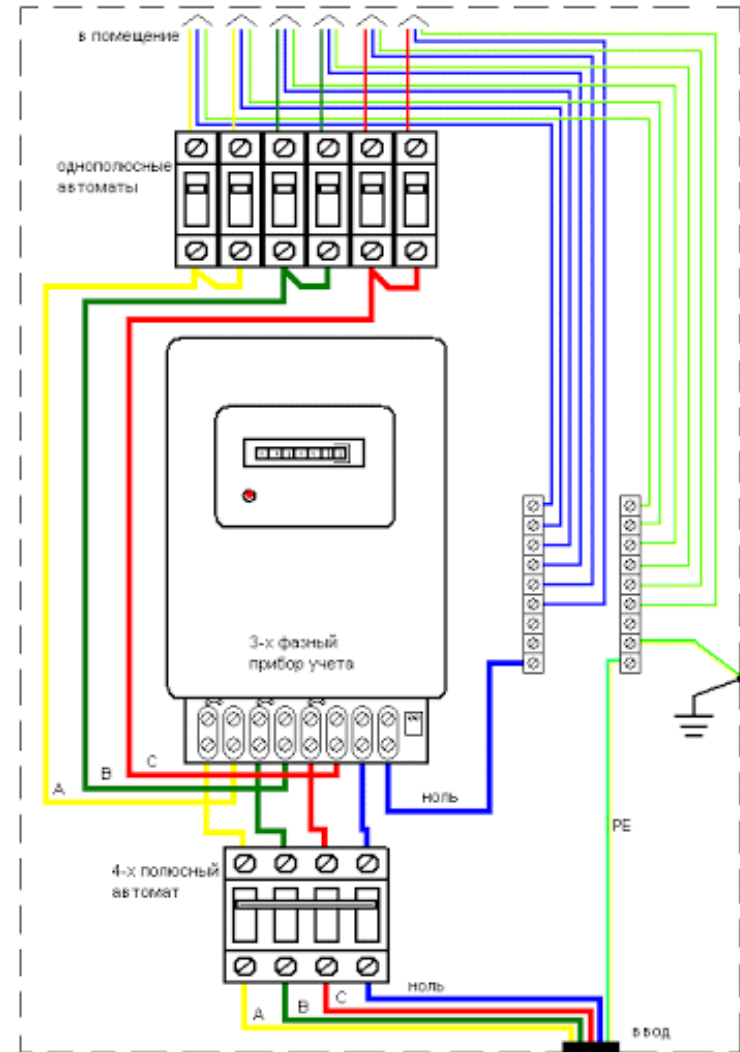
МС показывает порядок соединения составных частей изделия, состав элементов соединений (проводов, жгутов, трубопроводов), места присоединений, ввода и вывода.

МС показывают реальное расположение компонентов как внутри, так и снаружи объекта, изображённого на схеме.

Основное назначение **МС** – руководство для проведения электромонтажных работ.

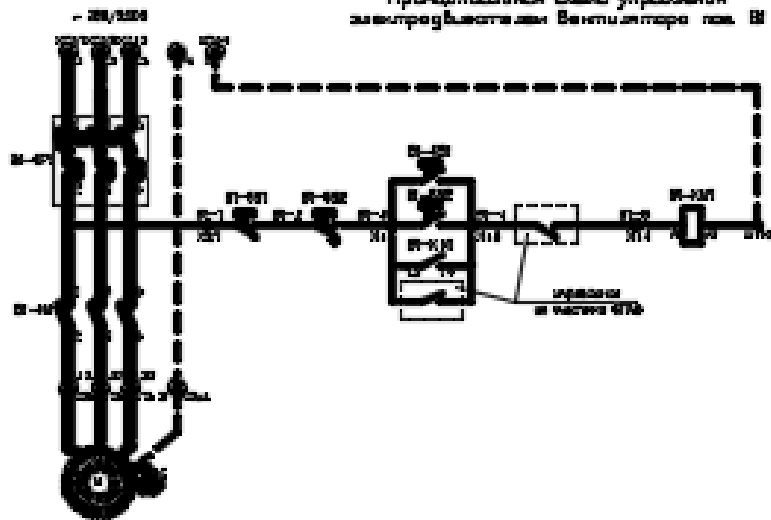
5 Схема подключений

Эта схема показывает внешние подключения изделия. Ею пользуются при разработке других конструкторских документов, а также для осуществления подключений изделий и при их эксплуатации.



