

Автор: Коллектив сайта : <http://electricalschool.info>

Источник: <http://electricalschool.info/relay/1691-kak-rabotajut-ustrojstva-avtomatiki.html>

Как работают устройства автоматики включения резерва (АВР) в электрических сетях

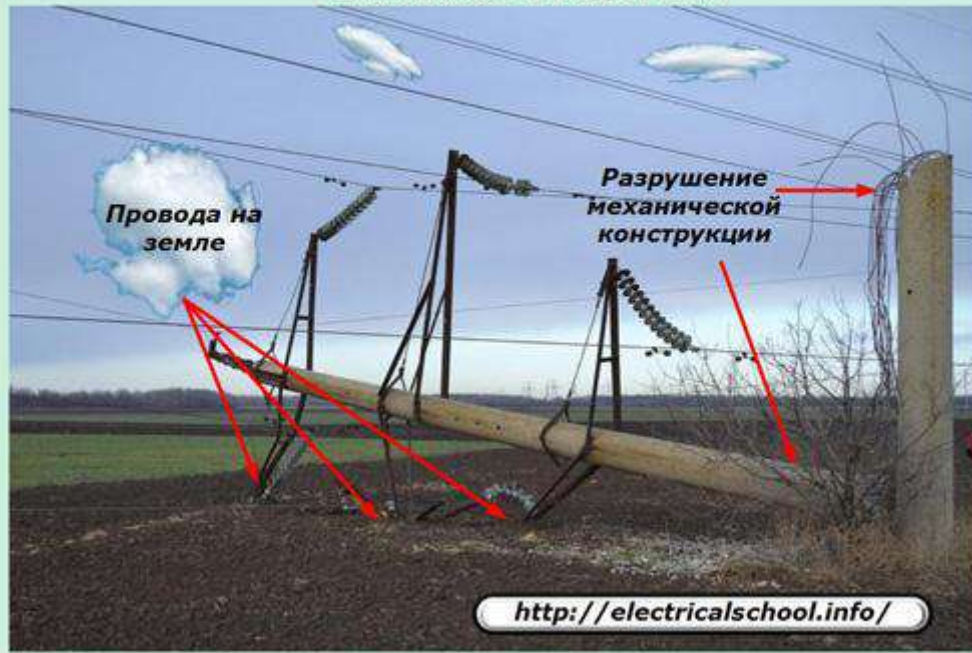
В статье, описывающей работу [устройств АПВ](#), рассмотрены случаи пропадания электроэнергии по различным причинам и методы ее восстановления автоматикой линий электропередач в том случае, когда причины создания аварийных ситуаций самоустранились и перестали действовать.

Птица, пролетающая между проводами воздушной ЛЭП, может создать короткое замыкание через свои крылья. Это повлечет снятие напряжения с ВЛ отключением от защит силового выключателя на питающей подстанции.

Устройства АПВ через несколько секунд восстановят питание потребителей электроэнергией, а защиты в этот момент уже не отключат его потому, что пораженная током птица успеет упасть на землю.

Однако, если на воздушную ЛЭП от порыва ураганного ветра упадет рядом выросшее дерево, сломав опору, то произойдет длительное короткое замыкание, оборвутся провода, которые исключат быстрое автоматическое восстановление электроснабжения подключенных объектов.

