

# СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА СТОРОНЕ 35 кВ И ВЫШЕ



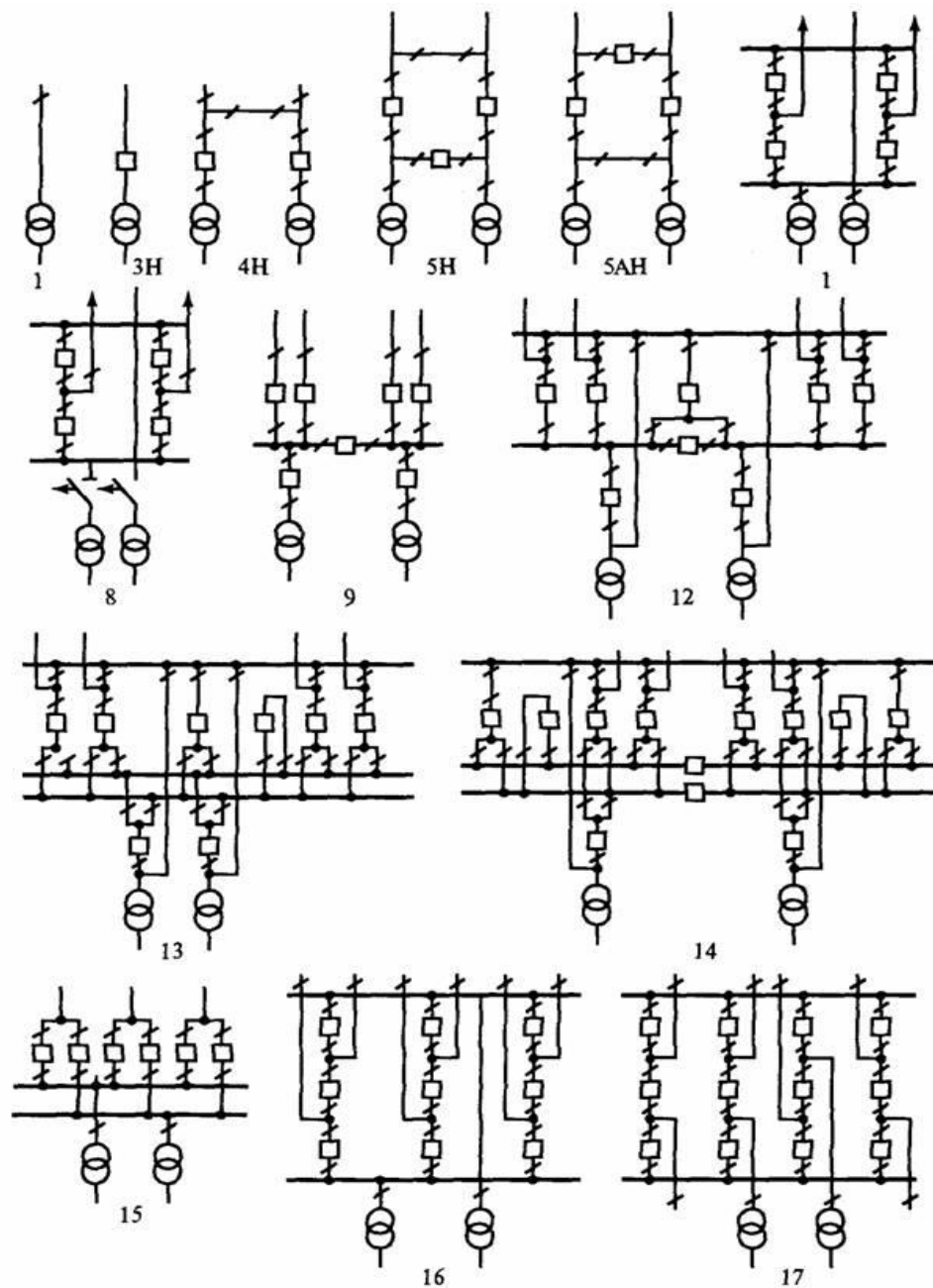


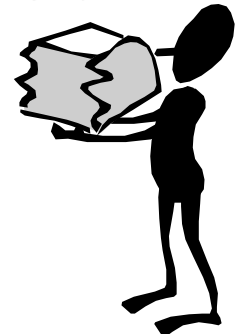
Рис. 4.8. Типовые схемы РУ 35–750 кВ. Цифры соответствуют номерам типовых схем

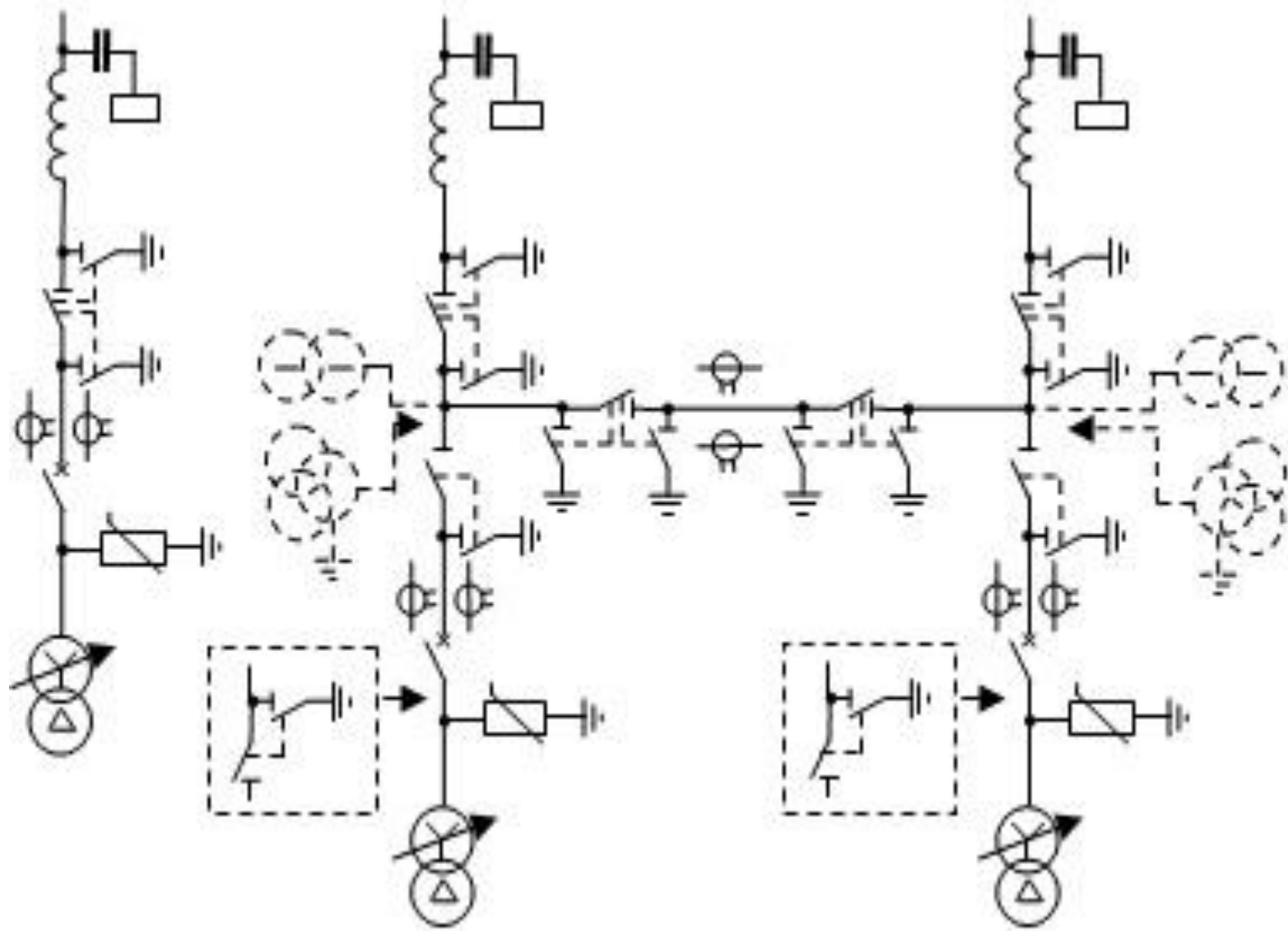
- **1 Блок (линия–трансформатор) с разъединителем.** Напряжение: 35-330кВ. Сторона подстанции–ВН. Количество присоединяемых линий-1. Применяется на тупиковых ПС, питаемые линией без ответвлений.
- **3Н Блок (линия–трансформатор) с выключателем.** Напряжение: 35-220. Сторона подстанции–ВН. Количество присоединяемых линий-1. Применяется на тупиковые и ответвительные ПС.
- **4Н Два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линий.** Напряжение: 35-220кВ. Сторона подстанции–ВН. Количество присоединяемых линий–2. Применяется на тупиковые и ответвительные ПС.
- **5Н Мостик с выключателями в цепях линий и ремонтной перемычкой со стороны линий.** Напряжение: 35-220кВ. Сторона подстанции–ВН. Количество присоединяемых линий–2. Применяется на проходных ПС и мощность трансформаторов до 63 МВА включительно.
- **5АН Мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны трансформаторов.** Напряжение: 35-220кВ. Сторона подстанции–ВН. Количество присоединяемых линий–2. Применяется на проходных ПС и мощность трансформаторов до 63 МВА включительно.