Пример схемы подключения электрического счетчика

Приципиальное устройство управления электродвигателем Вентилятора гал. В



I вариант ВМ

В-10

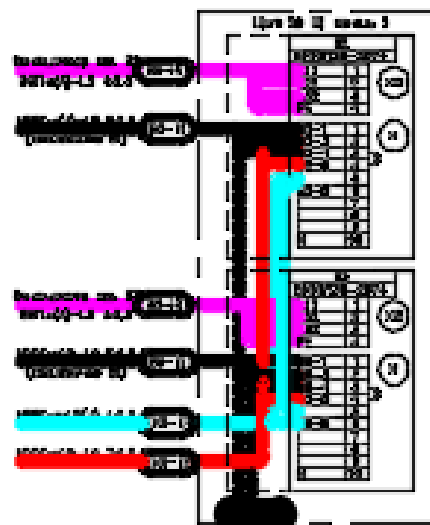
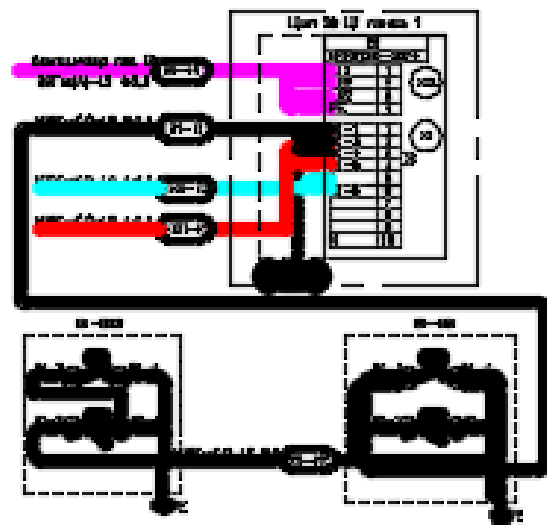


Выбор элементов

В-10



Схема подключения



Пол.	Наименование	Кол.	Примечание
Итого: 10 шт. (всего)			
В-10	Контактор ВМ	1	
Т-10	Термореле	1	
Ф-10	Плавкий предохранитель	1	
Итого: 3 шт. (всего)			
Итого: 13 шт. (всего)			

1. Для электродвигателя Вентилятор гал. В: В - схема подключения в трехфазной сети при В - подключение цепи и контактов на В: В - подключение.
2. В - подключение.
3. В - подключение на электродвигатель гал. В в В: В - подключение.
4. В - подключение электродвигателя гал. В.

ОАО "ТОПОЛИ-Мед"

ОАО "ТОПОЛИ-Мед"

6 Общая схема

Это схема определяет составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации. Ею пользуются при ознакомлении с комплексами, а также при их контроле и эксплуатации.

Перв. примен.

Слов. No

Подп. и дата

Взнос. ив. No

Ив. No док.

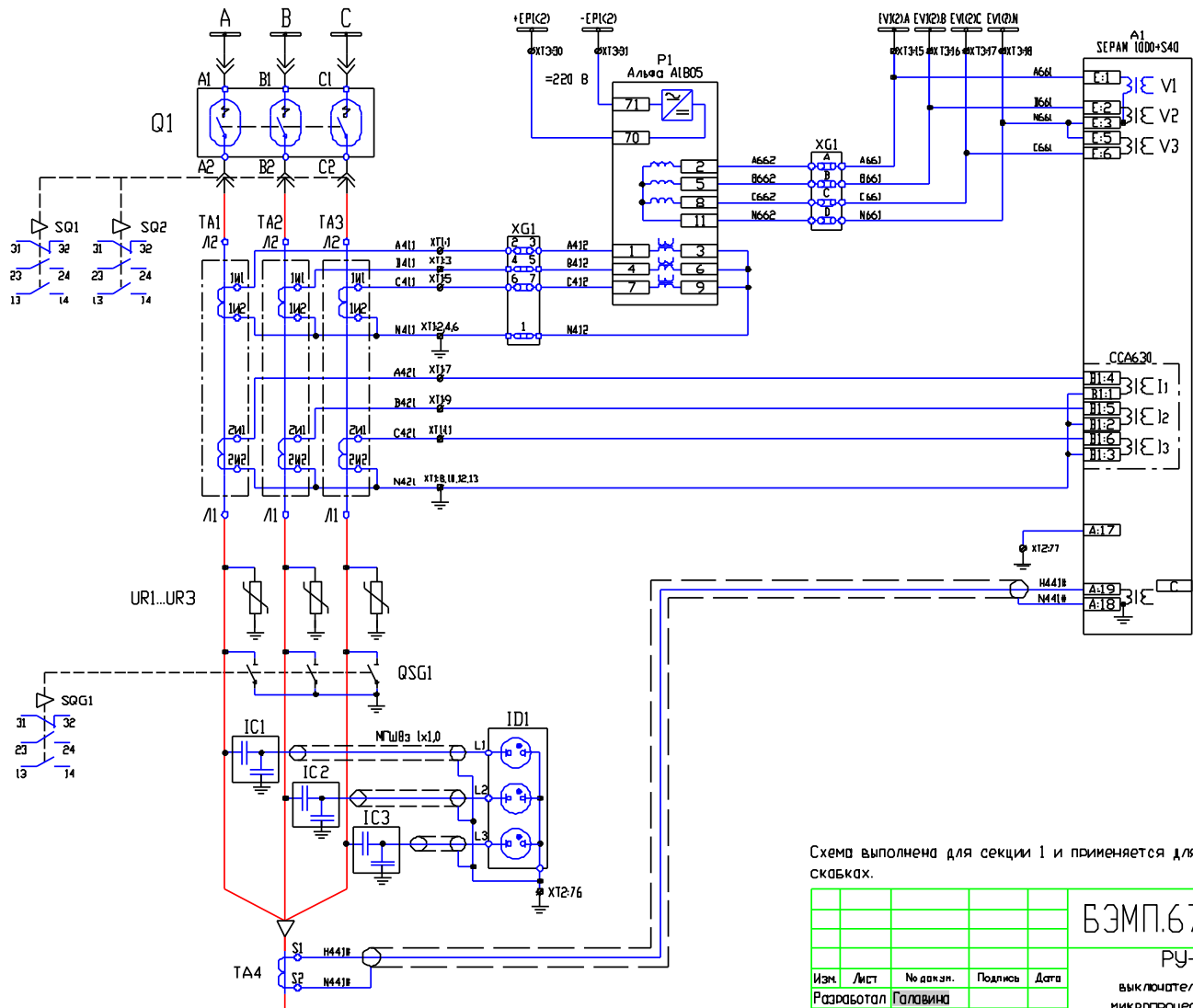
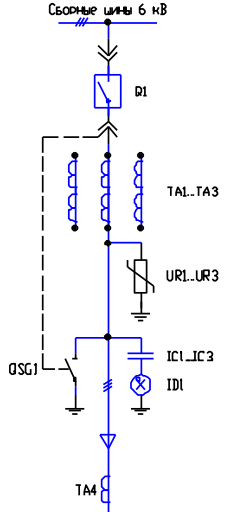


