

Лекция 8

Схемы распределительных устройств станций и подстанций.

1. Общие требования к схемам РУ.
2. Схемы РУ радиального типа.
3. Схемы РУ кольцевого типа.
4. Схемы РУ упрощенные.

Основные требования, предъявляемые к схемам распределительных устройств электроустановок.

К схемам электрических соединений электроустановок предъявляется целый комплекс требований, из которых можно выделить семь основных:

1. Надежность,
2. Экономичность,
3. Удобство эксплуатации,
4. Технологическая гибкость,
5. Экологическая чистота,
6. Компактность,
7. Унифицированность.

Надежность.

По степени надежности главные схемы ЭС должны выбираться исходя из важности и значения электростанции в энергосистеме с точки зрения надежного электроснабжения потребителей электрической энергии.

Выбранная схема, в частности, должна обеспечивать:

- 1) допустимую (минимальную) потерю генераторной мощности ЭС в расчетных аварийных режимах (например, при устойчивом коротком замыкании на одной из систем шин ВН или СН);
- 2) сохранение транзита системных связей через шины РУ при авариях на электростанции;
- 3) ликвидацию аварий в РУ по возможности только операциями с выключателями;
- 4) питание РУ с.н. от энергосистемы после полной остановки электростанции.

В зависимости от конкретных условий (например, при сооружении электростанций в зонах повышенной сейсмичности, вечной мерзлоты и др.) к надежности главных схем могут предъявляться и другие требования.

При выполнении схем ГРУ ТЭЦ и ПС должны учитываться требования, связанные с категорией потребителей по степени ответственности их электроснабжения.

Экономичность.

Под экономичностью схемы подразумевается принятие решений с учетом необходимых капитальных вложений и ежегодных издержек на производство тепловой и электрической энергии при обеспечении требуемой степени надежности. Принятие того или иного уровня надежности схемы производится на основании сопоставления затрат на его обеспечение с экономическими потерями (ущербом), связанными с нарушением ее работоспособности.

Удобство эксплуатации

Под удобством эксплуатации схемы понимаются надежность работы и простота ее исполнения, снижение вероятности ошибок обслуживающего персонала в процессе эксплуатации, минимизация количества коммутаций в первичных и вторичных цепях, уменьшение количества аварий из-за ошибок персонала и отказов электрооборудования во время производства оперативных переключений.

Технологическая гибкость

Под технологической гибкостью схемы понимается ее способность адаптироваться к изменяющимся условиям работы при плановых ремонтах, аварийно-восстановительных работах, расширении, реконструкции и испытаниях.

Экологическая чистота схемы

Под экологической чистотой схемы понимается степень воздействия электроустановки на окружающую среду (шум, электрические и магнитные поля, выбросы, отходы и т.п.) и на человека.

Компактность схемы

Компактность схемы подразумевает минимизацию площадей, занимаемых РУ.

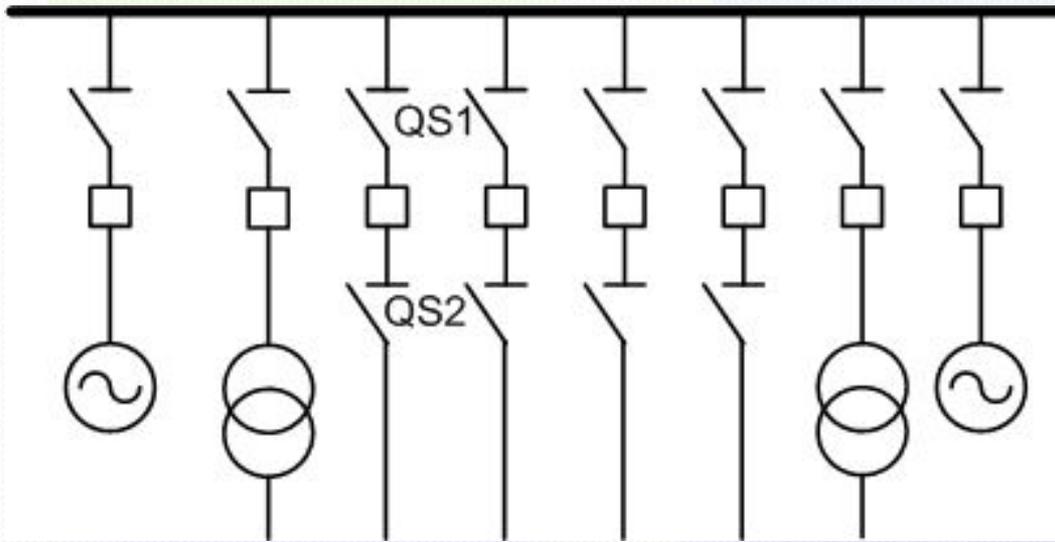
Унифицированность схемы

Унифицированность схемы есть не что иное, как использование типовых решений, позволяющих снизить материальные, трудовые и финансовые затраты на проектирование, монтаж, пусконаладочные работы и эксплуатацию электроустановки.

Система сборных шин радиального типа

Одна система сборных шин

Шины не секционированы



К сборным шинам присоединены два генератора, два двухобмоточных трансформатора, и четыре линии распределительной сети. В каждом присоединении предусмотрены выключатели и разъединители, необходимые для изоляции выключателей на время их ремонта от соседних частей РУ, находящихся под напряжением. В присоединениях линий необходимы два разъединителя – шинный QS1 и линейный QS2. В присоединениях генераторов ограничиваются установкой шинного разъединителя, так как на время ремонта выключателя генератор должен быть развозбужден и остановлен. В присоединениях двухобмоточных повышающих или понижающих трансформаторов также ограничиваются шинными разъединителями.