- **7 Четырехугольник** Напряжение: 220-750кВ. Сторона подстанции–ВН. Количество присоединяемых линий –2. Применяется на напряжении 220 кВ – при мощности трансформаторов 125 МВАи более.
- **8 Расширенный четырехугольник.** Напряжение: 220кВ. Сторона подстанции –ВН. Количество присоединяемых линий-4.
- **9 Одна секционированная система шин.** Напряжение: 35кВ. Сторона подстанции – ВН, СН, НН. Количество присоединяемых линий-3 и более.
- **12 Одна секционированная система шин с обходной с отдельными секционным и обходным выключателем.** Напряжение: 110-220кВ. Сторона подстанции –ВН, СН. Количество присоединяемых линий - 3 и более.
- **13 Две несекционированные системы.** Напряжение: 110-220кВ. Сторона подстанции - ВН,СН. Количество присоединяемых линий - 3-13.
- **14 Две секционированные системы шин с обходной.** Напряжение: 110-220кВ. Сторона подстанции - СН. Количество присоединяемых линий –более 13.
- **15 Трансформаторы-шины с присоединением линий через два выключателя.** Напряжение: 330-750кВ. Сторона подстанции–ВН,СН. Количество присоединяемых линий - 330/500 кВ- 4; 750кВ- 3.
- **16 Трансформаторы-шины с полуторным присоединением линий.** Напряжение: 330-750кВ. Сторона подстанции- ВН, СН. Количество присоединяемых линий - 5-6.
- **17 Полуторная схема.** Напряжение: 330-750кВ. Сторона подстанции – ВН, СН. Количество присоединяемых линий - 6 и более.

# Блочные схемы подстанций 35-220 кВ

- блок (линия–трансформатор) с разъединителем
- блок (линия-трансформатор) с выключателем;
- два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линии.





**а – блок (линия-трансформатор) с выключателем;**

**б – два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линии.**

- Пунктиром показано подключение трансформаторов напряжения: на 35 кВ устанавливаются однофазные ТН; на 110 и 220 кВ – трехфазные ТН.
- В местах, помеченных знаком \*, устанавливаются разъединители, если возможна подача напряжения на сторону ВН со стороны СН (что возможно при установке автотрансформаторов и трехобмоточных трансформаторов).
- Ремонтные переемычки, на предыдущей схеме, могут не устанавливаться по желанию заказчика. Они целесообразны при сезонных отключениях одного из трансформаторов. Тогда параллельная работа линий обеспечивает снижение потерь электроэнергии.
- В настоящее время схемы на отделителях и короткозамыкателях не применяются в новом строительстве, а на подобных подстанциях, находящихся в эксплуатации, идет замена отделителей и короткозамыкателей на выключатели.

# Мостиковые схемы подстанций 35-220 кВ

## Мостиковые схемы РУ-35 кВ

- мостик с выключателями в цепях линий;
- мостик с выключателями в цепях трансформаторов.

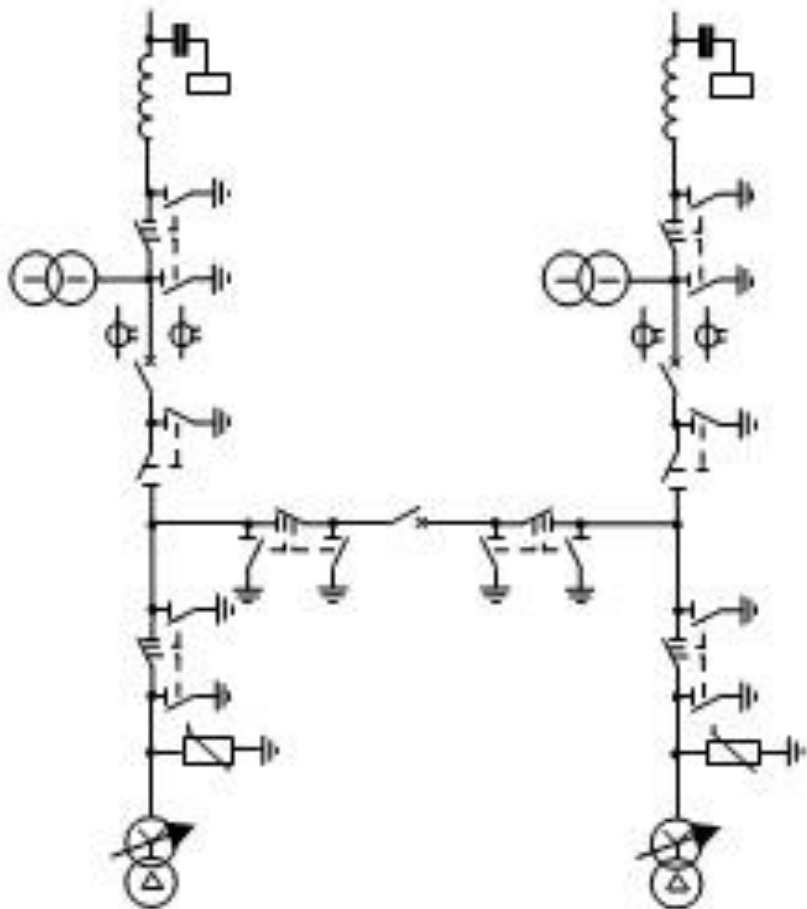
## Мостиковые схемы РУ – 110 – 220 кВ

- мостик с выключателями в цепях линий и ремонтной перемычкой со стороны линий;
- мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны трансформаторов.

