



Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем

Лекция № 16

Автоматическое повторное включение

Составил: Пономарев Е.А.,
ассистент каф. ЭСС ЭНИН

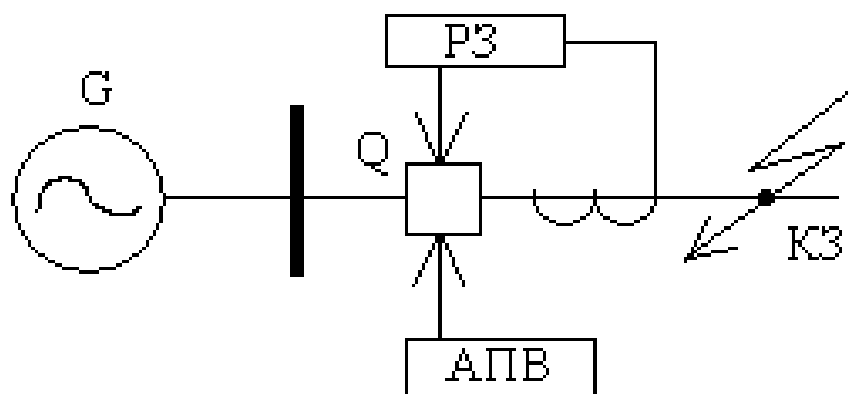
Общие сведения.

Практика эксплуатации энергосистем показала, что большинство КЗ являются неустойчивыми, т.е. такими, которые самоустраиваются после кратковременного снятия напряжения.

Использование автоматического повторного включения позволяет в 50-90% случаях восстановить работу потребителей.

Устройство автоматики, выполняющее повторное включение электроустановки после отключения ее от релейной защиты, называют - *автоматическим повторным включением (АПВ)*.

Принцип работы АПВ.



АПВ может оказаться успешным (питание потребителя восстановится) или неуспешным (при котором снова срабатывает PЗ). Из-за высокой эффективности АПВ, этот вид автоматики обязателен к установке на всех линиях, напряжением большим 1 кВ.

Классификация АПВ.

Условно все устройства АПВ можно классифицировать по ряду признаков.

Количество включаемых фаз:

- Однофазные (на линиях 500 кВ и выше);
- Трехфазные;
- Комбинированные.

Экономическая обоснованность однофазного АПВ заключается в том, что большинство замыканий в сетях 500 кВ и выше являются однофазными (до 80%).

Классификация АПВ.

Трехфазные АПВ делятся на 2 группы:

- 1) АПВ на линиях с односторонним питанием.
- 2) АПВ на линиях с двухсторонним питанием, которое в свою очередь делится на следующие виды:
 - а) несинхронное АПВ (НАПВ). Включает выключатели по концам линии одновременно ($t_{Q1}=t_{Q2}$);
 - б) быстродействующее АПВ (БАПВ);
 - в) АПВ с ожиданием синхронизма (АПВОС). Сначала включает выключатель с одной стороны, а затем с другой;
 - г) АПВ с улавливанием синхронизма (АПВУС).

Классификация АПВ.

По числу повторных циклов включения АПВ:

- Однократного действия (повторное включение осуществляется 1 раз). Эффективность составляет 65-90%;
- Многократного действия (повторное включение осуществляется 2 или 3 раза). Эффективность составляет 10-15% и 3-5% соответственно.

По виду включаемого оборудования:

- АПВ линий;
- АПВ трансформаторов;
- АПВ шин.

По способу пуска.

Расчет параметров АПВ линии с односторонним питанием.

1) Расчет АПВ на линиях с односторонним питанием заключается в определении задержки времени на срабатывание.

Задержка времени определяется двумя факторами:
Дуга, возникаемая в месте повреждения, за время бестоковой паузы должна погаснуть:

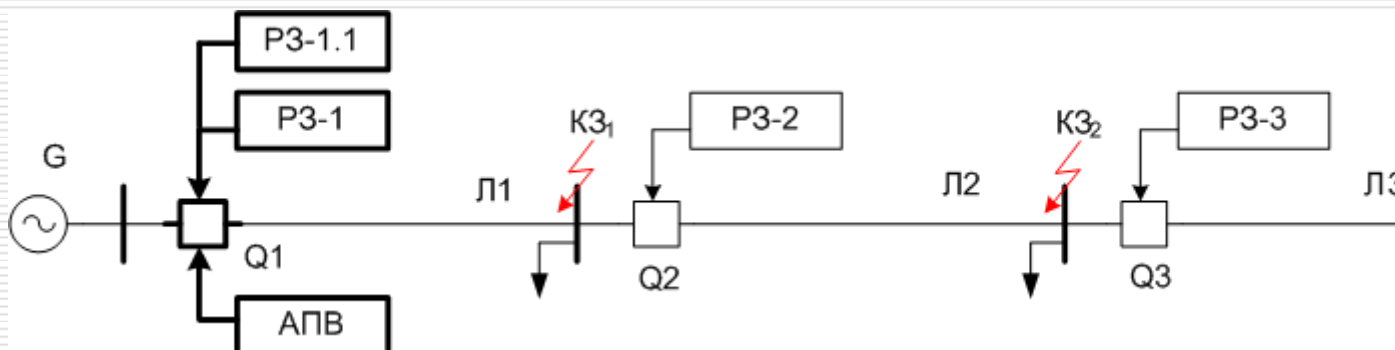
$$t_{\text{апв}} \geq t_{\text{гд}} + \Delta t.$$

2) Привод выключателя должен быть готов к повторному включению:

$$t_{\text{апв}} \geq t_{\text{гот. прив. Q}}$$

Согласование действия релейной защиты и АПВ.