Схема первичных цепей



Контроль напряжения на C1 1 секции

Токовые цепи терминала защиты

Защитное заземление терминала

Контроль 3I0

Схема выполнена для секции 1 и применяется для секции 2 с изменениями, указанными в скобках.

				БЭМП.674722.701-4757-01.33			
				РУ-6 кВ			
				выключатель Evis 7P1 и микропроцессорная защита Серия 1000+S40			
Изм.	Лист	№ докзн.	Подпись	Дата	Лит.	Масса	Насытив
Разработал	Головина						
Проверил	Шелева-Давыдова						
				Схема электрическая принципиальная			
				КРУ "Клен" (схема № 701)			
				Ячейки № 2(12) Ввад-1(2)			
Контроль	Козаков				Лист	2	Листов
Н.контр.ль	Ильин				БЭМП		
Утвердил	Мустаков				ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ		
				Санкт-Петербург			

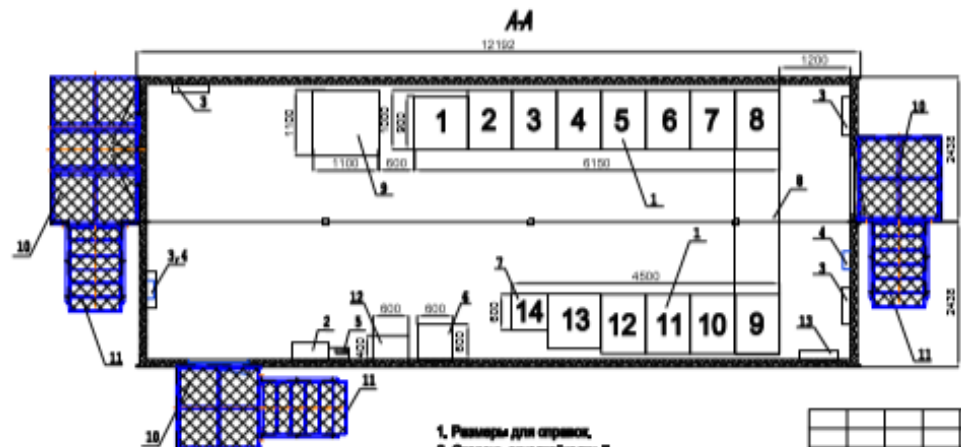
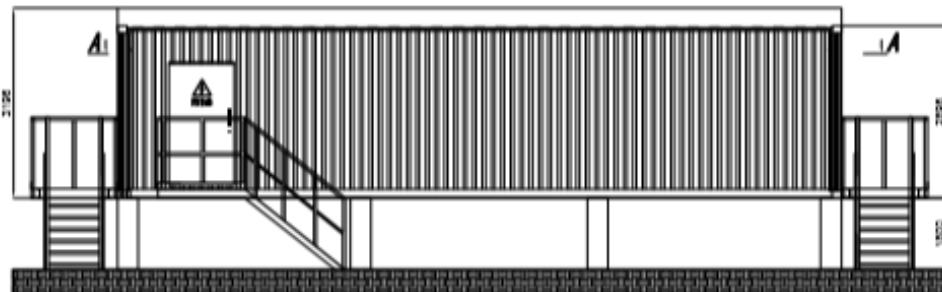
Копировал