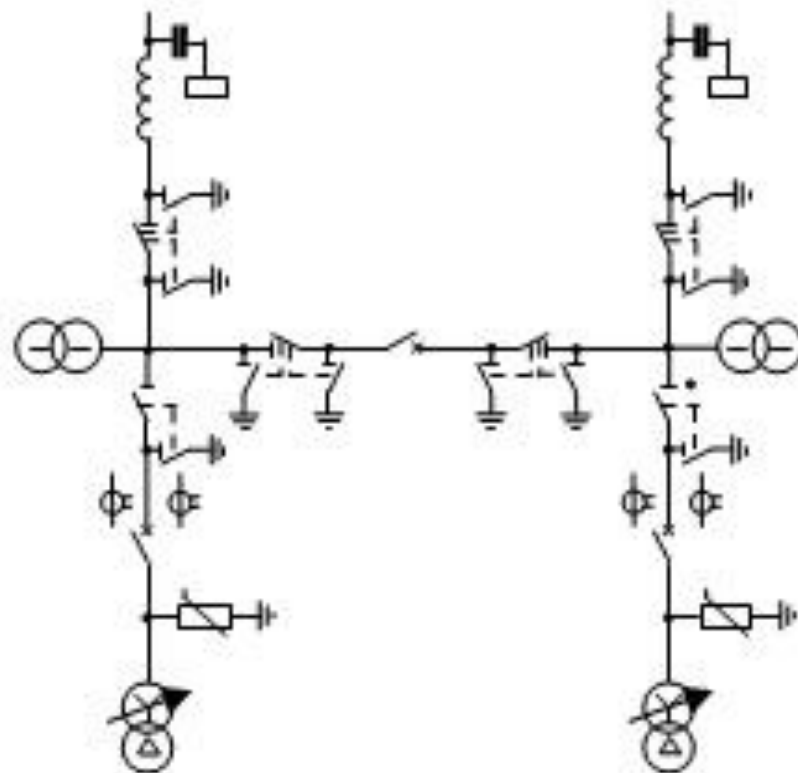




## Мостиковые схемы РУ-35 кВ



**а**

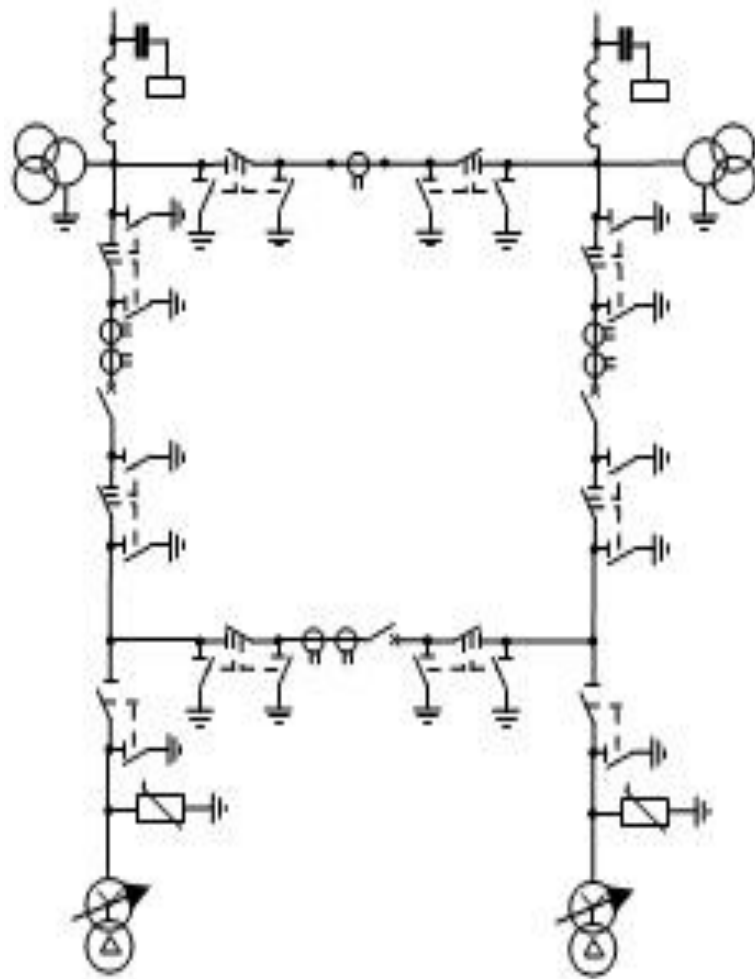


**б**

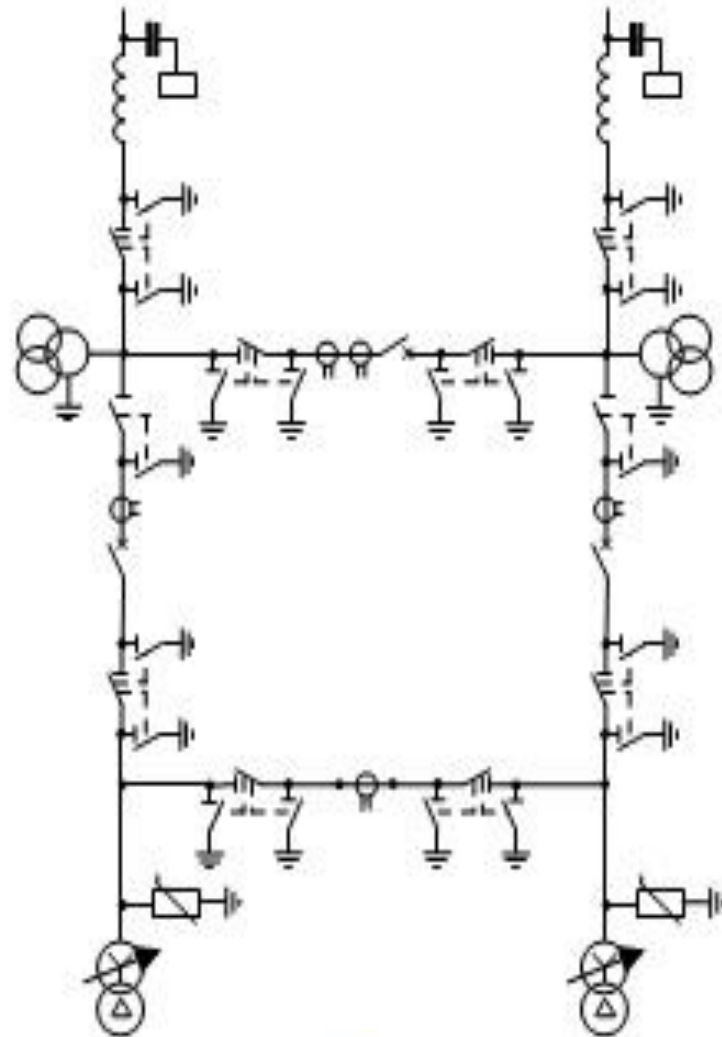
**а** – мостик с выключателями в цепях линий;

**б** – мостик с выключателями в цепях трансформаторов.

# Мостиковые схемы РУ 110-220 кВ



**а**



**б**

а – мостик с выключателями в цепях линий и ремонтной перемычкой со стороны линий;  
б – мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны трансформаторов

Данные схемы, приведенные на предыдущем слайде, применяются при подключении трансформаторов мощностью до 63 МВА включительно.

Для повышения бесперебойности электроснабжения и снижения потерь мощности в трансформаторах и линиях в аварийных режимах (при отключении трансформатора или линии) мостиковые схемы могут применяться и для тупиковых подстанций или же подстанций, подключаемых на отпайках к магистрали.

На тупиковых и ответвительных подстанциях ремонтная перемычка и перемычка с выключателем нормально разомкнуты. При отключении одной из линий автоматически отключается соответствующий линейный выключатель и включается выключатель в перемычке. Отключение линии при повреждении трансформатора является недостатком данной схемы. На проходных подстанциях перемычка с выключателем нормально замкнута, через нее осуществляется транзит мощности.