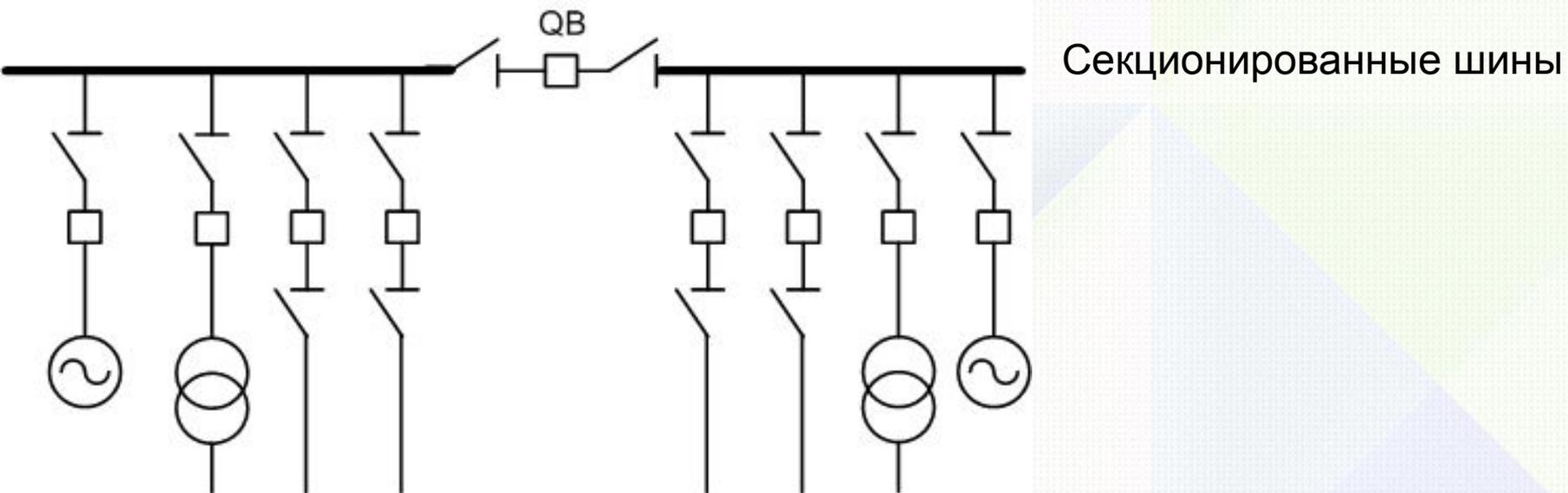
Достоинство РУ с одной системой сборных шин

Простота и относительно низкая стоимость

Недостатки РУ с одной системой сборных шин

1. Профилактический ремонт сборных шин и шинных разъединителей связан с отключением всего устройства
2. Повреждение в зоне сборных шин приводит к отключению РУ
3. Ремонт выключателей связан с отключением соответствующих присоединений.

Эти недостатки могут быть частично устранены, затраты при этом увеличиваются. Чтобы избежать полного отключения РУ при замыкании в зоне сборных шин и обеспечить возможность их ремонта по частям, прибегают к секционированию сборных шин, т.е. разделению их на части – секции – с установкой в точках деления секционных выключателей QB, нормально замкнутых или нормально разомкнутых.