Поломка опоры ВЛ-110 кВ в результате стихийного бедствия



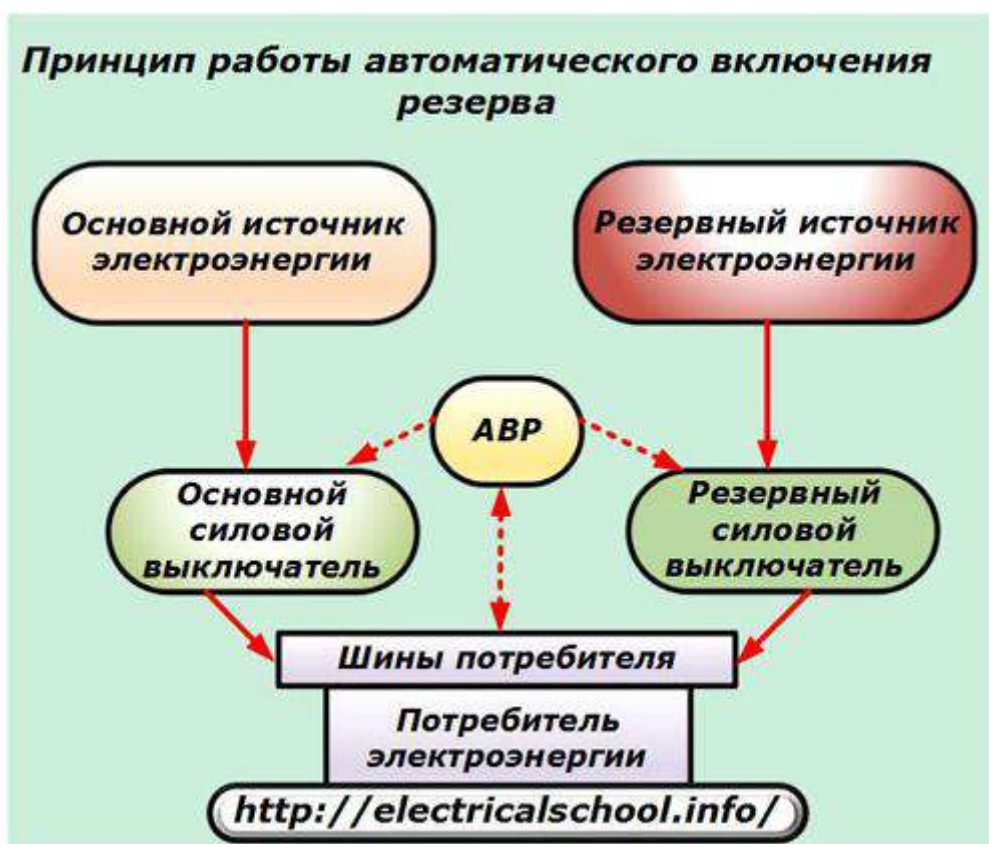
Все потребители этой линии не смогут получать питание до полного окончания ремонтных работ, которые могут растянуться на несколько суток...

Представим, что такое повреждение произошло на линии, которая снабжает электроэнергией районный город с большими производственными мощностями, например, использующими электрические печи в автоматическом режиме для плавки стекла.

С отключением электроэнергии плавильные ванны перестанут работать, а все жидкое стекло затвердеет. В итоге предприятие потерпит огромные материальные убытки, будет поставлено перед необходимостью остановки производства, проведения дорогостоящего ремонта...

Чтобы избежать подобных ситуаций на всех крупных производственных объектах предусматривается источник резервного электропитания, состоящий из дублирующей линии электропередачи от другой подстанции или собственная мощная генераторная установка.

На питание от нее потребуется переходить быстро и надежно. Для этого используются устройства автоматического включения резерва, сокращенно называемые АВР.



Таким образом, рассматриваемая автоматика предназначена для бесперебойного снабжения ответственных потребителей электроэнергией при возникновении серьёзных аварий на основной питающей линии за счет быстрого задействования резервного источника.

Требования, предъявляемые к АВР

Устройства автоматики ввода резервного питания должны срабатывать:

- максимально быстро после потери электроэнергии на основной линии;
- при любом пропадании напряжения на собственных шинах потребителя без анализа причин возникшей неисправности, если не предусмотрена блокировка запуска от определенного вида защит. Например, дуговая защита

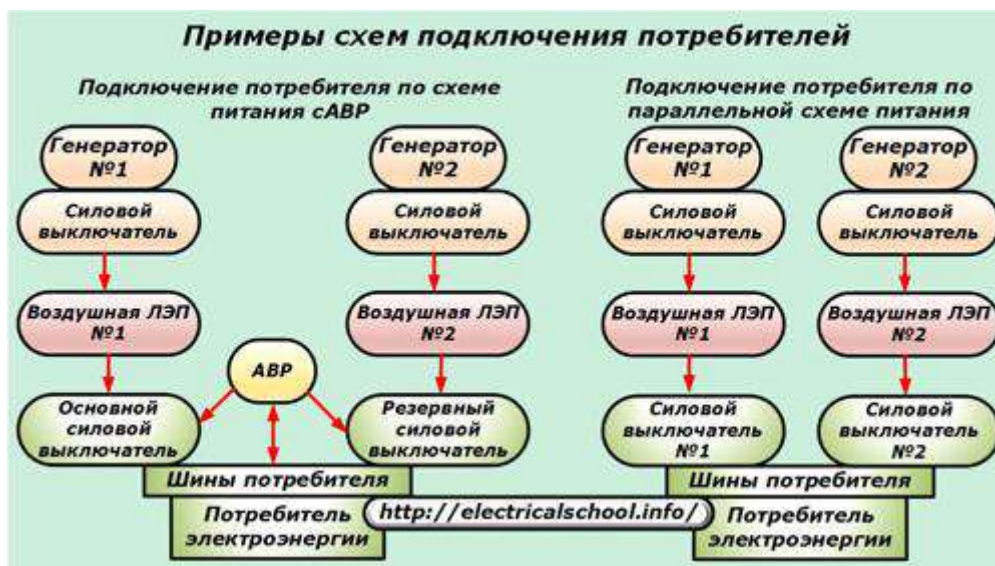
шин должна блокировать запуск АВР с целью предотвращения развития возникшей аварии;

- с необходимой задержкой при выполнении определенных технологических циклов. Например, во время включения под нагрузку мощных электродвигателей возможна «просадка» напряжения, которая быстро заканчивается;
- всегда только однократно, ибо иначе возможно многократное включение на не устраняемое короткое замыкание, способное полностью разрушить сбалансированную электрическую систему.