Формат А3

Пример общей схемы

7 Схема расположения

Эта схема определяет относительное расположение составных частей изделия, а при необходимости также проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов и т.п. Её используют при разработке других конструкторских документов, а также при изготовлении и эксплуатации изделий.



1. Размеры для справок.
2. Степень огнестойкости II

Пол. обозн.	Наименование	Пол.	Примечание
1	РУ-6 кВ ВРУ "Син"	10	БЭМП
2	КВт. оборудование (кВт)	1	БЭМП
3	Автоматический выключатель 40А 10 кВ	4	ГОС
4	Шкафы измерительные ВЭМ/ВЭ/ВЭМ	2	По требованию заказчика
5	ГРЩ/Щ "Транс-Ф"	1	По требованию заказчика
6	Шкафы электр.	1	БЭМП
7	ЩВУТ	1	БЭМП
8	Шкафы электр. 10кВ	1	БЭМП
9	УИТ ПИРА-02, 9 кВ, 600 кВт	1	По требованию заказчика
10	Панель для электр. оборудования	3	БЭМП
11	Дверь	2	БЭМП
12	Место под установку оборудования	1	
13	ЩВ "СИН-АВТ"	1	ГОС

Дополнительная комплектация

Панель электр.	1
Шкафы измерительные фронт-панель фронт-оборудование	1
Степень огнестойкости электр. шкафов фронт-панель электр. шкафов	2
Степень огнестойкости электр. шкафов фронт-оборудование электр. шкафов	2
Прокладки	1
Шкафы под установку оборудования	2

Дополнительные требования

Уровень шума	Уровень шума
Степень защиты	Степень защиты
Степень защиты	Степень защиты

Лист 1 из 1 листа. Проверено и дано. Электрон. 1/3

Имя	Фамилия	Пол	Имя	Фамилия	Дата
Разработчик	Крылов				20.08.21
Проверил	Каворин				25.08.21
Согласовал	Криченко				25.08.21

БЭМП 537/2923 09.11
ООО "Электрические системы"