# Четырехугольник

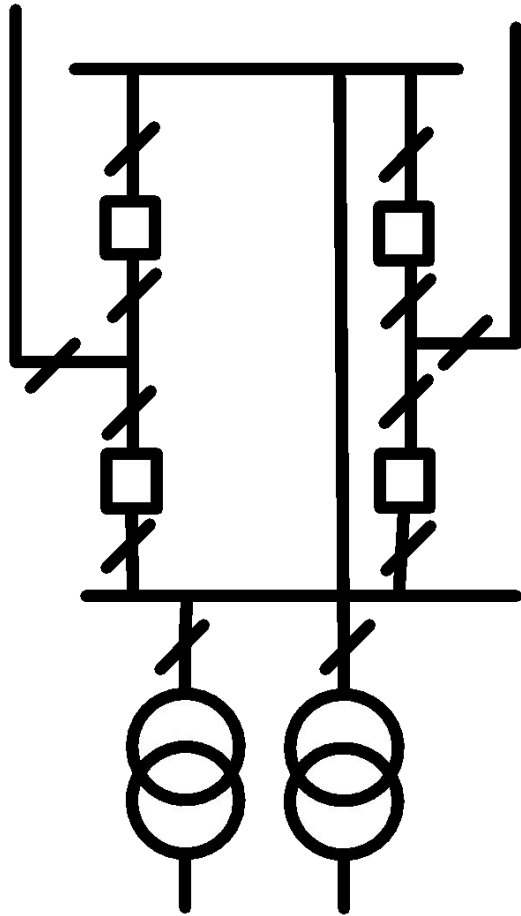
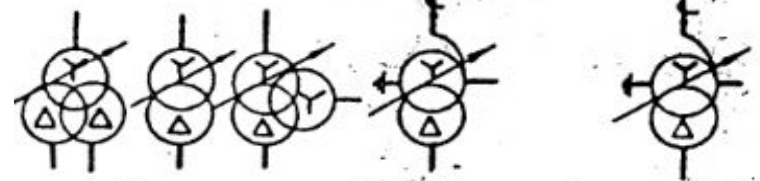
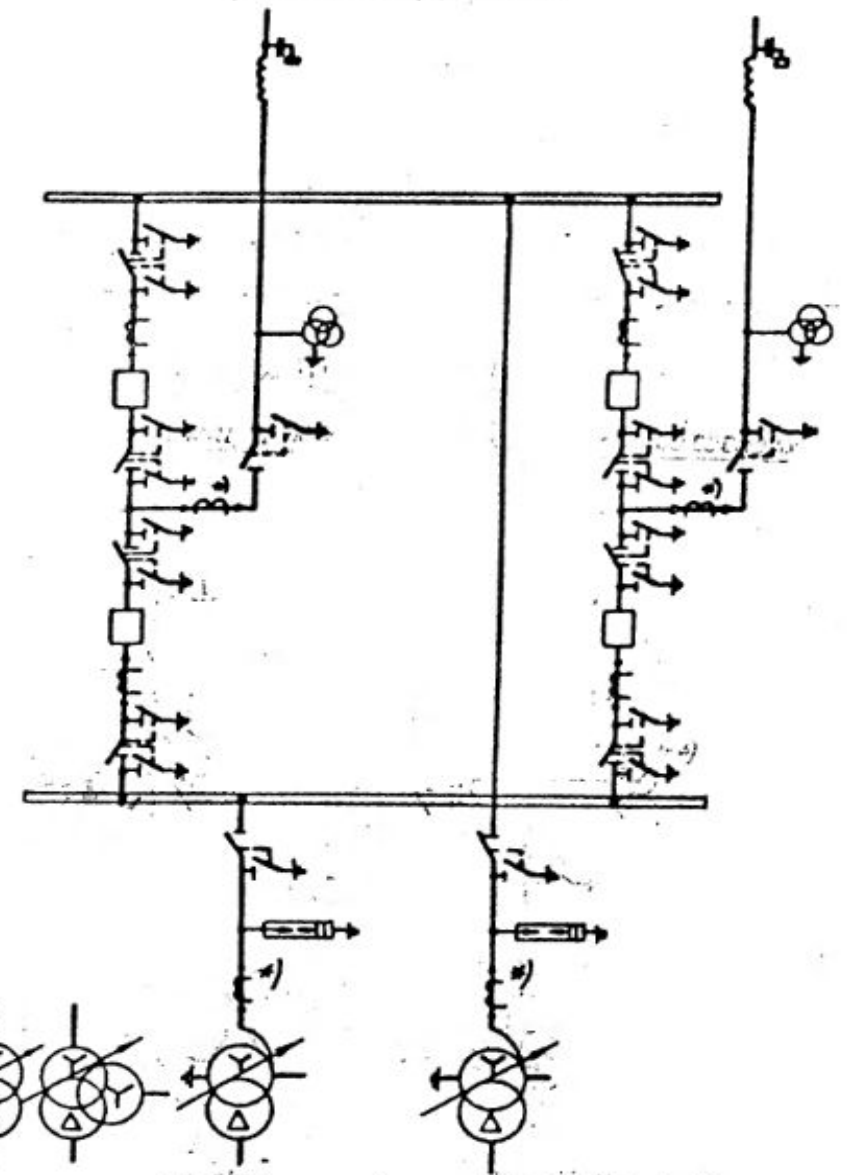
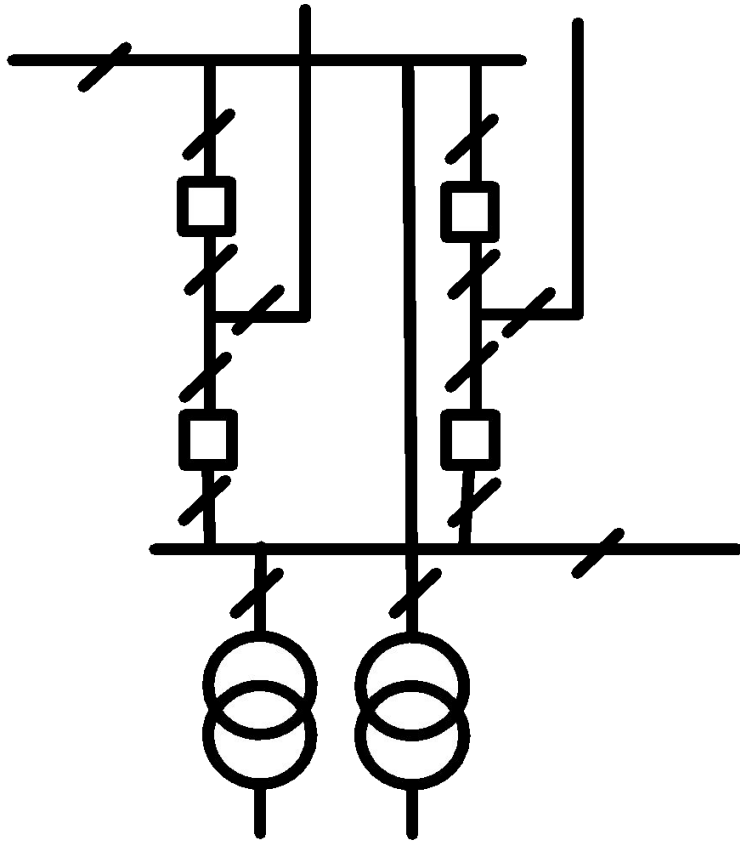


Схема №220-7  
Четырехугольник

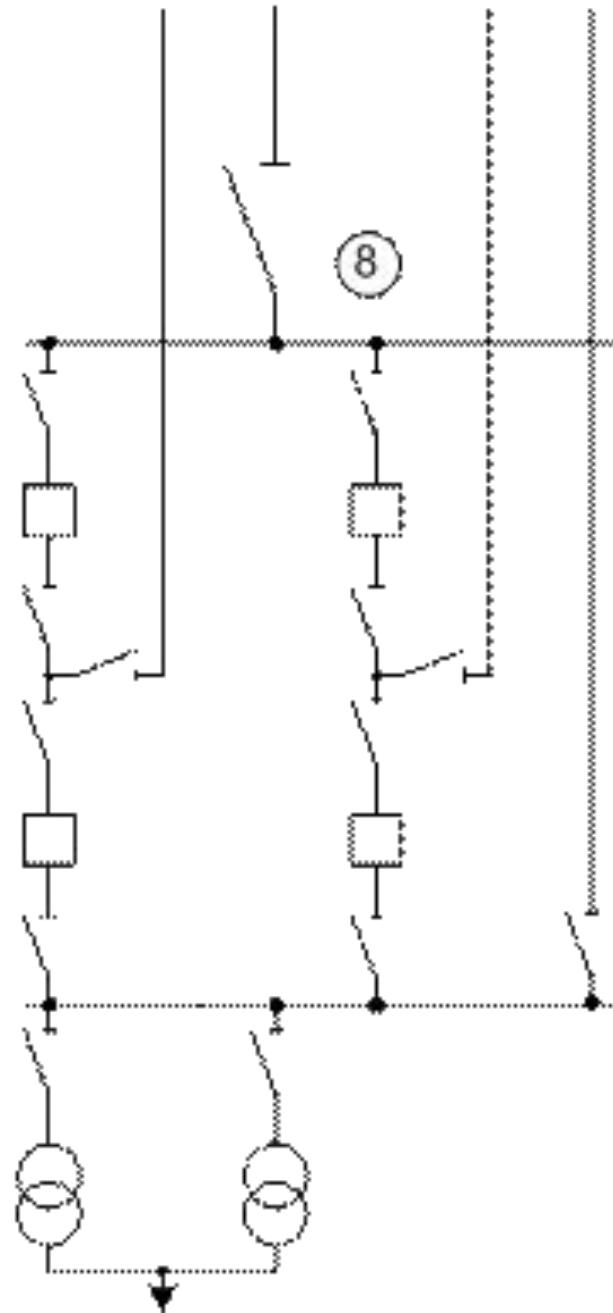


Трансформаторы тока, отмеченные \*, устанавливаются при соответствующем обосновании.

## Расширенный четырехугольник



Эта схема экономична (четыре выключателя на четыре присоединения), позволяет производить опробование и ревизию любого выключателя без нарушения работы ее элементов. Схема четырехугольника применяется в РУ 330 кВ и выше



при необходимости распределения электроэнергии и для повышения надежности электроснабжения применяются схемы со сборными шинами следующих видов на напряжениях 35 – 220 кВ:

- с одной несекционированной системой шин;
- одна секционированная система шин;
- одна секционированная система шин с обходной с отдельными секционным и обходным выключателем (или с одной рабочей и обходной системами шин);
- две несекционированные системы шин;
- две секционированные системы шин с обходной ( или с двумя рабочими и обходной системой шин системами шин).