Естественным требованием, необходимым для надежной работы схемы, является постоянное поддержание ее в исправном состоянии и контроль технических параметров в автоматическом режиме.

Преимущества схемы АВР над параллельным питанием от двух источников

На первый взгляд, для питания ответственных потребителей можно вполне обойтись их одновременным подключением к двум разным линиям, берущих энергию от разных генераторов. Тогда при аварии на одной из ВЛ эта цепочка разорвется, а другая останется в работе и будет осуществлять бесперебойное питание.



Такие схемы уже создавались, но не получили массового практического применения из-за следующих недостатков:

- при возникновении коротких замыканий на любой линии токи значительно увеличиваются за счет подпитки энергией от обоих генераторов;
- на питающих трансформаторных подстанциях увеличиваются потери мощности;
- значительно усложняется схема управления электроснабжением за счет использования алгоритмов, одновременно учитывающих состояние потребителя и двух генераторов, возникновения перетоков мощностей;
- сложность реализации защит, взаимосвязанных алгоритмами на трех удаленных концах.

Поэтому питание потребителя от одного основного источника и автоматический переход на резервный генератор при пропадании напряжения считается наиболее перспективным. Время перерыва в энергоснабжении при этом способе может быть менее 1 секунды.

Особенности создания схем АВР

Для работы автоматики может быть заложен один из следующих алгоритмов:

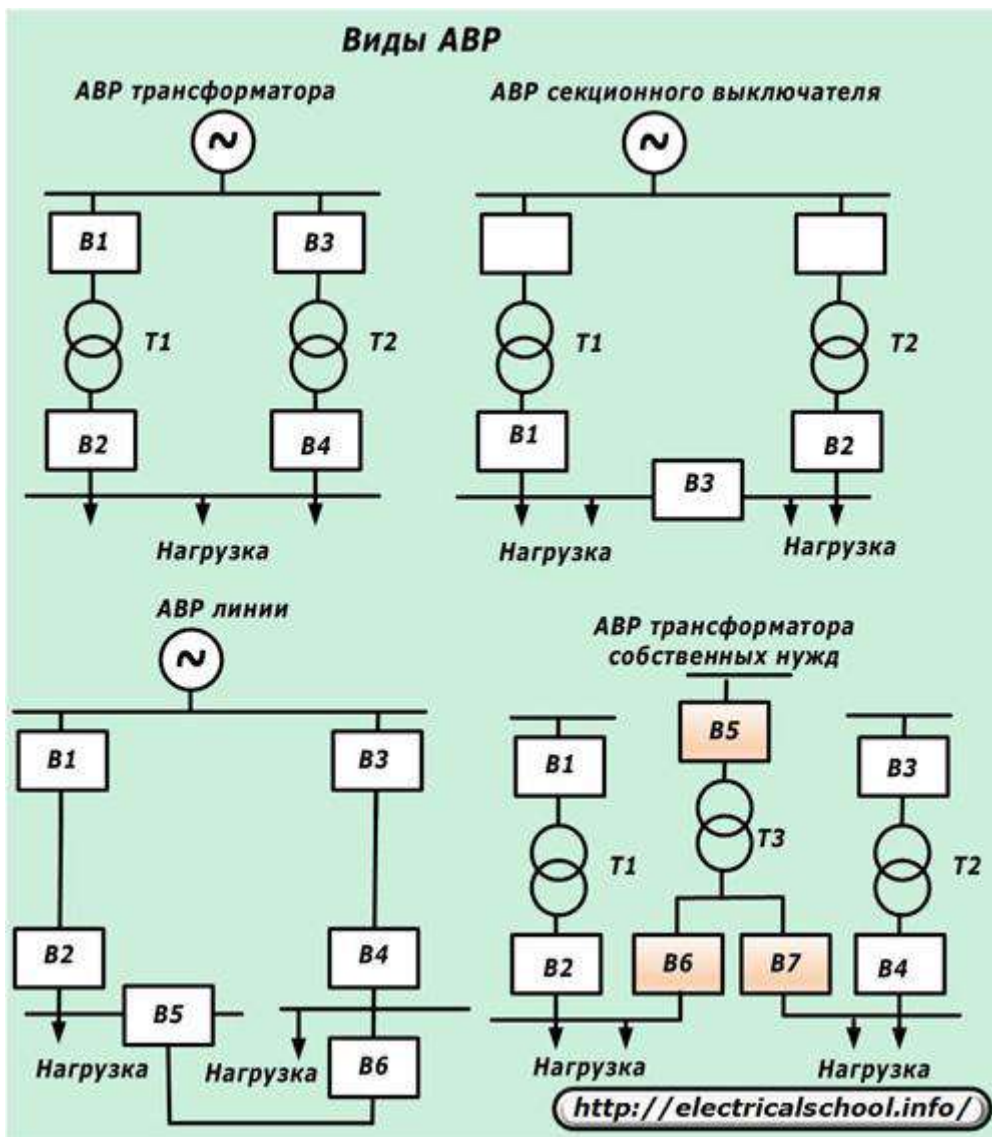
- одностороннее питание от рабочей станции с нахождением в горячем резерве дополнительной, вводимой в работу только при пропадании напряжения от основного источника;
- возможности двухстороннего использования любого из источников в качестве рабочей станции;
- способности схемы АВР автоматически возвращаться на питание от основного источника после восстановления напряжения на шинах входящего выключателя. При этом