Эксп. №	Лист	Листов

ЗРУ-6 кВ

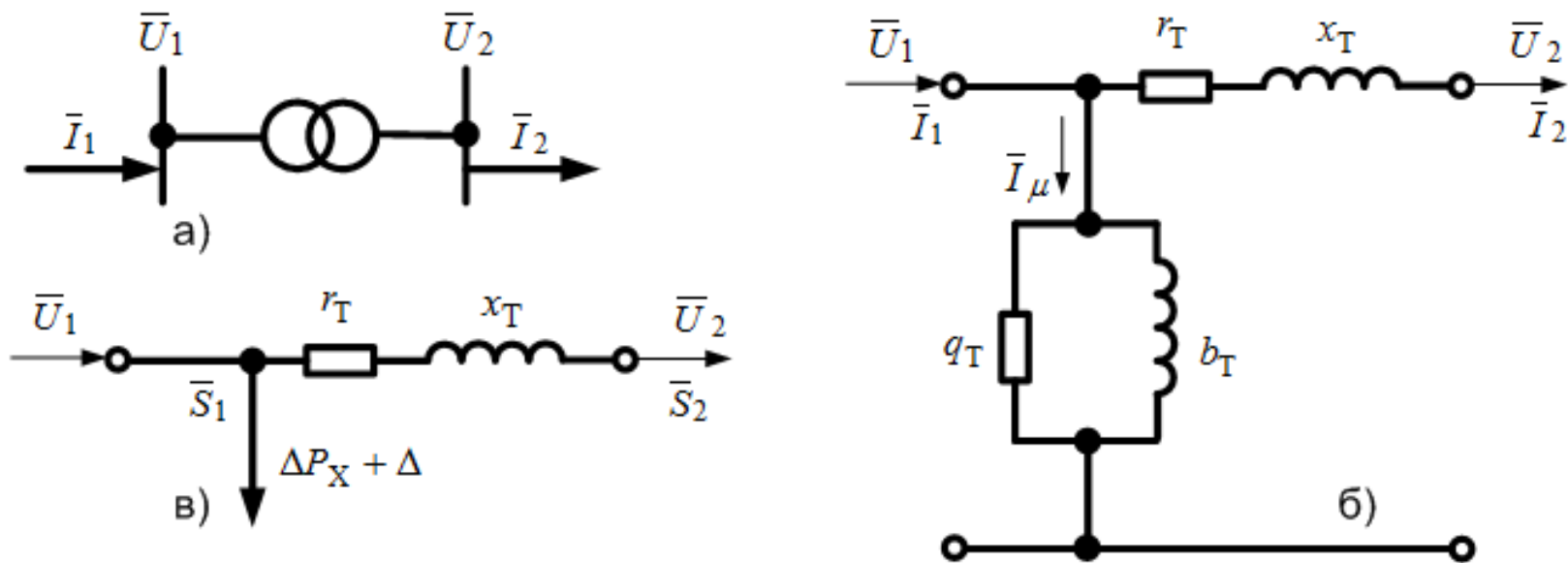
План расположения оборудования

ПО "БЭМП"
г. С-Петербург
2013 г.

Примеры схемы расположения

Кроме основных электрических схем существуют **схемы замещения**, по которым наиболее удобно составлять **математические уравнения, описания электрических и энергетических процессов.**

Схемы замещения являются эквивалентными моделями электрической цепи. Схемы максимально упрощены и по ним удобнее провести анализ отображаемых ими сложных электрических цепей.



Схемы замещения трансформатора

- а) условное обозначение на принципиальной электрической схеме
- б) Г-образная схема замещения
- в) упрощенная схема замещения

Требования, применяемые при построении схем:

1. надежность;
2. простота и экономичность;
3. четкость действий при аварийных режимах;
4. удобство оперативной работы;
5. удобство при эксплуатации;
6. четкость оформления.

1 Надежность

Надежность схемы - это ее способность безотказно выполнять свои функции в течение определенного интервала времени в заданных режимах работы.

Требования к уровню надежности схем определяются оценкой последствий отказов их действия для конкретных электрических приемников.

Мероприятия обеспечивающие надежность:

1. в схемах применяют наиболее надежные элементы, приборы и аппараты;
2. выбирают оптимальные режимы их работы;
3. резервируют малонадежных или наиболее ответственные элементы или цепи схемы;
4. осуществляют автоматический контроль за неисправностью схемы;
5. предусматривают запретные блокировки, исключающие возможность проведения ложных операций;
6. сокращают времена нахождения элементов схемы в аварийном режиме под напряжением.

2 Простота и экономичность

1. применение стандартной, наиболее дешевой аппаратуры и типовых (нормализованных) узлов;
2. сокращение до минимума числа элементов в схеме и ограничение их номенклатуры;
3. применением электрических аппаратов, обеспечивающих высокие энергетические показатели в установившихся и переходных режимах работы, и т. п.

3 Четкость действия схемы при аварийных режимах

Схема должна быть построена так, чтобы при возникновении аварийных режимов, обеспечивалась безопасность обслуживающего персонала и предотвращалось дальнейшее развитие аварии, приводящее к повреждению электрического оборудования и браку продукции.

4 Удобство оперативной работы

Схема должна обеспечивать оптимальные условия для работы оперативного персонала. Это требование предусматривает упрощение операций, производимых обслуживающим персоналом при управлении; сокращение числа органов управления; возможность быстрого выбора необходимого режима работы; и т. д.

5 Удобство эксплуатации

Принципиальная электрическая схема спроектирована так, чтобы ее эксплуатация в производственных условиях была простой, минимум затрат и внимания эксплуатационного персонала, работ с соблюдением необходимых мер безопасности.

6 Четкость оформления

Оформление любой электрической схемы следует выполнять ясно, просто и компактно. Графическое оформление схемы должно способствовать наилучшему восприятию содержания схемы.

Принципиальные электрические схемы

выполняют в соответствии с требованиями государственных стандартов по правилам выполнения схем, условным графическим обозначениям (УГО), маркировке цепей и буквенно-цифровым обозначениям элементов схем.

Графическое обозначение элементов и
соединяющие их линии связи необходимо
располагать на схеме таким образом, чтобы
обеспечить **наилучшее представление** о
взаимодействии ее составных частей.

Линии связи должны состоять из
горизонтальных и вертикальных отрезков и
иметь **наименьшее число изломов** и
пересечений.

Линии связи показываються полностью. В случае, когда это затрудняет чтение схем, допускается обрывать линии связи. Место обрыва линии связи заканчивается стрелкой, около которой указывают, куда эта линия подключается и характеристики цепей. Рядом с обрывом указывается обозначение этой линии.