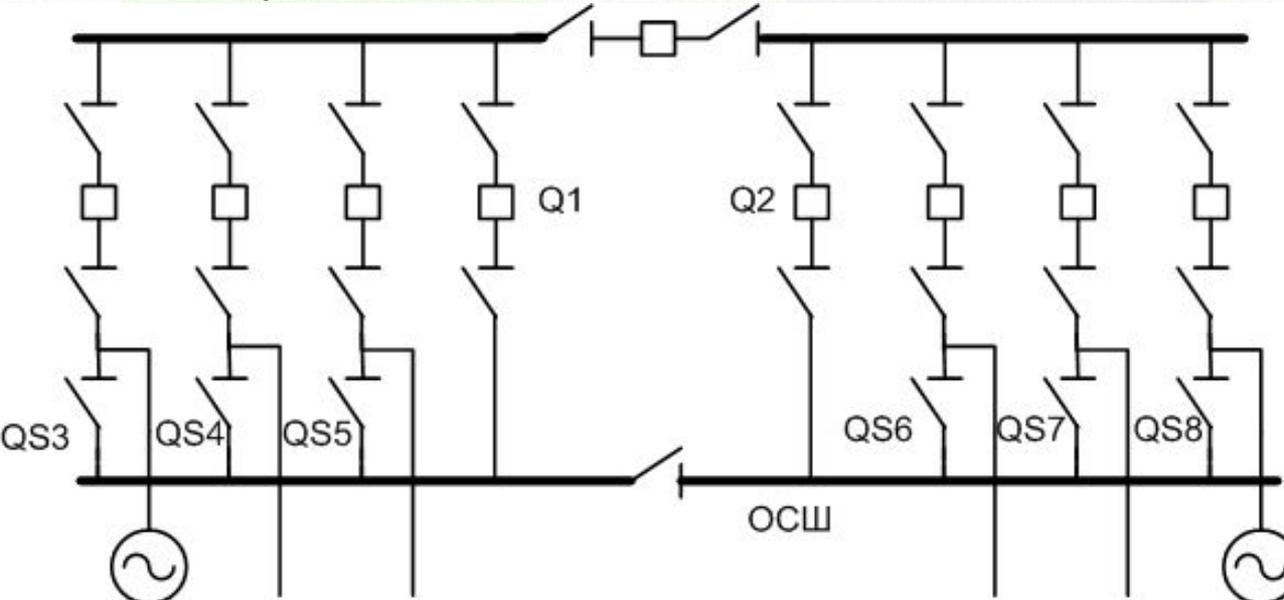


Секционирование должно быть выполнено так, чтобы каждая секция имела источники энергии (генераторы, трансформаторы) и соответствующую нагрузку. Присоединения распределяют между секциями с таким расчетом, чтобы вынужденное отключение одной секции по возможности не нарушало работы системы и электроснабжения потребителей. Число секций зависит от числа и мощности источников энергии, номинального напряжения, схемы сети и режима установки. На станциях секционные выключатели, как правило, замкнуты, поскольку генераторы должны работать параллельно. В случае КЗ в зоне сборных шин поврежденная секция отключается автоматически. Остальные секции остаются в работе.

Секционирование через нормально замкнутые выключатели способствует повышению надежности РУ и электроустановки в целом.

В РУ низшего напряжения 6 – 10 кВ подстанций секционные выключатели, как правило, разомкнуты в целях ограничения тока КЗ.

Чтобы обеспечить возможность поочередного ремонта выключателей, не нарушая работы соответствующих цепей, предусматривают (преимущественно в РУ 110 -220 кВ) обходные выключатели Q1, Q2 и обходную систему шин ОСШ с соответствующими разъединителями QS3 – QS8 в каждом присоединении.

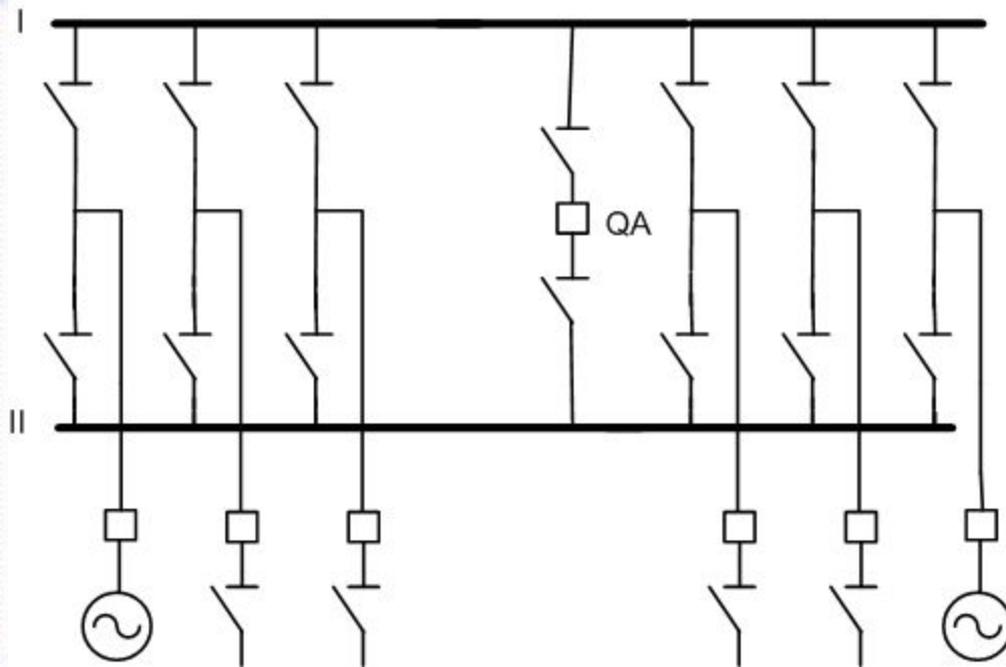


Секционированные сборные шины и обходное устройство

При нормальной работе установки обходные выключатели отключены. Здесь необходимы два обходных выключателя. Однако в целях экономии средств часто ограничиваются одним выключателем с двумя шинными разъединителями.

Устройства с одной секционированной системой сборных шин, без обходной системы, применяют в качестве РУ 6 – 35 кВ подстанций, РУ 6 – 10 кВ станций типа ТЭЦ, РУ собственных нужд станций и др. Аналогичные устройства, но с обходной системой шин, применяют при ограниченном числе присоединений в качестве устройств среднего напряжения 110 – 220 кВ станций и подстанций.

Две системы сборных шин



Шины не секционированы
В РУ с двумя системами сборных шин каждое присоединение содержит выключатель и два шинных разъединителя. Последние служат для изоляции выключателей от сборных шин при их ремонте, а также для переключения присоединений с одной системы шин на другую без перерыва в их работе. Линейные разъединители предусмотрены в присоединениях, где это необходимо

для безопасного ремонта выключателей. Предусмотрен шинно-разъединительный выключатель QA, функции которого пояснены ниже. В РУ 110 – 220 кВ, где рассматриваемая схема получила наибольшее применение, вторую систему сборных шин используют постоянно в качестве рабочей системы в целях повышения надежности электроустановки. При этом присоединения с источниками энергии и нагрузками распределяют между обеими системами.

Шинно-разъединительный выключатель QA нормально замкнут. Переключение присоединений с одной системы шин на другую производят с помощью шинных разъединителей.