создается последовательность срабатывания силовых коммутационных устройств, исключающих возможность подключения потребителя в режим параллельного питания от двух источников;

- простая схема АВР, исключающая переход на режим восстановления питания от основного источника в автоматическом режиме;
- ввод резервного питания должен происходить только в том случае, когда приняты меры подачи напряжения на поврежденный силовой элемент основного питания отключением соответствующего выключателя.

В отличие от автоматики АПВ устройства АВР показывают наибольшую эффективность при пропадании питания, оцениваемую в 90÷95%. За счет этого они широко применяются в системах энергоснабжения промышленных предприятий.

Автоматическое включение резерва применяется для питания линий электропередач, трансформаторов (силовых и собственных нужд), секционных выключателей.



Принципы, заложенные в работу АВР

Для анализа напряжения на линии основного питания используется измерительный орган, состоящий из реле контроля напряжения РКН в комплексе с измерительным трансформатором и его цепями. Высоковольтное напряжение первичной сети, пропорционально преобразованное во вторичную величину $0 \div 100$ вольт, поступает на обмотку контролирующего реле, которое выполняет роль пускового органа.

Настройка уставок реле РКН имеет особенность: требуется учитывать низкий необходимый уровень срабатывания пускового органа, обеспечивающего снижение напряжения до $20 \div 25\%$ номинальной величины.

Это связано с тем, что при близких коротких замыканиях происходит кратковременное «проседание напряжения», ликвидируемое срабатываниями токовых защит. А пусковые органы РКН необходимо отстраивать от этих процессов. Но при этом нельзя использовать обычные типы реле из-за их неустойчивой работы на начальном пределе шкалы.

Для эксплуатации в пусковых органах АВР используются специальные конструкции реле, исключающие вибрации и дребезг контактов при срабатывании на нижних пределах.

Когда питание оборудования происходит нормально по основной схеме, то реле контроля напряжения просто отслеживает этот режим. Стоит только напряжению исчезнуть, как РКН переключает свои контакты и этим выдает сигнал на электромагнит включения соленоида резервного выключателя для ввода его в работу.

При этом соблюдается определенная последовательность срабатывания силовых элементов первичной схемы, которая заложена в логику управления системы АВР при ее создании и настройке.

Кроме пропадания напряжения на основной линии питания, для полного срабатывания пускового органа АВР обычно необходимо выполнить проверку еще нескольких условий, например:

- отсутствие неустраненного КЗ на защищаемой зоне;
- включение вводного выключателя;
- наличие напряжения на резервной линии питания и некоторые другие.