1. Ускорение действия защиты до АПВ.



РЗ-1, РЗ-2, РЗ-3 --- селективные защиты;

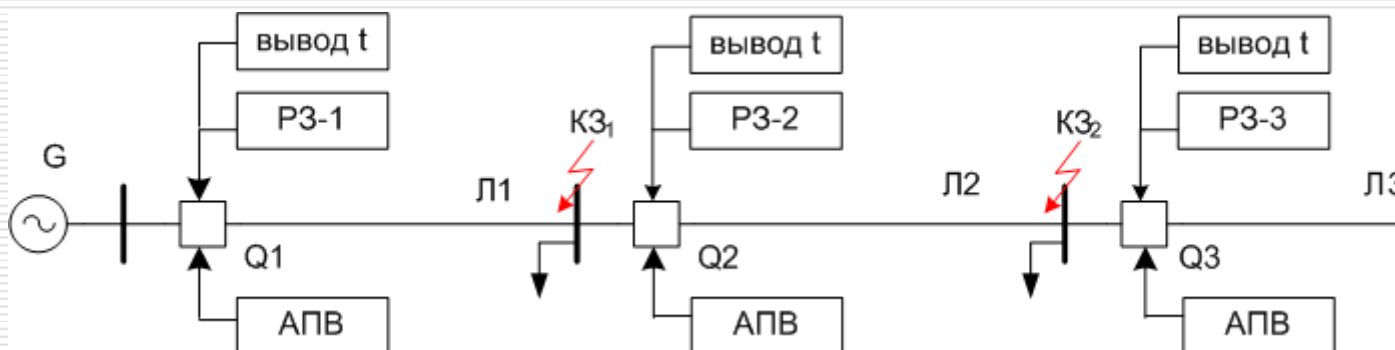
РЗ-1.1 --- неселективная защита мгновенного действия;

АПВ --- автоматическое повторное включение;

Q1 --- головной выключатель.

Согласование действия релейной защиты и АПВ.

2. Ускорение действия защиты после АПВ.



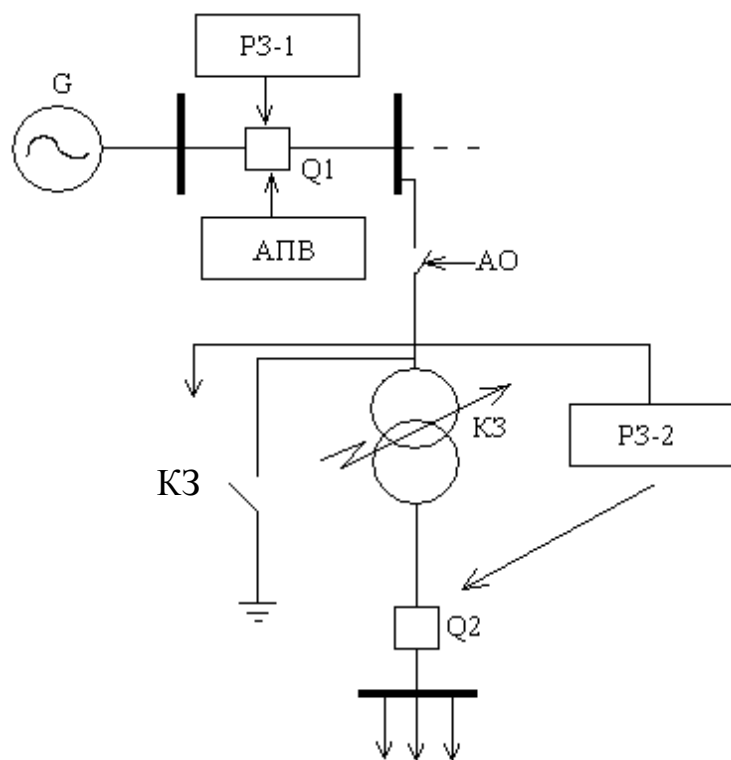
РЗ-1, РЗ-2, РЗ-3 --- селективные защиты;

АПВ --- автоматическое повторное включение.

В случае неуспешного АПВ выдержка времени защит исключается, и защита действует мгновенно.

Согласование действия релейной защиты и АПВ.

3. АПВ на линиях с ответвлениями.

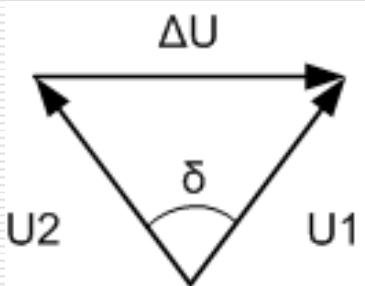


АО – автоматический
отделитель;
КЗ – короткозамыкатель.