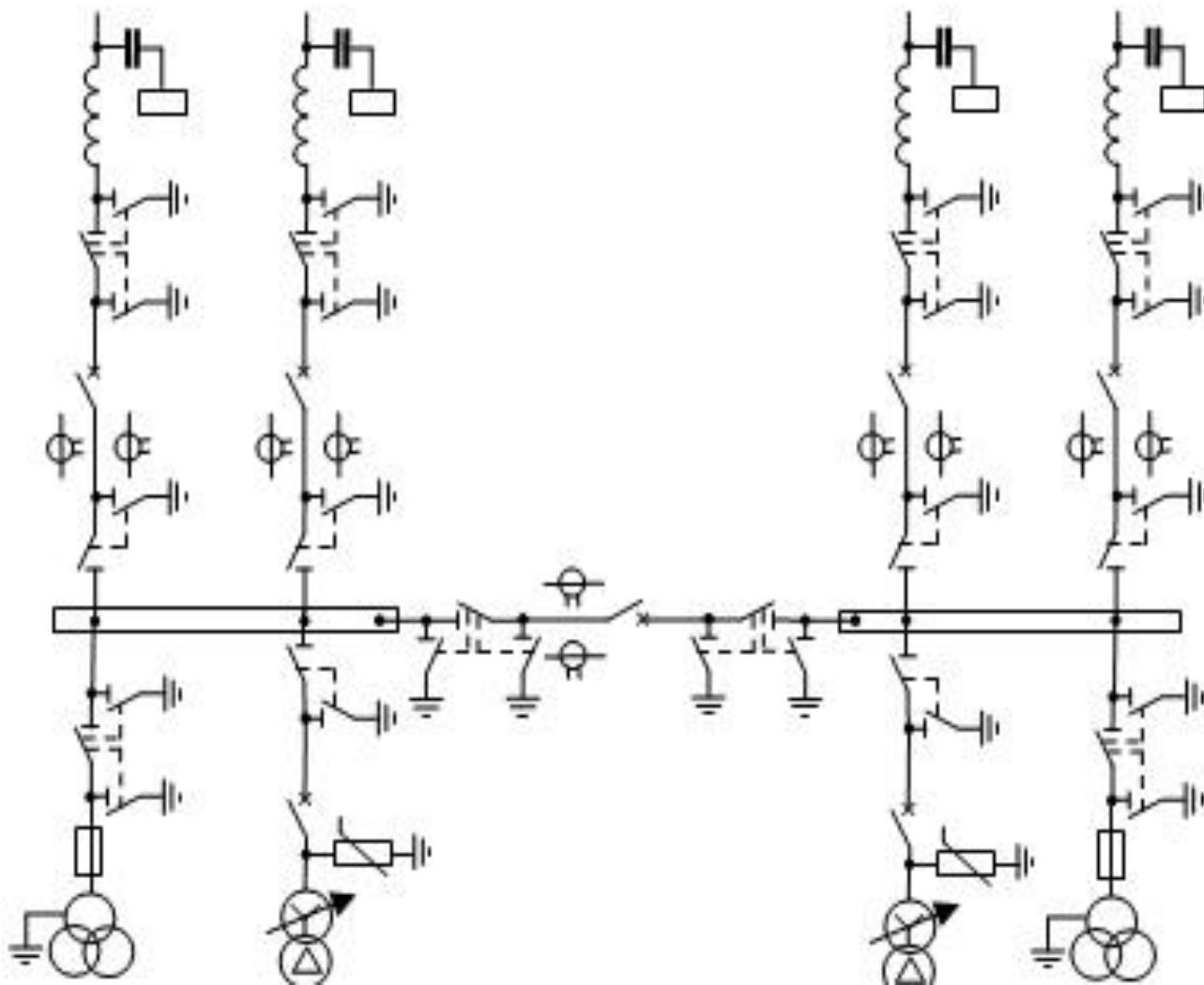
Схема «с одной несекционированной системой шин» применяется в сетях 6 – 35 кВ. В сетях 6(10) кВ схему называют одиночной системой шин.

Объединение двух таких схем через секционный выключатель («схема с одной секционированной системой шин»), обеспечивает, подключение подстанции к двум независимым источникам со стороны ВН. Эту схему широко применяют в промышленных и городских электрических сетях на напряжениях до 35 кВ включительно. Допускается также ее применение при пяти и более присоединениях в РУ 110 – 220 кВ

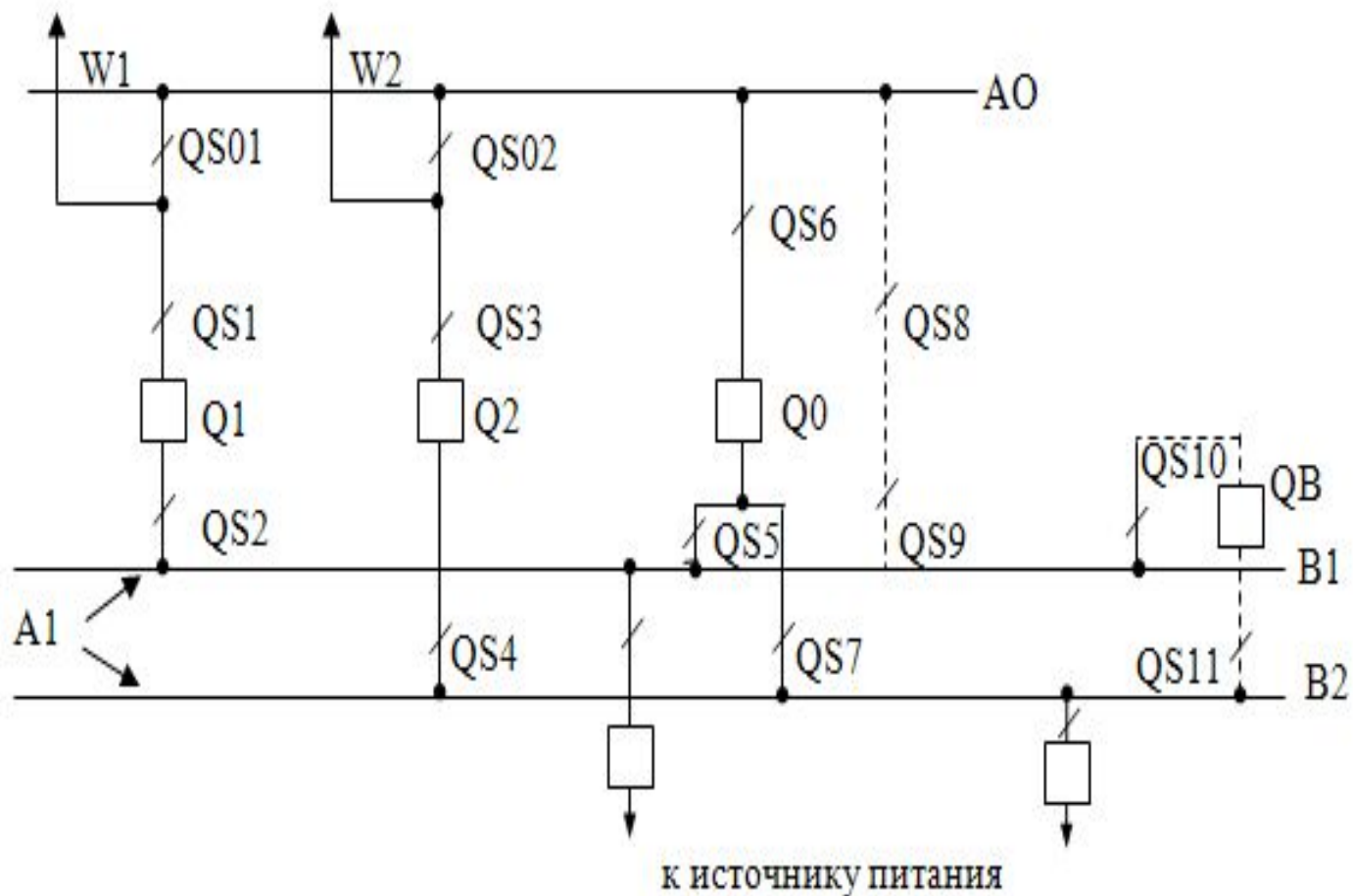




# Схема одна секционированная система шин

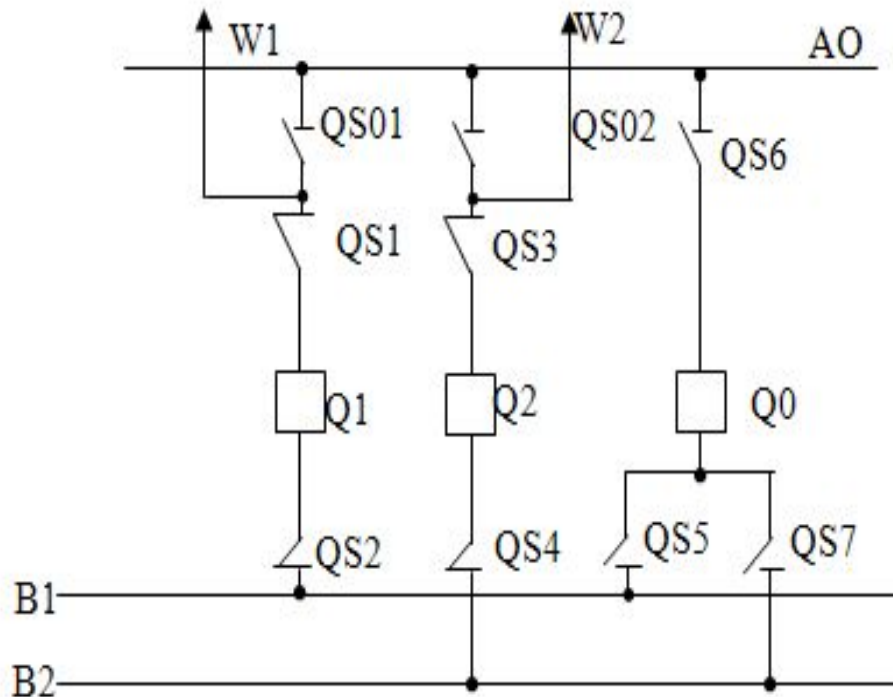


# Схемы с одной рабочей и обходной системами шин



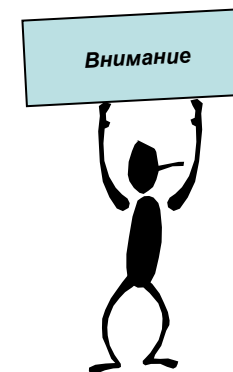
- В нормальном режиме работы обходная система шин АО находится без напряжения, разъединители QSO1, QSO2, соединяющие линии с АО, отключены.
- В схеме предусмотрен обходной выключатель Q0, который может быть присоединен к любой секции с помощью развилки из двух разъединителей QS5 и QS7.