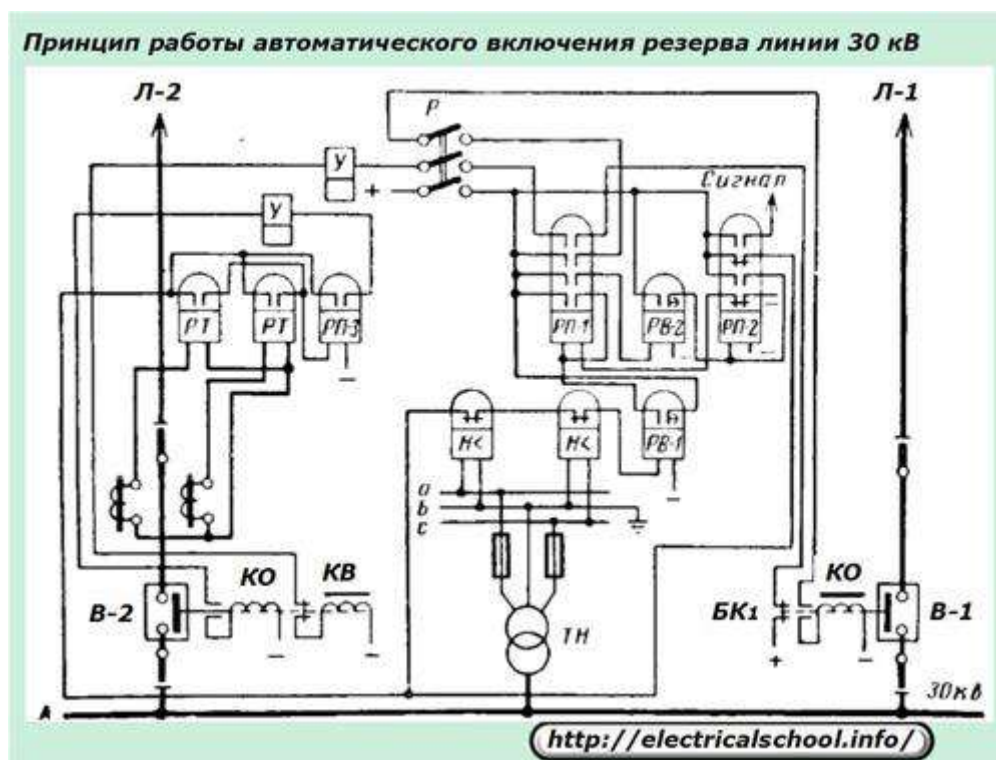
Все пусковые факторы, введенные для срабатывания АВР, проверяются в алгоритме логики и при соблюдении необходимых условий выдается команда на исполнительный орган с учетом выставленной временной уставки.

Примеры выполнения некоторых схем АВР

В зависимости от величины рабочего напряжения системы и сложности конфигурации сети схема АВР может иметь разную структуру, выполняться на постоянном или переменном оперативном токе или обходиться вообще без него за счет использования основного напряжения сети в схемах 0,4 кВ.

АВР высоковольтной линии на постоянном оперативном токе

Кратко рассмотрим логику работы релейной схемы резервирования питания линии с основным источником питания №1.



Если на участке Л-1 произойдет КЗ, то защиты отключат выключатель В-1 и на шинах присоединения пропадет напряжение. Реле минимального напряжения "Н<" почувствует это через измерительный ТН и сработают, подав + опер тока через сработавший с выдержкой времени контакт РВ на обмотку РП.

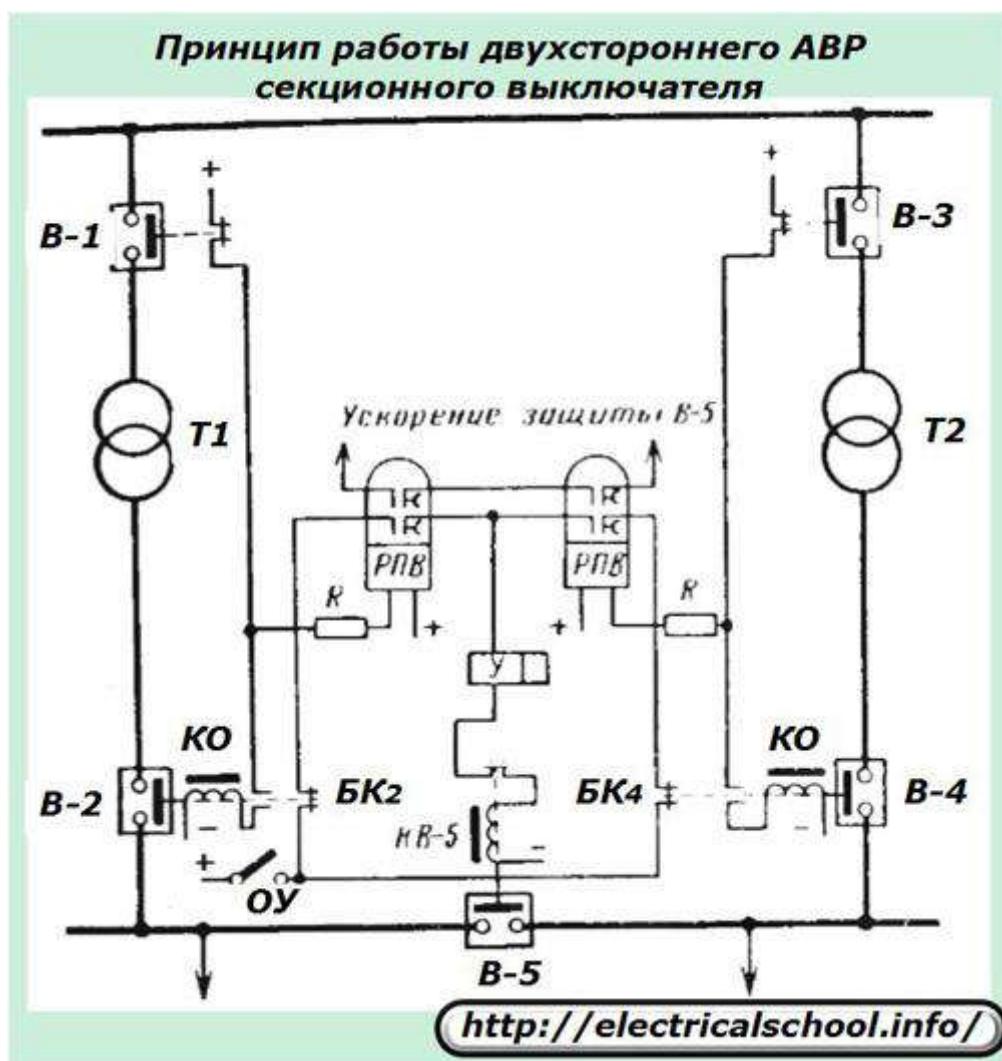
От его контактов запустятся команды на срабатывание целого ряда реле, выполняющих различные функции контроля и