Достоинства РУ с двумя системами сборных шин:

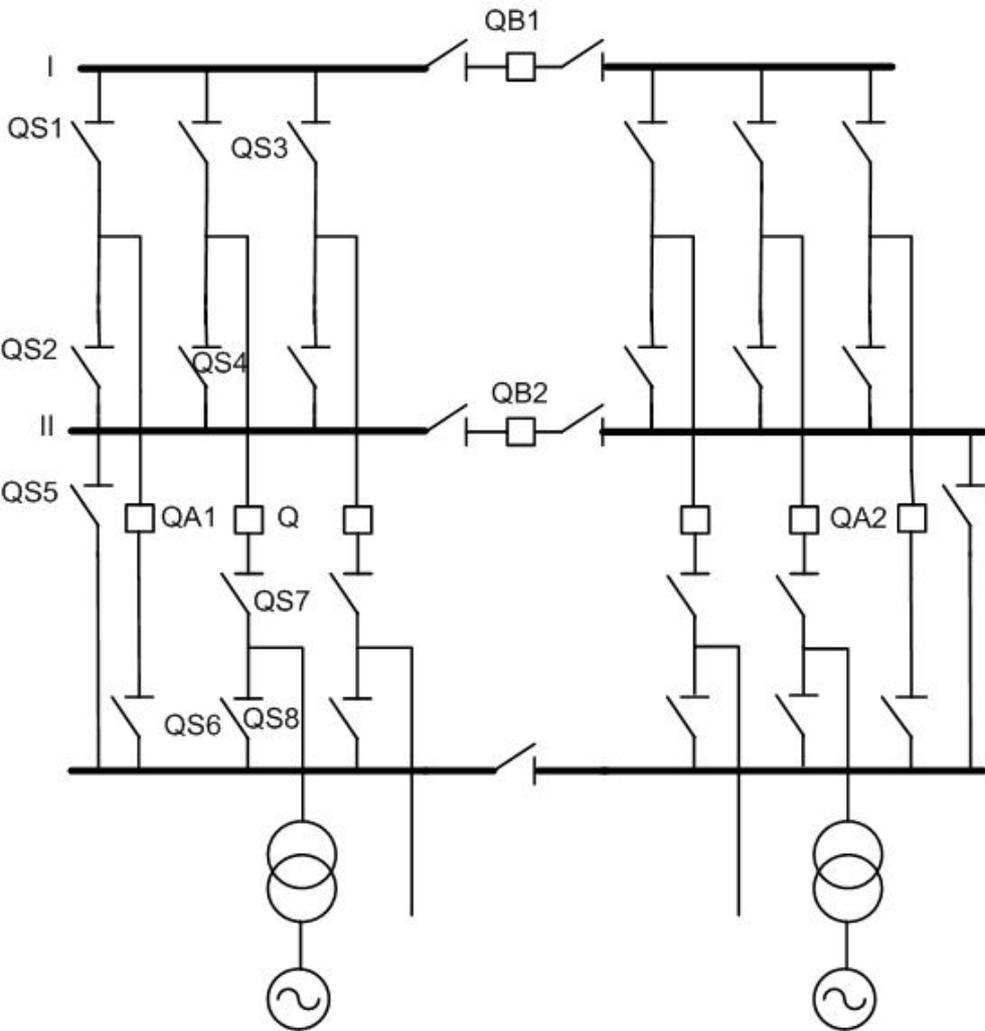
1. Возможность поочередного ремонта сборных шин без перерыва работы присоединений.
2. Возможность деления системы на две части в целях повышения надежности.
3. Возможность ограничения тока КЗ в сети.

Недостатки РУ с двумя системами сборных шин:

1. При ремонте одной из систем шин нормальная работа установки на двух системах нарушается, следовательно, на это время надежность ее снижается.
2. При замыкании в шиносоединительном выключателе отключаются обе системы шин.
3. В случае внешнего замыкания и отказа выключателя соответствующего присоединения отключается система шин.
4. Ремонт выключателей и линейных разъединителей связан с отключением на время ремонта соответствующих присоединений.
5. Сложность схемы.
6. Частые переключения с помощью разъединителей увеличивают вероятность повреждений в зоне сборных шин по сравнению с устройствами с одной системой при том же числе соединений.

Перечисленные недостатки могут быть устранены, однако это ведет к дальнейшему усложнению схемы.

Чтобы обеспечить возможность поочередного ремонта выключателей без перерыва работы соответствующих присоединений, предусматривают обходную систему шин и обходной выключатель.



При большом числе присоединений прибегают к секционированию сборных шин. В РУ 110 – 220 кВ станций секционируют обе системы шин с помощью нормально замкнутых выключателей и предусматривают два шиносоединительных и два обходных выключателя. Таким образом, РУ делятся на четыре части, связанные между собой через шиносоединительные и секционные выключатели. При двух секциях необходимы два выключателя с совмещенными функциями QA1 и QA2. При нормальной работе на двух системах сборных шин разъединитель QS2 отключен, а разъединитель QS5 и QS6 включены. Выключатель QA1 также включен.