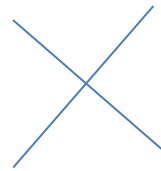
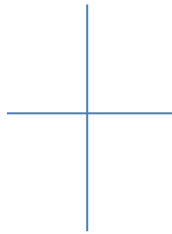
Линии связи выполняются толщиной от **0,2** до **1** мм, в зависимости от размеров схемы.

Рекомендуемая толщина линий связи **0,3-0,4** мм.

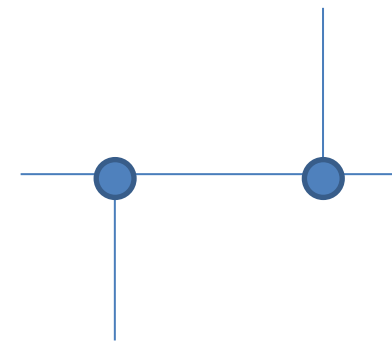
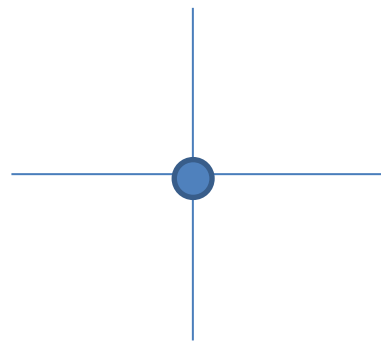
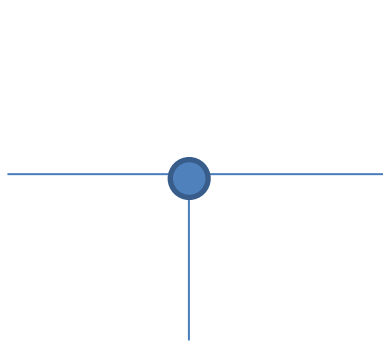
Допускается использование нескольких (не более трех) различных линий связи для выделения функциональных групп.

Графическое обозначение элементов схемы следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи.

Линии электрической связи, провода, кабели, шины



Графическое пересечение двух линий электрической связи, электрически не соединенных; линии должны пересекаться под углом 90° .



Линии электрической связи с одним и двумя ответвлениями

Расстояние (просвет) между двумя соседними линиями графического обозначения должно быть не менее **1,0** мм.

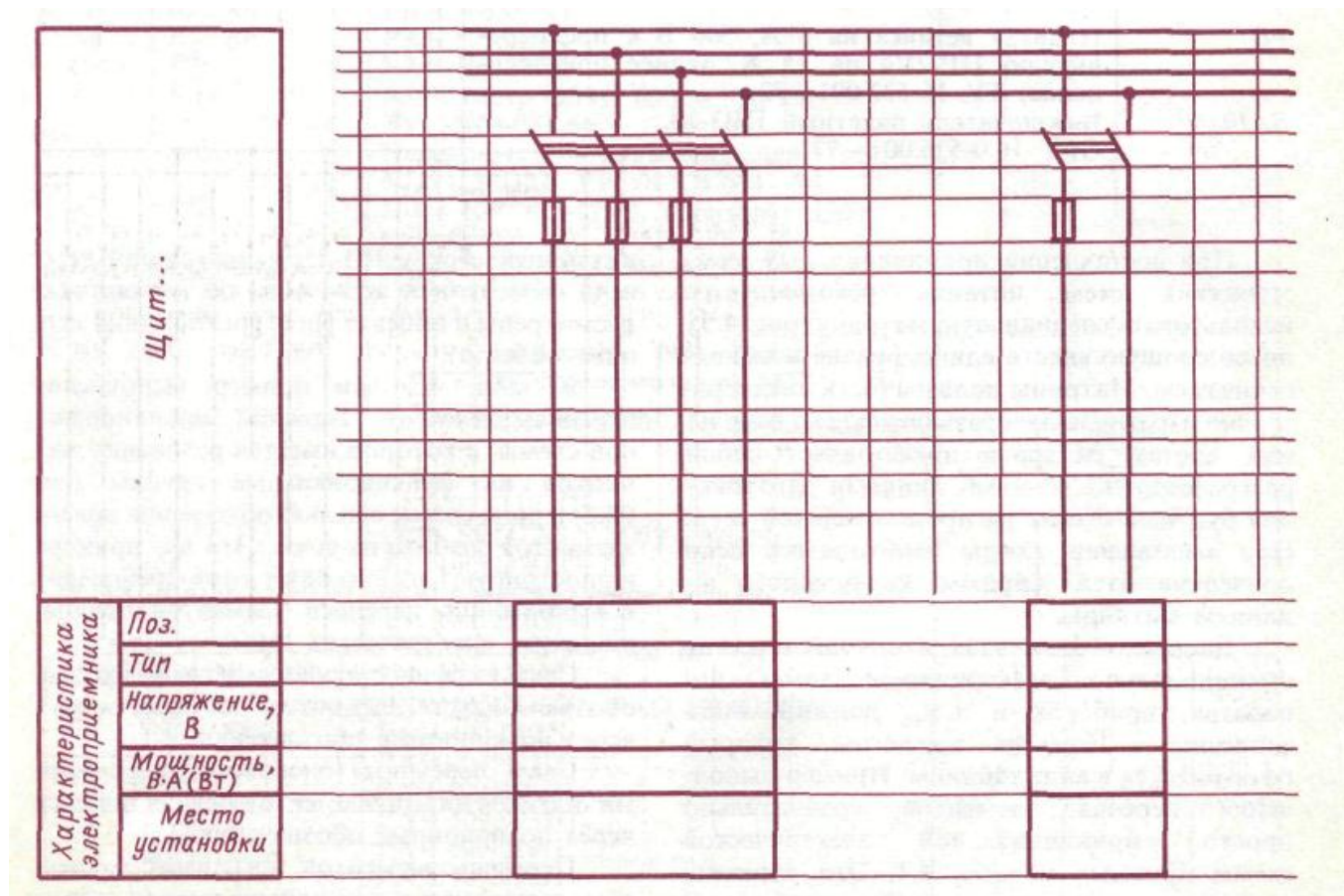
Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее **3,0** мм.