## Часть схемы с одной рабочей и обходной системами шин.



- Выключатель Q0 может заменить любой другой выключатель. Для этого надо провести следующие операции (например, для замены выключателя Q1, если он включен и включены QS1, QS2):
- включить обходной выключатель Q0 при включенных QS6 и QS5 для проверки исправности обходной системы шин;
- отключить Q0;
- включить QS01;
- включить Q0;
- отключить Q1;
- отключить QS1 и QS2.
- После этих операций линия W1 получает питание через обходную систему шин через Q0 от секции B1. Все операции производятся без перерыва питания присоединений.

- С целью экономии стоимости ОРУ, схема может выполняться таким образом, что функции обходного и секционного выключателей в ней могут быть совмещены. Для этого в схеме может устанавливаться переключатель с разъединителями QS8 и QS9 (см. рисунок слайд 13).
- В нормальном режиме работы QS8 и QS9 включены, выключатель Q0 включен и присоединен разъединителем QS7 к секции В2. Секции В1 и В2 соединяются между собой через Q0, QS6, QS7, QS8, QS9, а выключатель Q0 выполняет функции секционного. При замене линейного выключателя обходным выключатель Q0 отключается, затем отключают разъединители QS8, QS9, и поступают далее как и в ранее описанном случае.
- При большом числе присоединений (7-15) рекомендуется схема с отдельным обходным Q0 и секционным QB выключателями. Это позволяет сохранить параллельную работу линий при ремонтах выключателей.



## **Достоинства схем с одной рабочей и обходной системами шин:**

- малое число выключателей (один на одно – два присоединения);
- относительно малые массы, габариты и стоимость РУ.

## **Недостатки схем:**

- на все время ремонта секционного выключателя параллельная работа секций (и линий) нарушается;
- ремонт одной из секций связан с отключением всех линий, присоединенных к этой секции и одного трансформатора.

## **Область применения схем с одной рабочей и обходной системами шин:**

рекомендуется для ВН подстанций 110 кВ при числе присоединений до шести включительно (с учетом трансформаторов), когда нарушение параллельной работы линий допустимо и отсутствует перспектива дальнейшего расширения подстанции. Если ожидается расширение РУ, то в цепях трансформаторов устанавливаются выключатели. Схемы с трансформаторными выключателями могут применяться для напряжений 110кВ и 220кВ на стороне высокого напряжения и собственных нужд подстанций.

## Две несекционированные системы шин

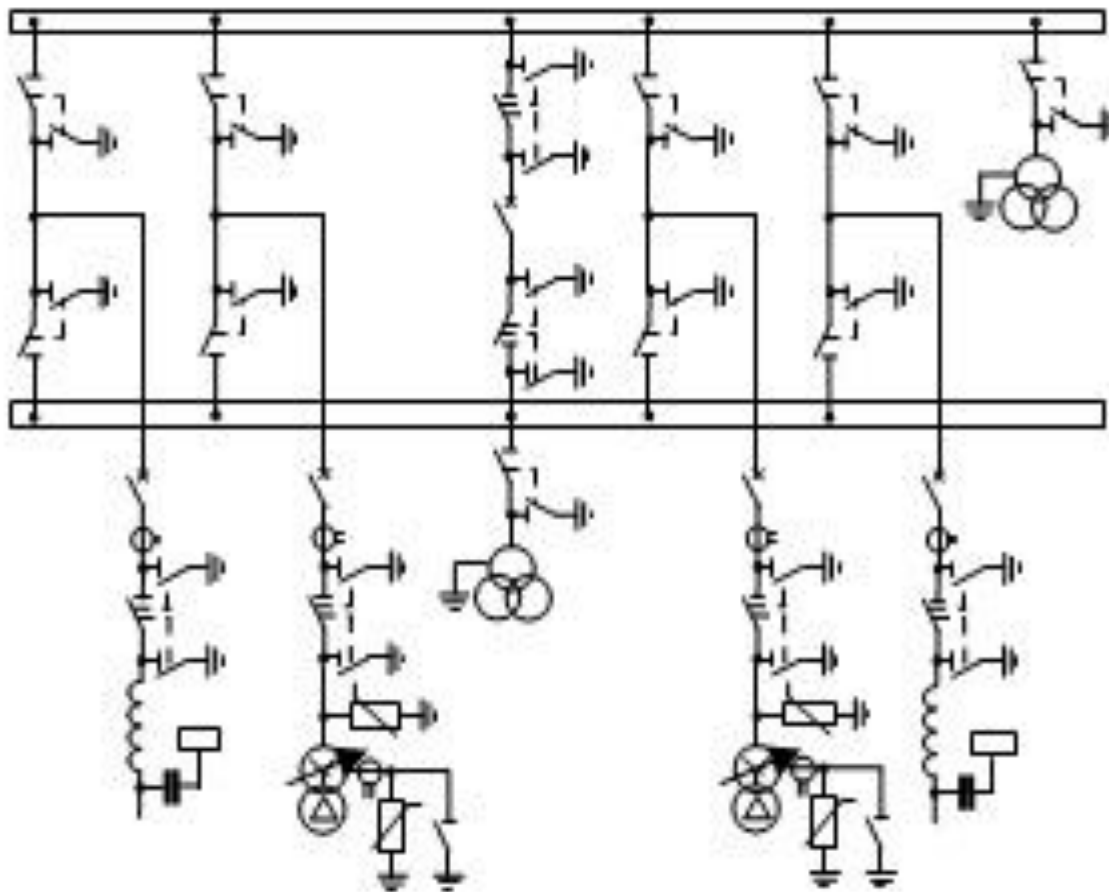
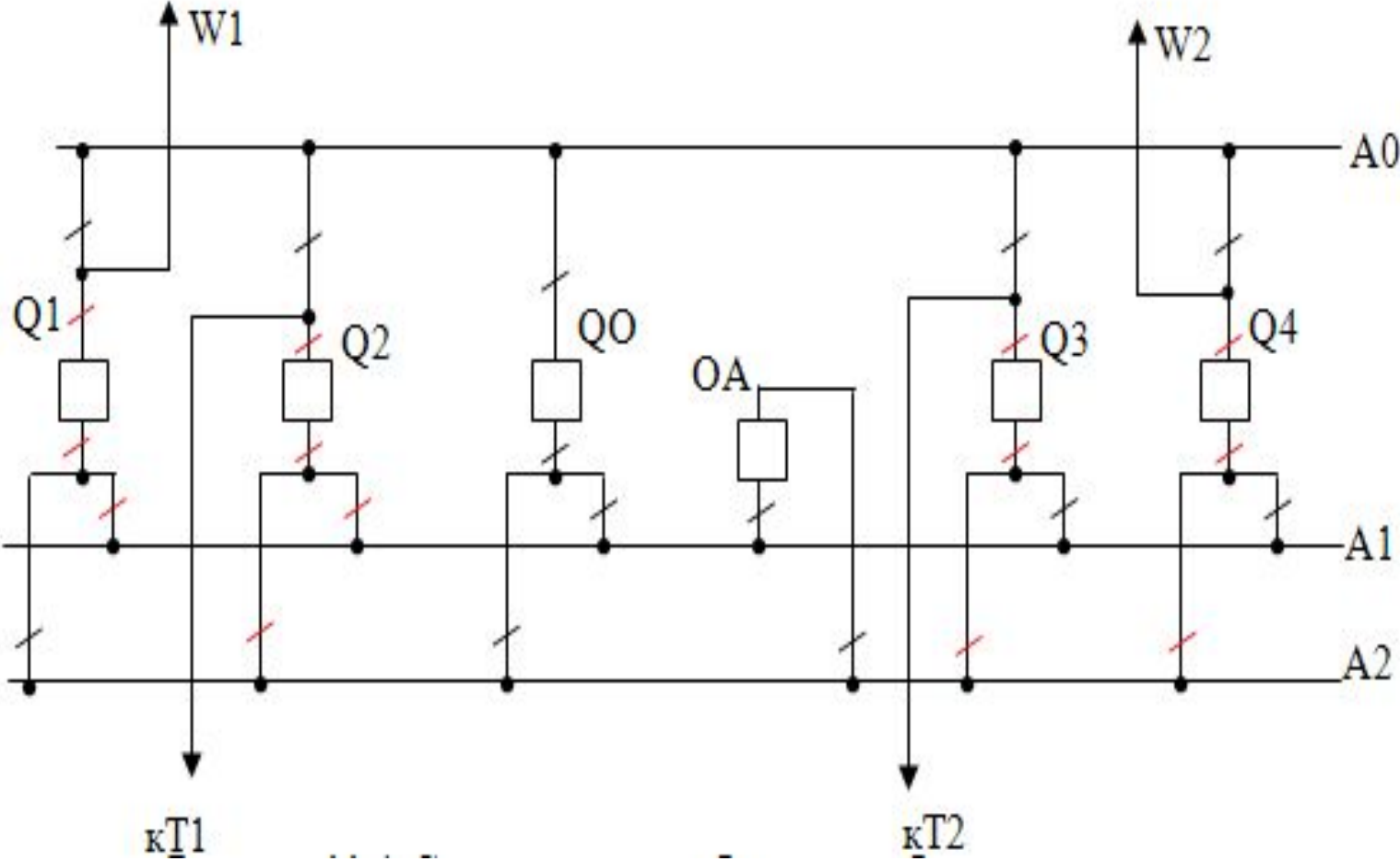