выдачи управляющего сигнала на соленоид включения силового выключателя В-2.

В схеме обеспечивается однократность действия и выдача информации о срабатываниях сигнальными реле.

АВР секционного выключателя на постоянном оперативном токе

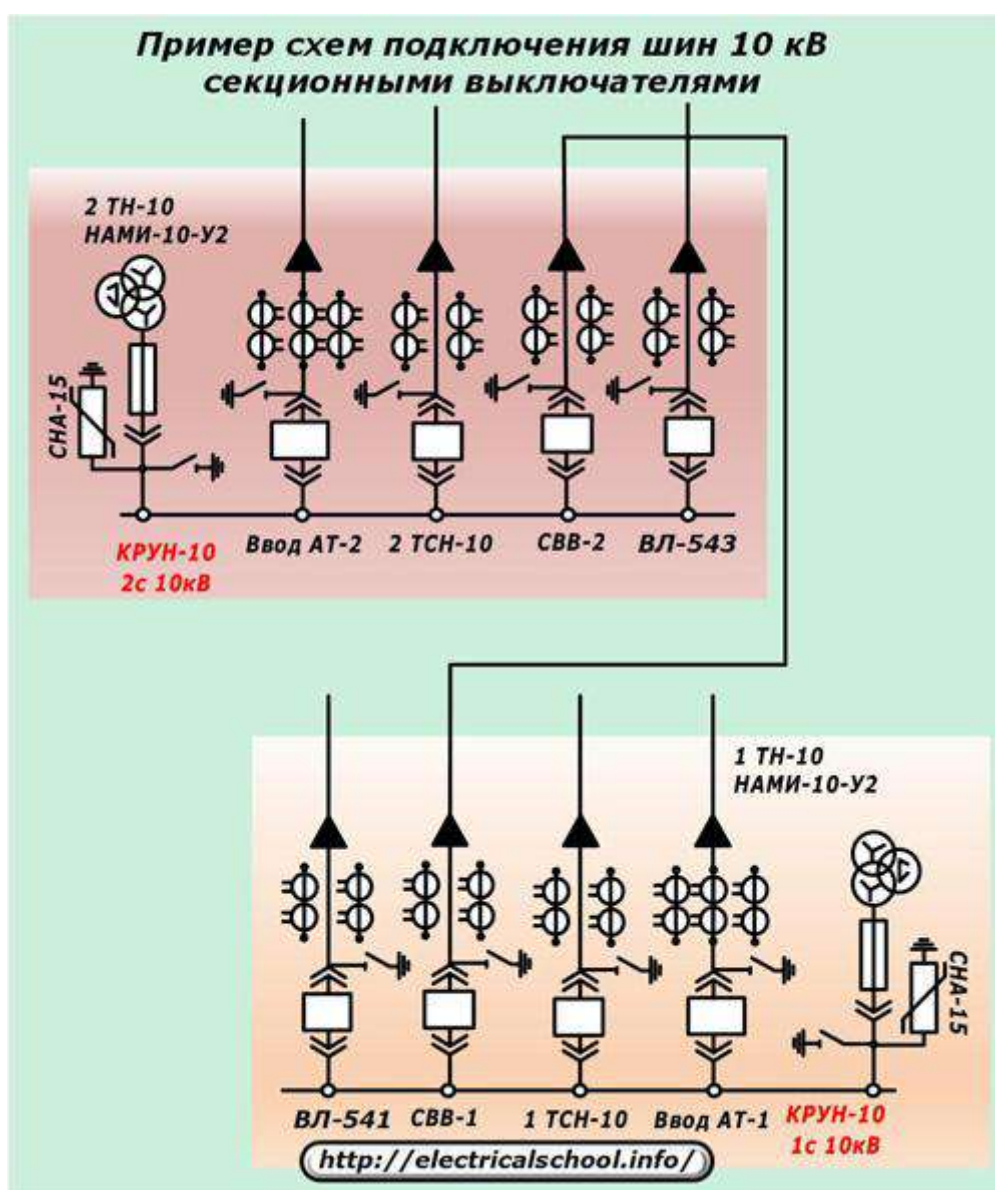
Рабочие силовые трансформаторы Т1 и Т2 запитывают свою секцию шин, разъединенных секционным выключателем В-5.