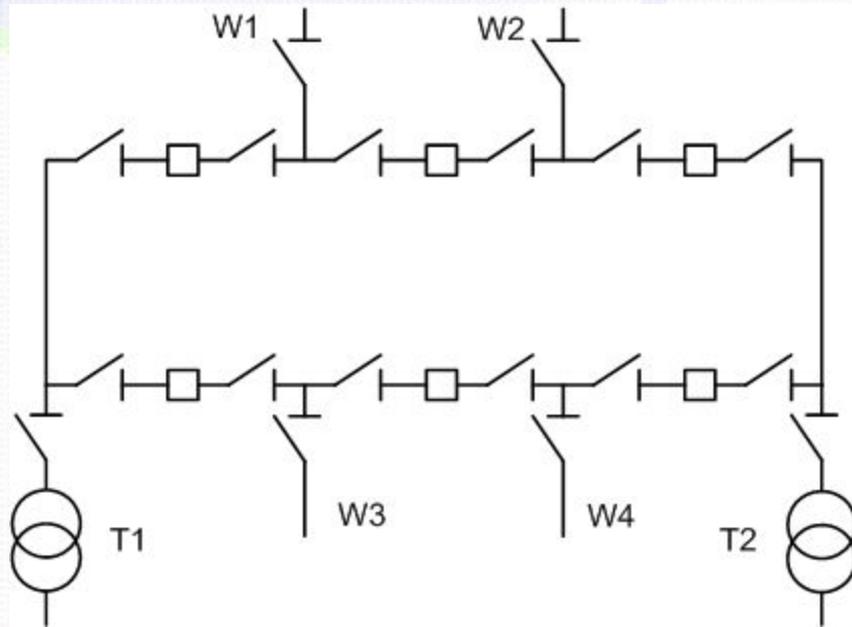
Схемы электрических соединений с двумя системами сборных шин и с третьей обходной системой используются главным образом в РУ 110 – 220 кВ при большом числе присоединений.

Система сборных шин кольцевого типа

Наряду со схемами радиального типа применение получили принципиально иные схемы кольцевого типа. Особенности их заключаются в следующем:

- Схема представляет собой кольцо или несколько связанных между собой колец с ответвлениями к источникам энергии и нагрузкам.
- Отключение каждой ветви (каждого присоединения) производится двумя и даже тремя выключателями.
- Отключение любого выключателя для ремонта не нарушает работы ветвей, хотя нормальное состояние схемы при этом нарушается.
- При повреждениях в пределах РУ или внешних КЗ и отказах выключателей отключение всего устройства или значительной его части практически исключено.
- Разъединители используются только по своему прямому назначению – для изоляции отключенных частей РУ.

Простая кольцевая схема

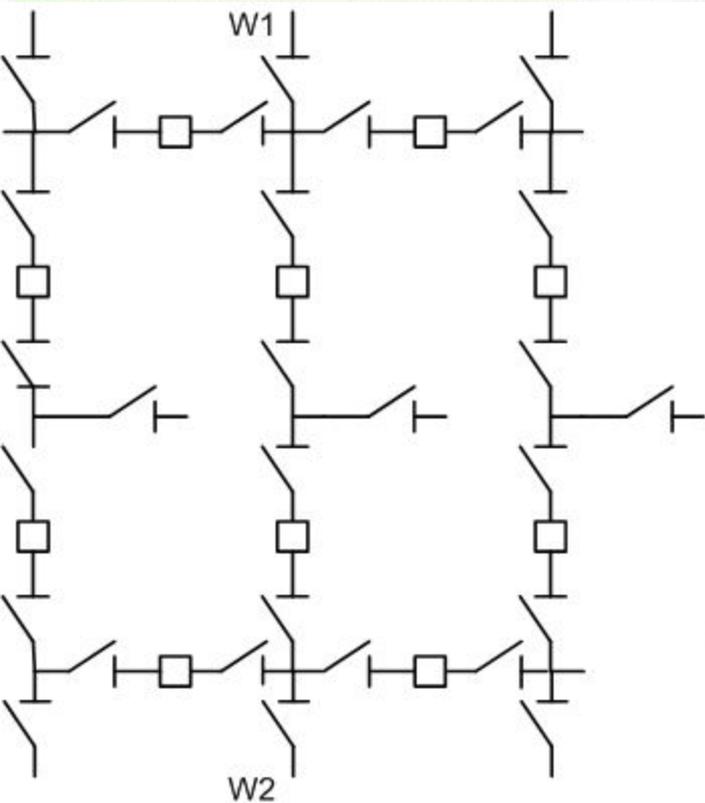


Сборные шины замкнуты в кольцо секционированы с помощью выключателей по числу присоединений. На ответвлениях от сборных шин предусмотрены только разъединители. Отношение числа выключателей к числу присоединений равно единице. Внешнее замыкание в любом присоединении отключается двумя выключателями. При этом кольцо размыкается, но все ветви, кроме поврежденной остаются в работе.

Замыкание в выключателе или отказ выключателя при внешнем замыкании связаны с отключением двух ветвей.

Схема простого кольца имеет ограниченное применение при числе присоединений, не превышающем 6.

Схема связанных колец



Схемы связанных колец могут быть применены при большом числе присоединений. Здесь представлены два связанных кольца с девятью присоединениями. Общее число присоединений равно 10.

В отличие от простого кольца в рассматриваемой схеме часть ветвей подлежит отключению тремя выключателями (ветви W1, W2). Связь колец способствует повышению надежности РУ.

Вероятность отключения неповрежденных ветвей при ремонте выключателей и внешних замыканиях уменьшена. Распределение рабочего тока в кольцах при нормальном режиме и в особенности при нарушении его для этой схемы более благоприятно.

Две системы сборных шин и число выключателей на каждую ветвь 2, 3/2, 4/3.