Расстояние между отдельными условными графическими обозначениями должно быть не менее **2,0** мм. (ГОСТ 2,701-84).

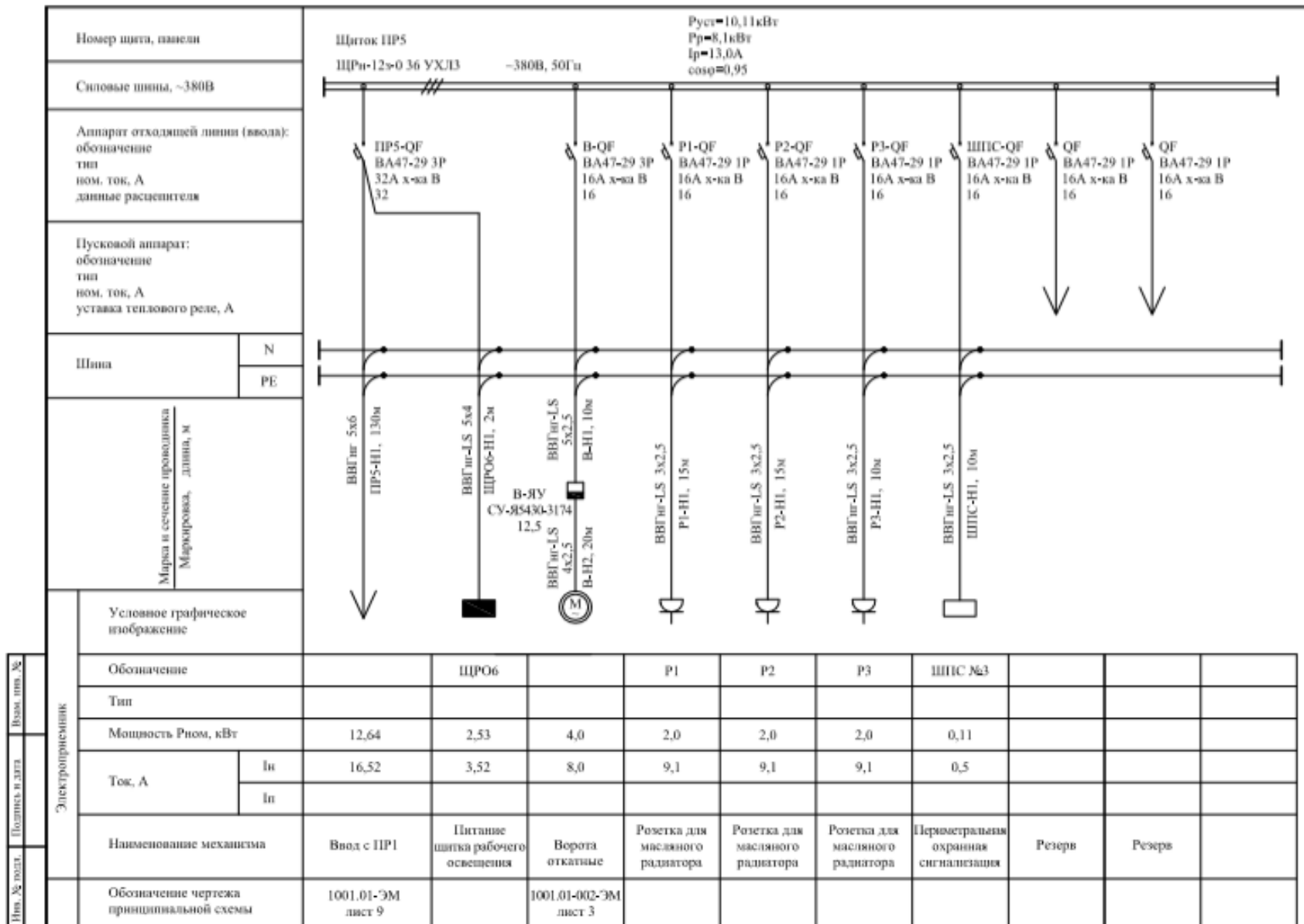
Для выделения наиболее важных цепей (например, цепей силового питания) можно использовать утолщенные и толстые линии.