При отключении или выводе из работы любого из этих трансформаторов подача питания на отключенный участок осуществляется коммутацией выключателя В-5. Реле РПВ обеспечивает однократность действия АПВ.

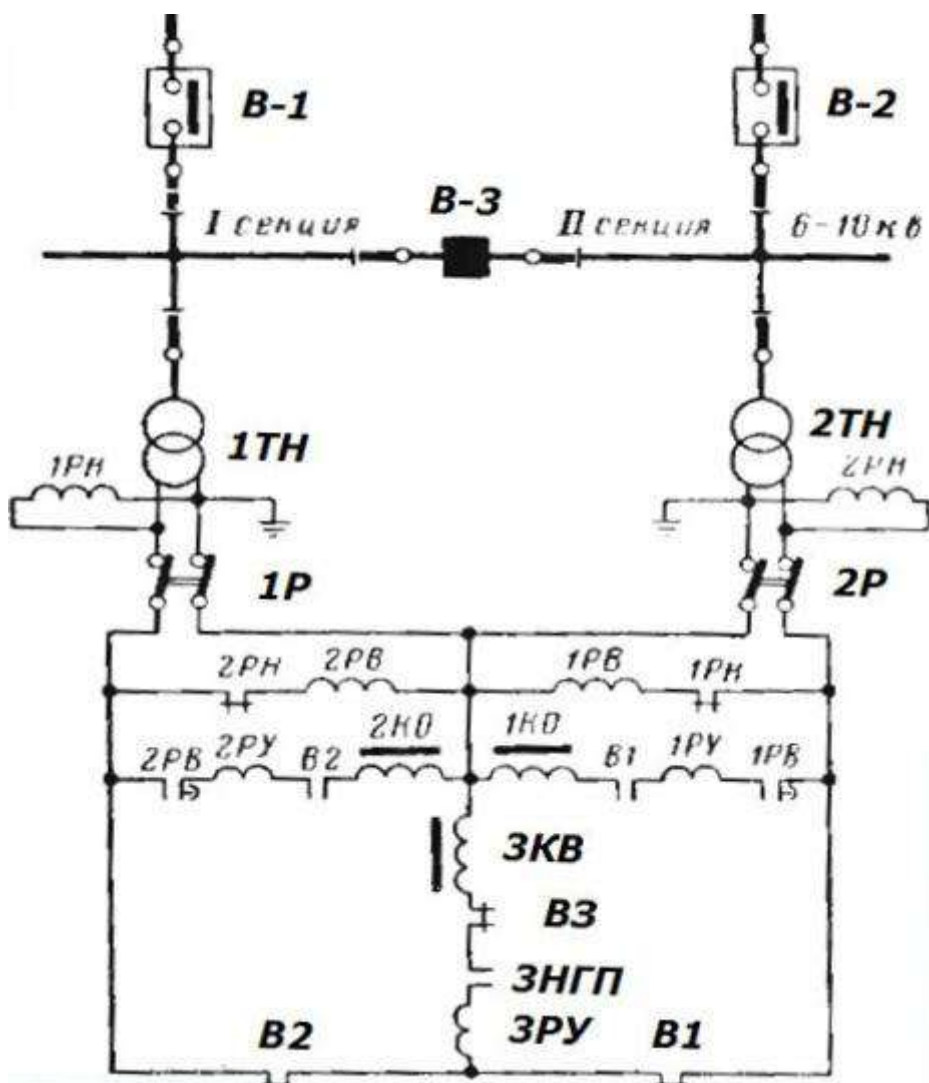
Работа схемы построена на взаимодействии блок-контактов выключателя с подачей + опер тока на обмотки реле РПВ и сигнальные блинкера. Здесь же предусмотрено оперативное ускорение ОУ, вводимое в работу на время выполнения переключений дежурным персоналом.