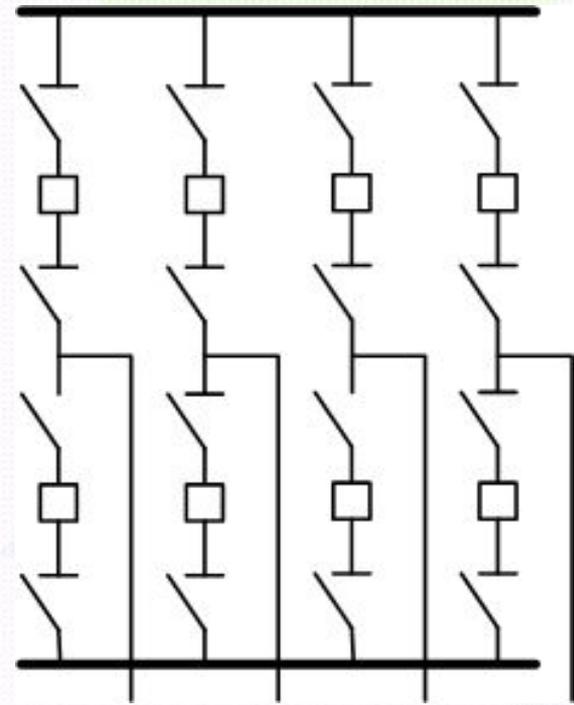


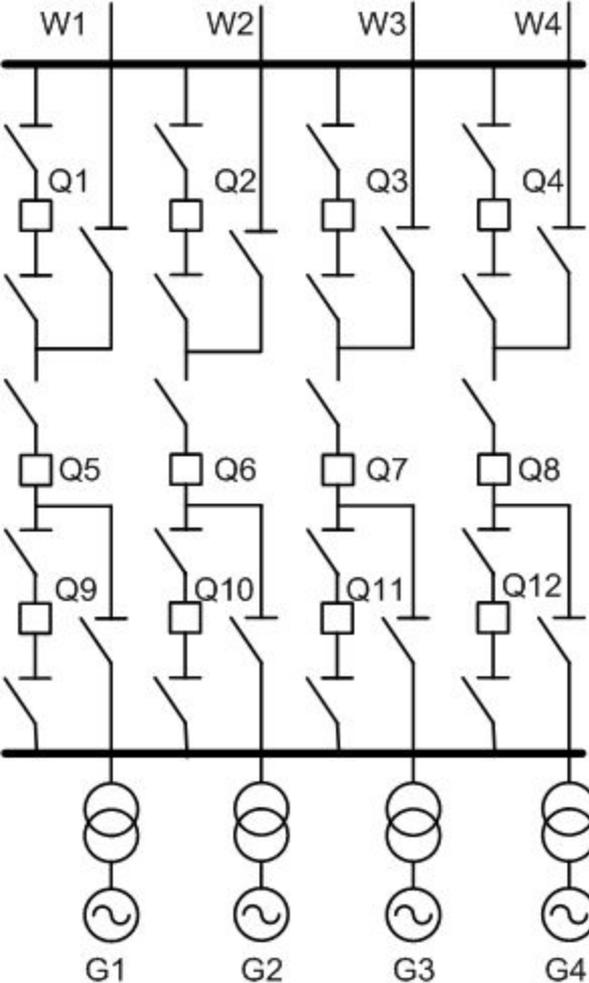
Схема с двумя системами сборных шин и двумя выключателями на каждое присоединение

В устройствах этого типа имеются явно выраженные сборные шины и элементы колец в виде ряда цепочек из двух, трех, четырех выключателей, связывающих сборные шины. К каждой такой цепочке присоединены одна, две или три ветви с источниками энергии и нагрузкой.

РУ с двумя выключателями на каждое присоединение имели одно время применение в США. Они выполнены также на некоторых мощных станциях в России.

Существенный недостаток этих устройств заключается в их высокой стоимости. В настоящее время устройства с двумя выключателями на каждое присоединение уступили место устройствам типа 3/2 и 4/3.

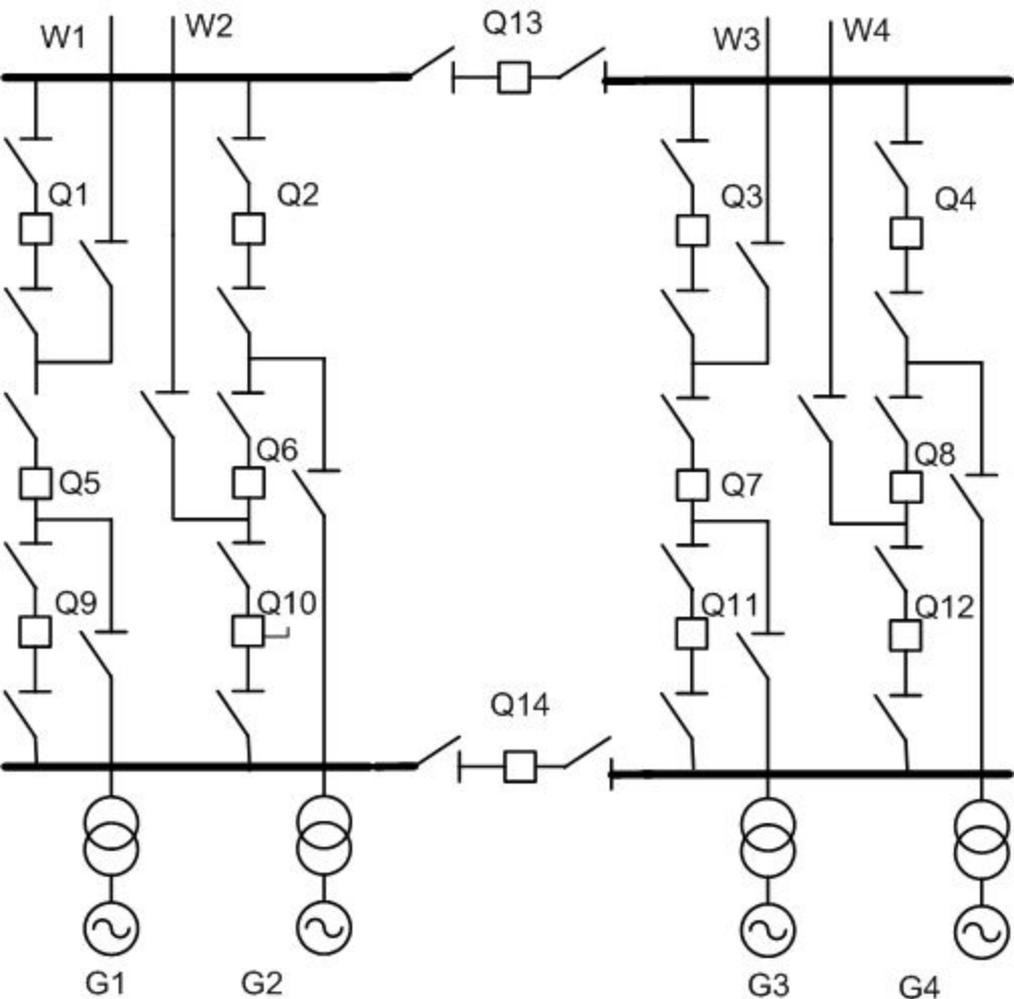
Это основные схемы главных РУ 330 -750 кВ мощных станций и подстанций с большим числом присоединений.