Схема с двумя системами шин практически не используется, так как предполагала частые переключения с помощью разъединителей, что существенно снижало ее надежность. При этом ремонт любого выключателя приводил к длительному отключению соответствующего присоединения.

# Схемы с двумя рабочими и обходной системой шин





- Для РУ 110кВ ... 220кВ с большим числом присоединений применяются схемы с двумя рабочими и обходной системами шин с одним выключателем на цепь.
- Как правило, обе системы шин находятся под питанием при фиксированном распределении присоединений: линия W1 и трансформатор T1 присоединены к первой системе шин A1, линия W2 и трансформатор T2 присоединены к системе шин A2; шиносоединительный выключатель QA включен. Такое соединение значительно увеличивает надежность схемы, так как при коротком замыкании на шинах отключается шиносоединительный выключатель QA и только половина присоединений теряет питание. Если замыкание устойчивое, то присоединения, потерявшие питание, переводятся на исправную систему шин. Перерыв электроснабжения этой половины присоединений определяется длительностью переключения присоединений.



### Достоинства схемы:

- малое количество выключателей (один на одно присоединение);
- достаточно высокая надежность схемы;
- относительно малое время перерыва электроснабжения при авариях на одной из систем шин.

### Недостатки схемы:

- повреждение шиносоединительного выключателя QA равносильно короткому замыканию на обеих системах шин;
- усложняется эксплуатация РУ, так как при выводе в ревизию и ремонт выключателей требуется большое число операций разъединителями;
- увеличены затраты на сооружение ОРУ в связи с установкой шиносоединительного, обходного выключателей и большого количества разъединителей.

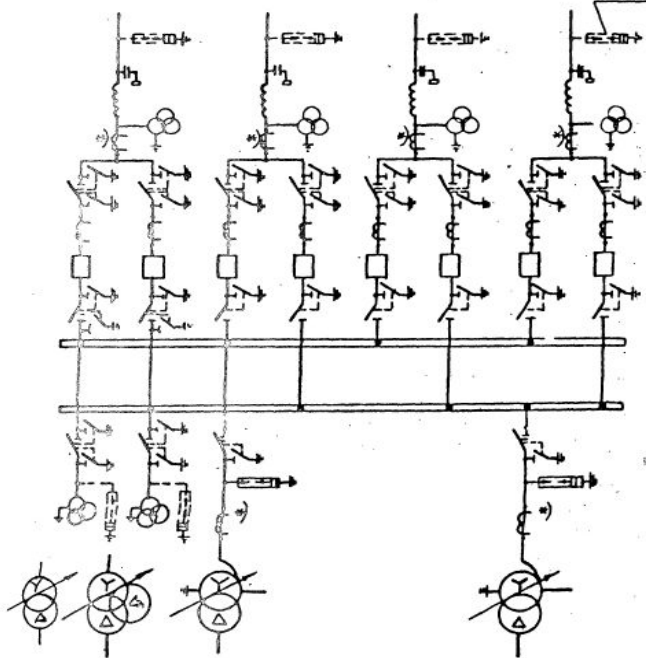
**Область применения:** рекомендуется для ВН и СН РУ 110...220кВ электростанций при числе присоединений до 12 и подстанций при 7...15 присоединениях. При числе присоединений 12...16 секционируется одна система шин, при большем количестве присоединений секционируются обе системы шин.

# Трансформаторы-шины с присоединением линий через два выключателя

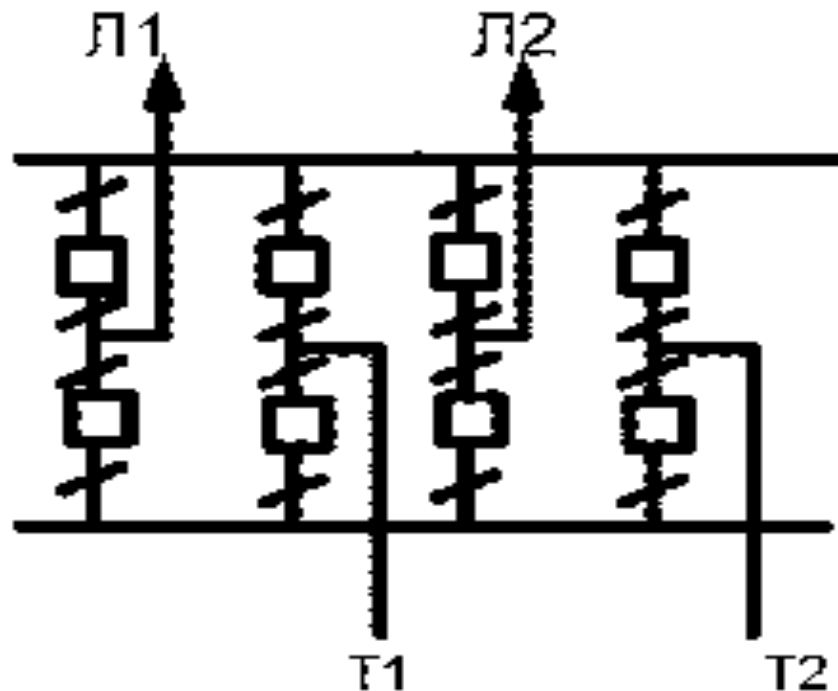
Схема № 330-15

Трансформаторы-шины с присоединением линий через два выключателя

См. стр. 58

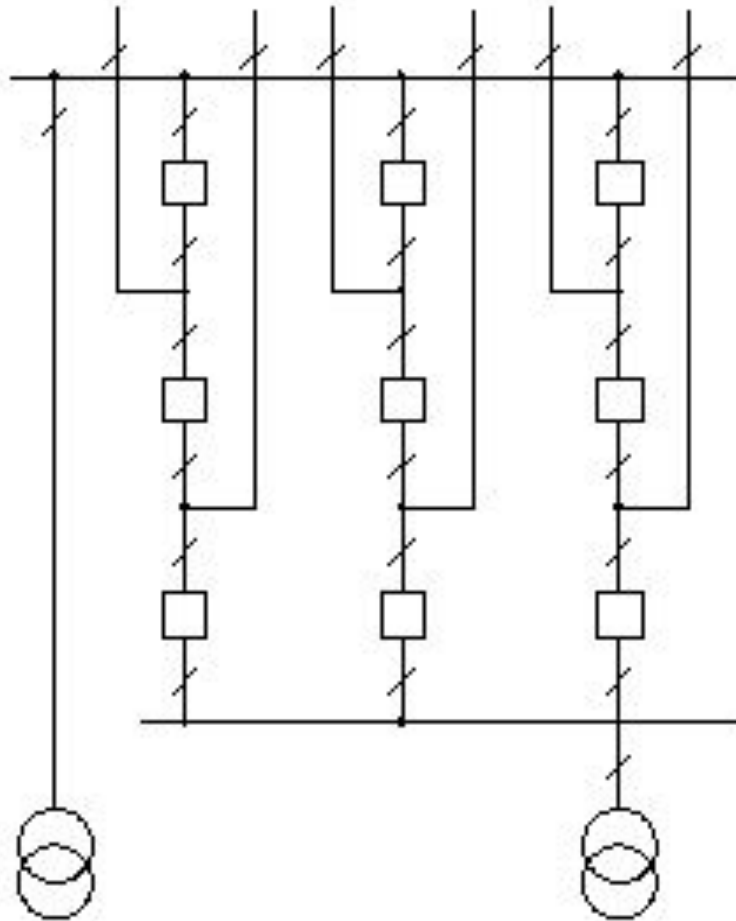


Трансформаторы тока, отмеченные\*), устанавливаются при соответствующем обосновании.