Принцип формирования логики работы АВР может быть изменен. Например, при эксплуатации схемы с включением дополнительного секционного выключателя, как показано на картинке ниже, потребуются дополнительные пусковые и логические элементы.



АВР секционного выключателя на переменном оперативном токе

Особенности работы автоматики на источниках, использующих энергию от расположенных на подстанции измерительных ТН, можно оценить по следующей схеме.

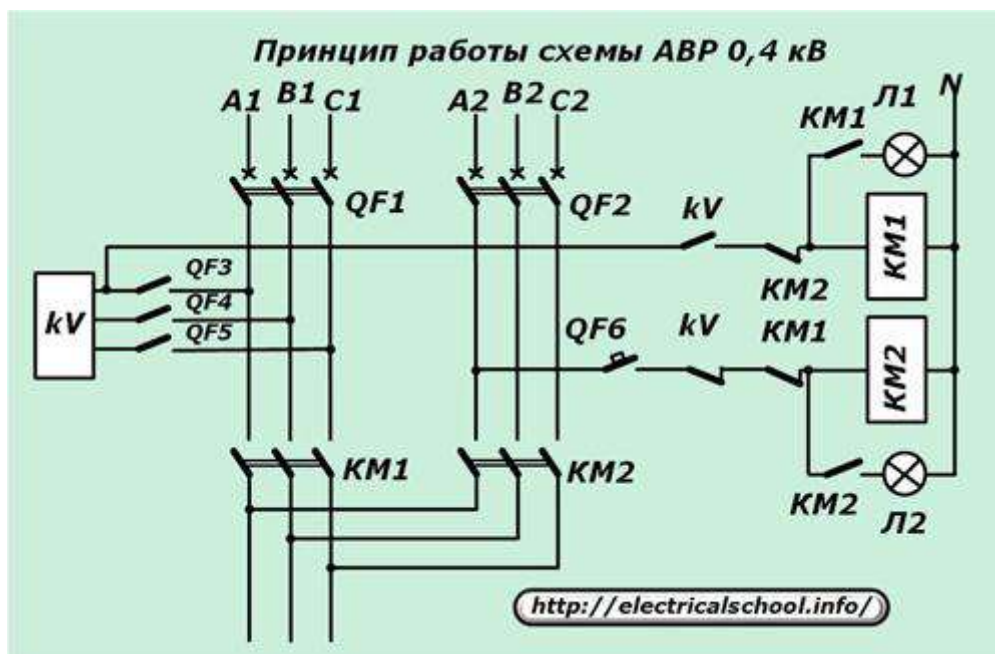


Здесь контроль напряжения на каждой секции выполняют реле 1РН и 2РН. Их контакты запускают в работу органы отсчета времени 1РВ или 2РВ, которые воздействуют через блок-контакты и обмотки блинкеров на соленоиды силовых выключателей.

Принцип выполнения АВР потребителей сети 0,4 кВ

При создании резервного питания трехфазной сети используют магнитные пускатели КМ1, КМ2 и реле минимального напряжения kV, контролирующее параметры основной линии Л1.

Обмотки пускателей подключены от одноименных фаз своих линий через коммутационные контакты логики к заземленному нулю, а силовые контакты врезаны в шины питания потребителя с обеих сторон.



Контактная система реле напряжения в любом положении подключает в сеть только один какой-то пускатель. При наличии напряжения на линии Л1 кV сработает и своим замыкающим контактом включит обмотку пускателя КМ1, который своей силовой цепью будет запитывать потребителя и подключит свою сигнальную лампочку, одновременно выводя из работы обмотку КМ2.

При пропадании напряжения на Л1 реле кV разрывает цепь питания обмотки пускателя КМ1 и запускает КМ2, выполняющего для линии Л2 те же функции, что и КМ1 для своей цепочки в предыдущем случае.

Силовые рубильники QF1 и QF2 служат для полного снятия напряжения со схемы.

Этот же алгоритм может быть взят за основу для создания питания ответственных потребителей в сети однофазного

питания. Просто в нем надо исключить лишние элементы и применить однофазные пускатели.

Особенности современных комплектов АВР

Для объяснения принципов построения алгоритмов автоматики была намеренно использована старая релейная база, позволяющая более доступно понять работающие алгоритмы.

Современные статические и микропроцессорные устройства работают по этим же схемам, но имеют улучшенный вид, меньшие габариты, обладают более удобными настройками и возможностями.

Их создают отдельными блоками или целыми комплектами, собранными в специальных модулях.



Для промышленного использования комплекты АВР выпускают полностью готовыми к использованию комплектами, размещенными в специальных защищенных корпусах.