Эксплуатационные свойства этих устройств близки к свойствам устройств со связанными кольцами, однако отрицательные стороны последних выражены здесь слабее. Все ветви подлежат отключению только двумя выключателями. Вероятность отключения ветвей при ремонте и выключателей и внешних замыканиях здесь меньше.

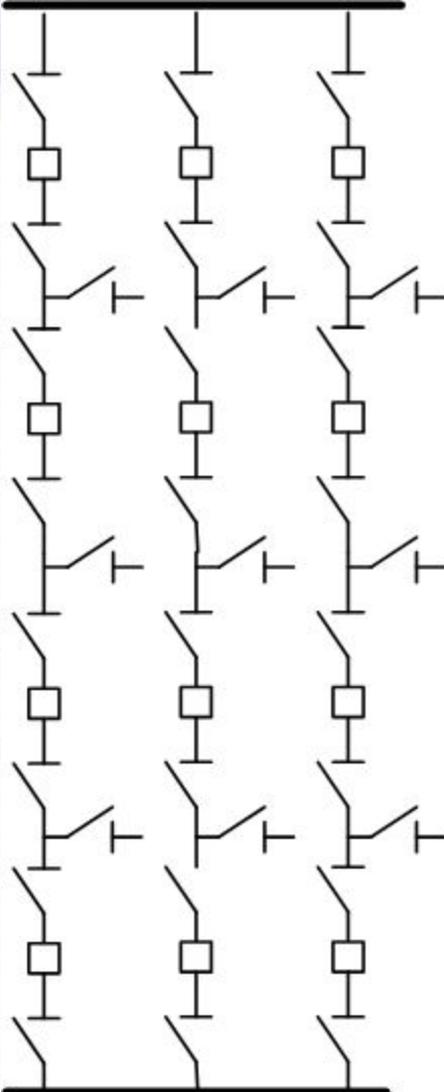
Короткое замыкание на сборных шинах не нарушает работы ветвей при условии что все выключатели включены. При ремонте какого – либо выключателя замыкание на сборных шинах может вызвать отключение одной ветви либо отключение одной пары ветвей от сборных шин с сохранением связи между ними.

РУ кольцевого типа с тремя выключателями на каждые два присоединения без чередования ветвей.



При ремонте системы шин и замыкании на другой системе все ветви остаются в работе, но цепочки оказываются разобщенными, что может вызвать частичное нарушение электроснабжения. Для повышения надежности РУ при числе цепочек, равном четырем и более, прибегают к секционированию сборных шин через выключатели.

РУ кольцевого типа с тремя выключателями на каждые два присоединения с чередованием ветвей.



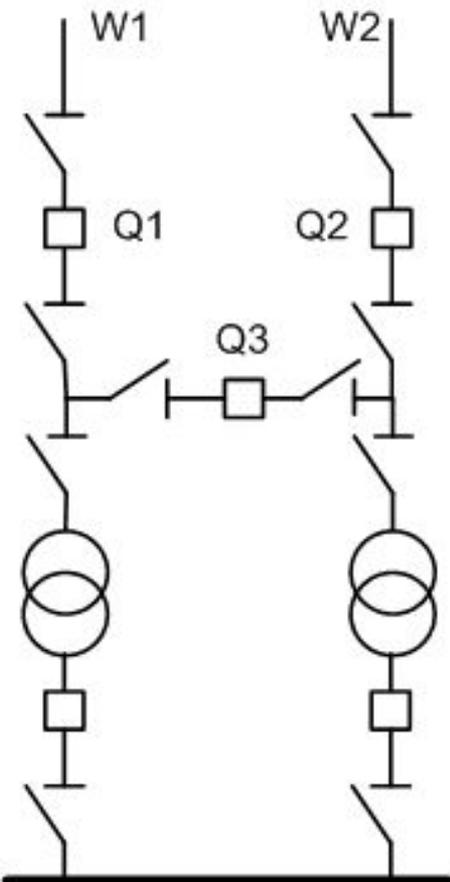
Эксплуатационные свойства РУ, выполненных по схеме типа 4/3 близки к свойствам схемы типа 3/2. Выбор между этими устройствами определяется числом присоединений и местными условиями.