Основной недостаток заключается в высокой стоимости.

# Трансформаторы-шины с полуторным присоединением линий



Применение схемы трансформаторы – шины с полуторным присоединением линий не только повышает надежность РУ и упрощает его эксплуатацию, так как отпадает необходимость в переводах присоединений с одной системы шин па другую и перевода ВЛ и АТ через обходной выключатель, но и экономит часть оборудования.

# Полуторная схема

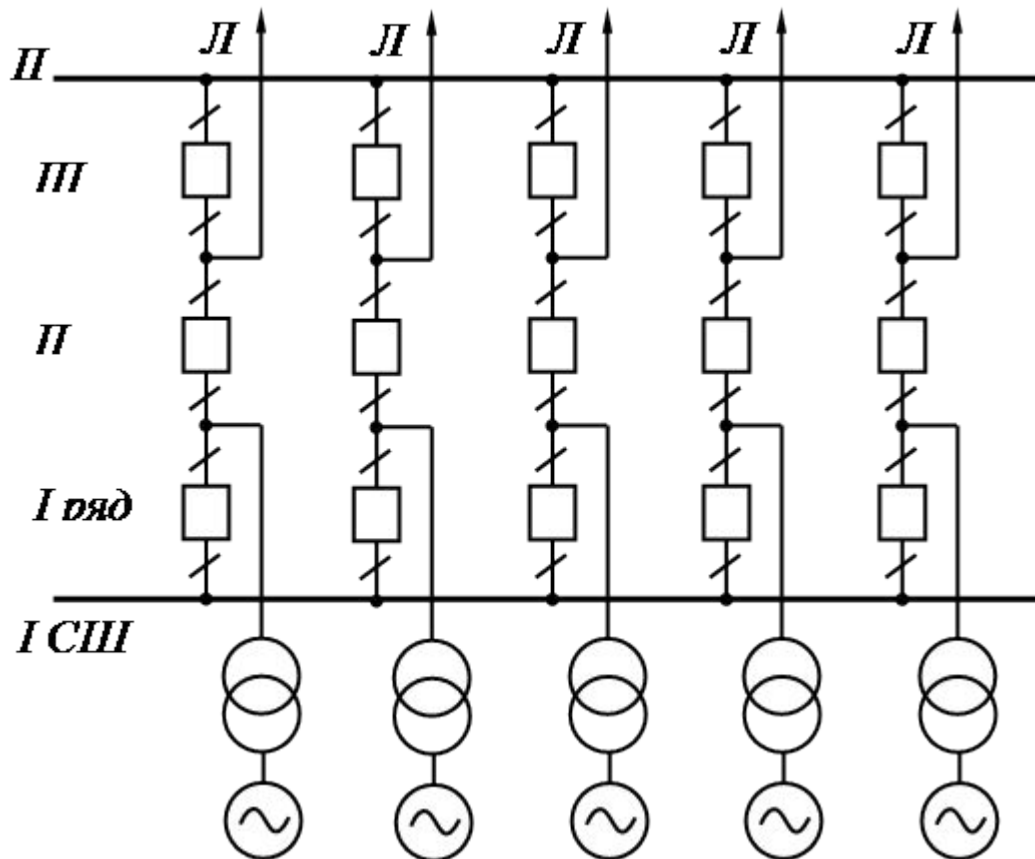


Схема еще носит название “3/2” – 3 выключателя на 2 присоединения.

В распределительных устройствах 330-500 кВ применяется схема с двумя системами шин и тремя выключателями на две цепи (полупертурная схема).

Каждое присоединение включено через два выключателя. Для отключения линии Л1 необходимо отключить В3 и В2, для отключения трансформатора Т1 – В2, В1.

В нормальном режиме все выключатели включены, обе системы шин находятся под напряжением. Для ревизии любого выключателя отключают его разъединители, установленные по обе стороны выключателя. Количество операций для вывода в ремонт – минимальное, разъединители служат только для отделения выключателя при ремонте, никаких оперативных переключений им не производят.

При КЗ на первой системе шин отключатся выключатели первого ряда, шины останутся без напряжения, но все присоединения сохранятся в работе.



## Достоинства:

- 1. При КЗ на одной из СШ отключаются выключатели 1-го или 3-го ряда, а все присоединения остаются в работе.
- 2. При выводе в ремонт I или II СШ не требуется сложных переключений. Необходимо отключить выключатели 1-го или 3-го ряда.
- 3. При КЗ на линии отключаются 2 её выключателя и в случае отказа одного из них либо гасится система шин без потери присоединений, либо теряется одна линия или один генератор.
- 4. При ремонте одной из СШ и КЗ на другой потери питания присоединений не происходит. Однако блоки выделяются каждый на свою линию.

## Недостатки:

- 1. Дороже, чем все предыдущие схемы, т.к. содержит в полтора раза больше выключателей.
- 2. Большие эксплуатационные расходы за счет большого объема ремонтных работ, так как при каждом отключении присоединения отключаются 2 выключателя – большой износ выключателей.
- 3. Если в ремонте находится один из выключателей 1-го или 3-го ряда и возникло КЗ на одном из присоединений, то теряем второе присоединение этого поля.
- 4. Большая сложность релейной защиты.

# Схема с 4/3 выключателями на присоединение

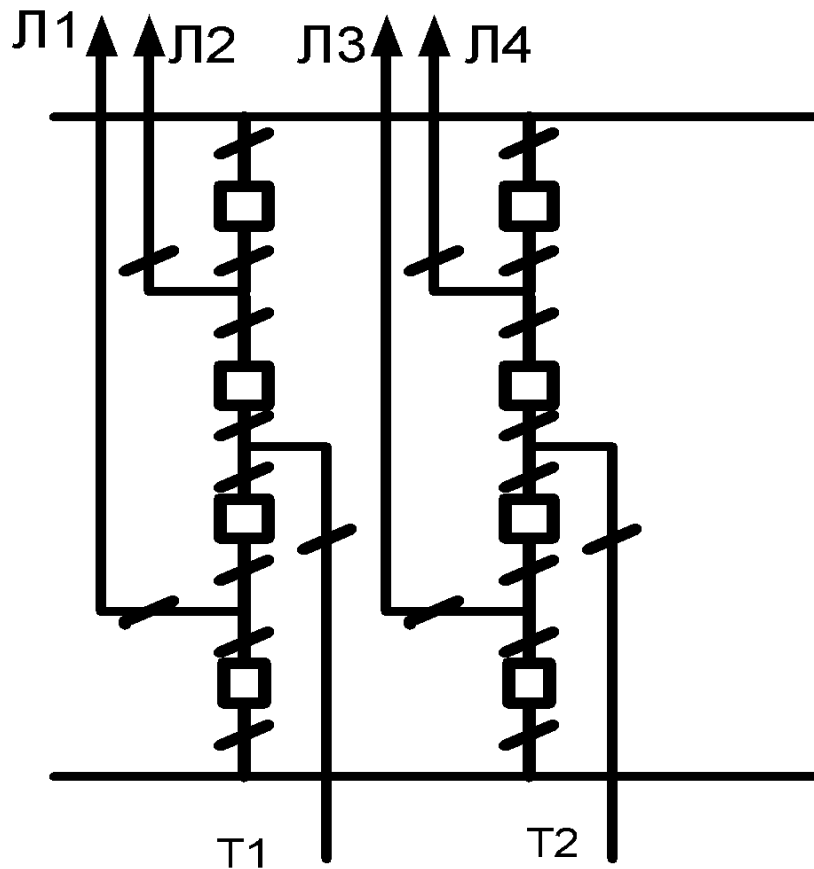


Схема с 4/3 выключателя на присоединение имеет все достоинства полупортной схемы и кроме того:

- Схема более экономична (1,33 выключателя на присоединение вместо 1,5);
- Секционирование сборных шин требуется только при 15 присоединениях и более.