Особенности АПВ линий с двухсторонним питанием

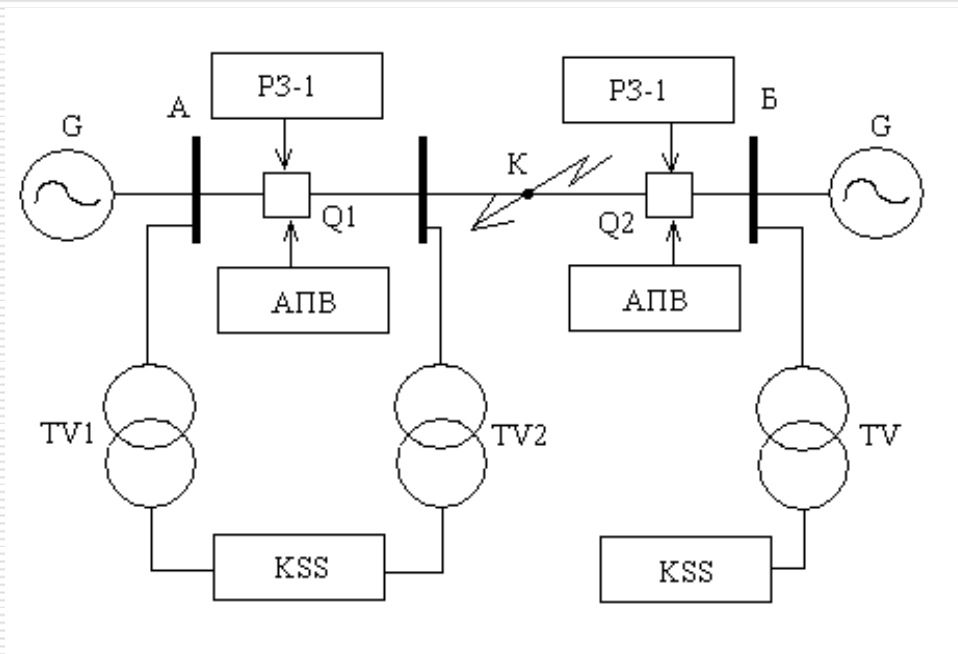
Особенностью применения АПВ на линиях с двухсторонним питанием является возможность появления броска тока при включении линии под напряжение.

В случае если линия является единственной связью между двумя энергосистемами (что бывает довольно редко), то при ее отключении энергосистемы начинают работать несинхронно. При этом в момент включения линии вектора напряжений по концам линии разойдутся на угол δ .



$$I_{\text{ур.}} = \frac{\Delta U}{Z_L}$$

АПВ с ожиданием синхронизма

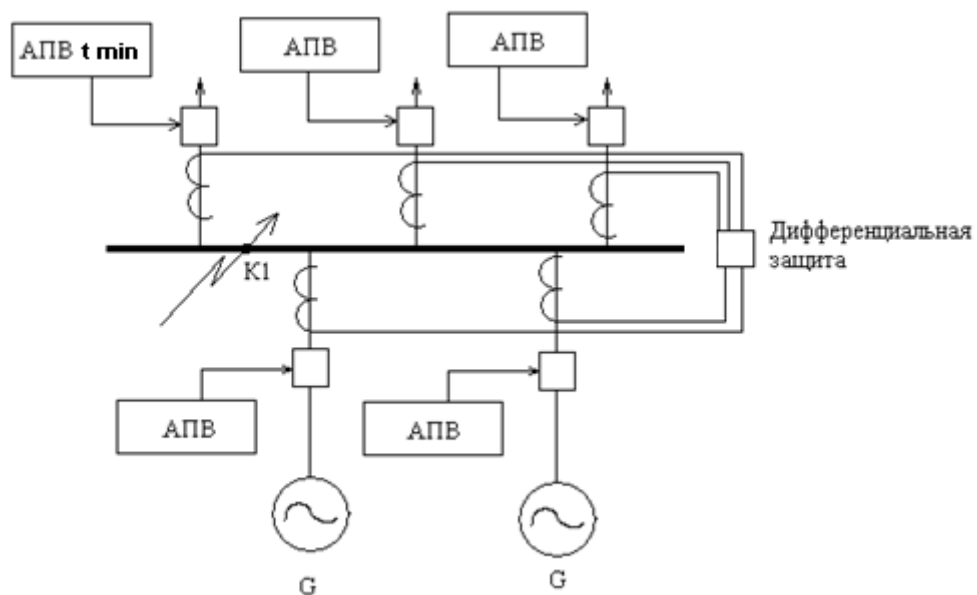


Условия синхронного
включения:

1. $|U_A|=|U_B|$
2. $f_A=f_B$
3. $\delta \approx 0$

TV – трансформаторы напряжения;
KSV – реле контроля напряжения;
KSS – реле контроля синхронизма.

Особенности выполнения АПВ шин



АПВ t_{min} – автоматическое повторное включение с минимальной выдержкой времени.