Вероятность совпадения внешнего замыкания с ремонтом одного из выключателей мала. Еще менее вероятен отказ выключателя в указанных условиях. Надежность РУ зависит прежде всего от надежности выключателей.

Распределенные устройства, выполненные по кольцевым схемам, позволяют развивать РУ по мере увеличения числа присоединений. По мере увеличения присоединений число выключателей может быть увеличено и кольцо постепенно превращено в схему 3/2 или 4/3

РУ кольцевого типа с четырьмя выключателями на каждые три присоединения.

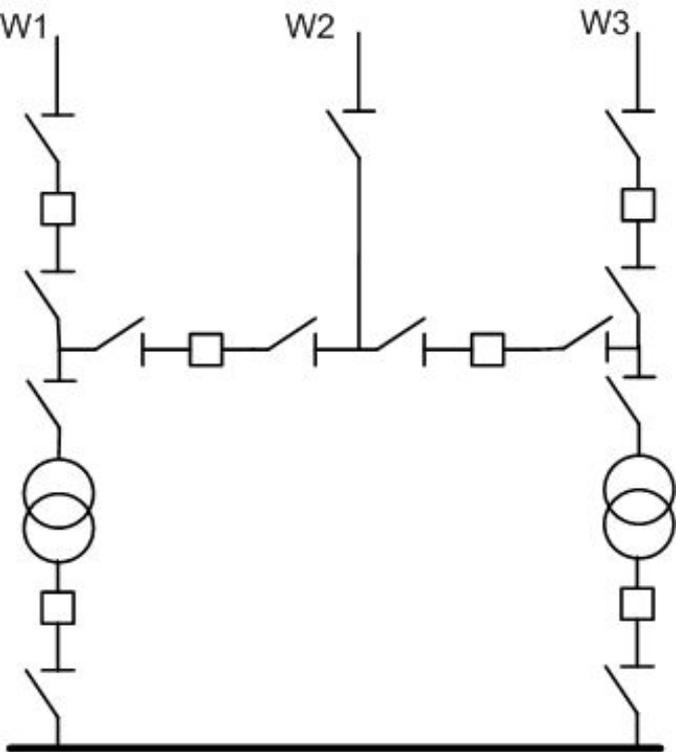
Упрощенные схемы распределительных устройств



Упрощенные схемы без сборных шин или с короткими перемычками между присоединениями получили применение для РУ с малым числом присоединений.

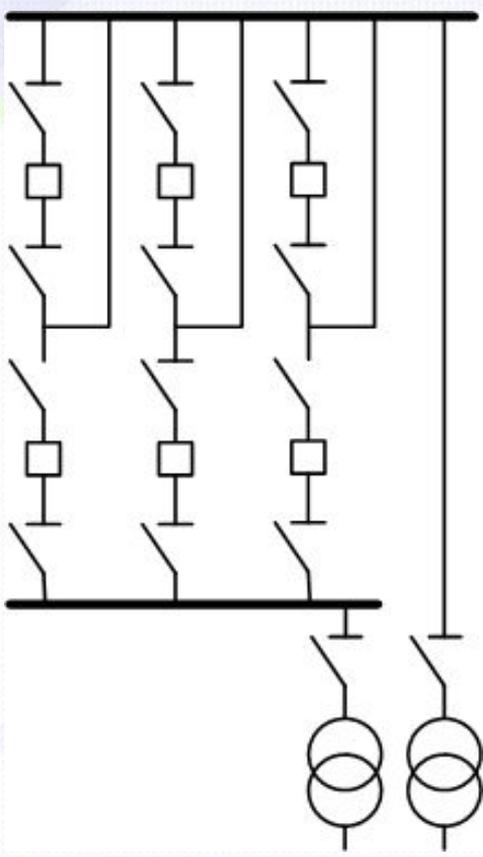
Это схема с для четырех присоединений – двух линий и двух трансформаторов. Здесь предусмотрены выключатели на линии на линиях, вероятность повреждений которых значительно больше вероятности повреждений трансформаторов. Третий выключатель предусмотрен на перемычке. Такую схему называют схемой с мостом. Отключение трансформаторов в случае их повреждения производится двумя выключателями высшего напряжения Q1, Q3 или Q2, Q3 и соответствующим выключателем низшего напряжения. Вместе с поврежденным трансформатором отключается и линия. Работа ее может быть быстро восстановлена после отключения разъединителя поврежденного трансформатора и включения выключателя перемычки.

Одиночный мост



Двойной мост

При наличии трех линий и двух трансформаторов необходимо иметь четыре выключателя – два на линиях и два на перемычках. Такую схему называют схемой с двойным мостом. В случае замыкания на средней линии происходит деление устройства на две части. Связь между ними может быть восстановлена после отключения линейного разъединителя поврежденной линии и включения выключателей перемычек.



Здесь предусмотрены две системы шин сборных шин, к которым каждая линия присоединена через два выключателя. Трансформаторы присоединены соответственно к одной и другой системам через разъединители или выключатели нагрузки. Такую схему называют схемой шины – трансформаторы. Отключение трансформаторов происходит тремя выключателями. После этого следует отключить разъединитель поврежденного трансформатора и вновь включить выключатели

Схема шины - трансформаторы