Элементы, составляющие функциональную группу или устройство, не имеющее самостоятельной принципиальной схемы, на схемах выделяются штрих-пунктирными линиями.

При составлении принципиальных электрических схем питания рекомендуется использовать специальную матрицу.



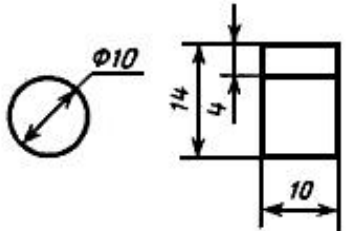
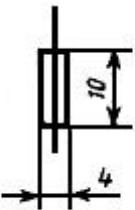
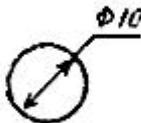
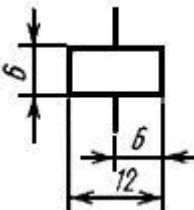
Матрица позволяет внести единообразие в выполнение схем и представляет собой разграфленную тонкими линиями заготовку для будущей схемы распределительной сети. При выполнении схемы необходимые цепи прочерчиваются по линиям матрицы.



УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СХЕМ




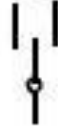
Условные графические обозначения элементов схем изображают в размерах, установленных в стандартах на условные графические обозначения (ГОСТ 2.747-68, ГОСТ 2.755-74, ГОСТ 2.756-76).

УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ (УГО)

1	Прибор измерительный	
2	Предохранитель плавкий	
3	Обмотка трансформатора	
4	Катушка электромеханического устройства	

УГО (ГОСТ 2.755-87)


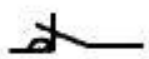

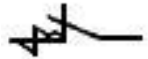
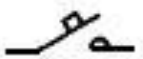


Для изображения основных функциональных признаков коммутационных устройств применяют УГО контактов, которые допускается выполнять в зеркальном изображении:

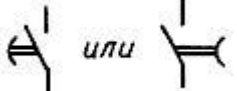


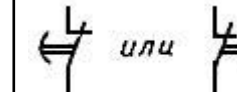




1	замыкающих	
2	размыкающих	
3	переключающих	
4	переключающих с нейтральным центральным положением	

Для пояснения принципа работы коммутационных устройств при необходимости на их контакт-деталях изображают квалифицирующие символы

1	Функция контактора	Ⓢ
2	Функция выключателя	ⓧ
3	Функция разъединителя	—
4	Функция выключателя-разъединителя	Ⓢ
5	Автоматическое срабатывание	□
6	Самовозврат	◁
7	Отсутствие самовозврата	○
8	Дугогашение	⚡

Примеры построения обозначений контактов коммутационных устройств

1	Контакт контактора замыкающий	
2	Контакт контактора размыкающий	
3	Контакт контактора замыкающий дугогасительный	
4	Контакт контактор размыкающий дугогасительный	
5	Контакт контактор замыкающий с автоматическим срабатыванием	
6	Контакт выключателя	
7	Контакт разъединителя	

1	Контакт замыкающий с замедлением, действующим:		
1.1	при срабатывании		
1.2	при возврате		
1.3	при срабатывании и возврате		
2	Контакт размыкающий с замедлением, действующим:		
2.1	при срабатывании		
2.2	при возврате		
2.3	при срабатывании и возврате		
3	Разъединитель трехполюсный		
4	Выключатель-разъединитель трехпол.		

1	Контакт замыкающий выключателя:		
	1.1	однополюсный	
	1.2	трехполюсный	
2	Соединение контактное разъёмное		
3	Соединение контактное разъёмное четырехпроводное		
4	Перемычки контактные		
2	Колодка зажимов		

Для обозначения участков цепей принципиальных электрических схем применяют арабские цифры и прописные буквы латинского алфавита. Допускается перед обозначениями проставлять обозначения, характеризующие функциональное назначение цепи. В этом случае последовательность чисел допускается устанавливать в пределах функциональной цепи.

Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов с правой стороны или над ними.