



# Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем

---

Лекция № 19

## **Включение синхронных генераторов на параллельную работу**

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

## Понятие синхронизации.

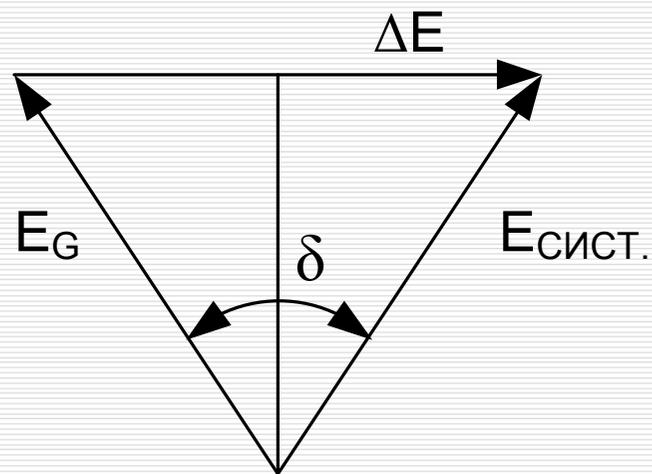
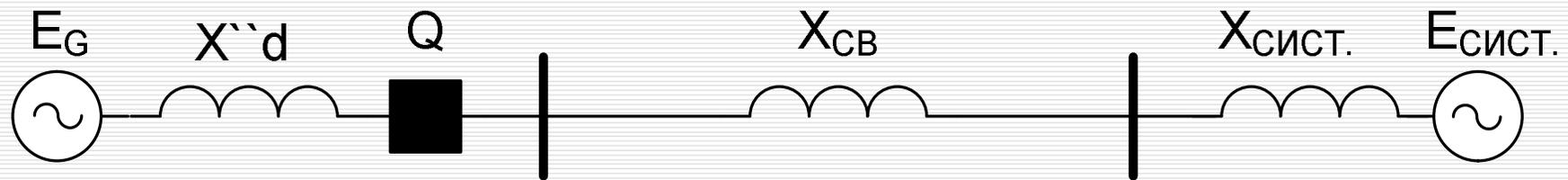
---

Процесс включения генераторов на параллельную работу называется *синхронизацией*.

Другими словами, *синхронизация* – процесс уравнивания частоты вращения и напряжения включаемого генератора с частотой вращения работающих генераторов и напряжением на электростанции, а также выбор соответствующего момента времени для подачи импульса на включение выключателя генератора.

Различают два типа синхронизации: *точная синхронизация* и *самосинхронизация*.

## Процессы при включении возбужденного генератора на параллельную работу.



$$I_{ур} = \frac{\Delta E}{X''_d + X_{СВ.} + X_{СИСТ.}}$$

$$|E_G| = |E_{СИСТ.}| = E$$

$$I_{ур} = \frac{2E}{X''_d + X_{СВ.} + X_{СИСТ.}} \sin \frac{\delta}{2}$$

## Процессы при включении возбужденного генератора на параллельную работу.

---

Для мощной энергосистемы:

$$X_d'' \gg X_{св.} + X_{сист.}$$

Тогда можно записать:

$$I_{ур} = \frac{2E}{X_d''} \sin \frac{\delta}{2}$$

Из полученного выражения очевидно, что наибольшее значение уравнительного тока будет при угле  $\delta = 180^\circ$ .

$$I_{ур} = \frac{2E}{X_d''}$$

## Условия включения генераторов на параллельную работу

---

1. Необходимо, чтобы ЭДС генератора и ЭДС системы были равны по модулю:

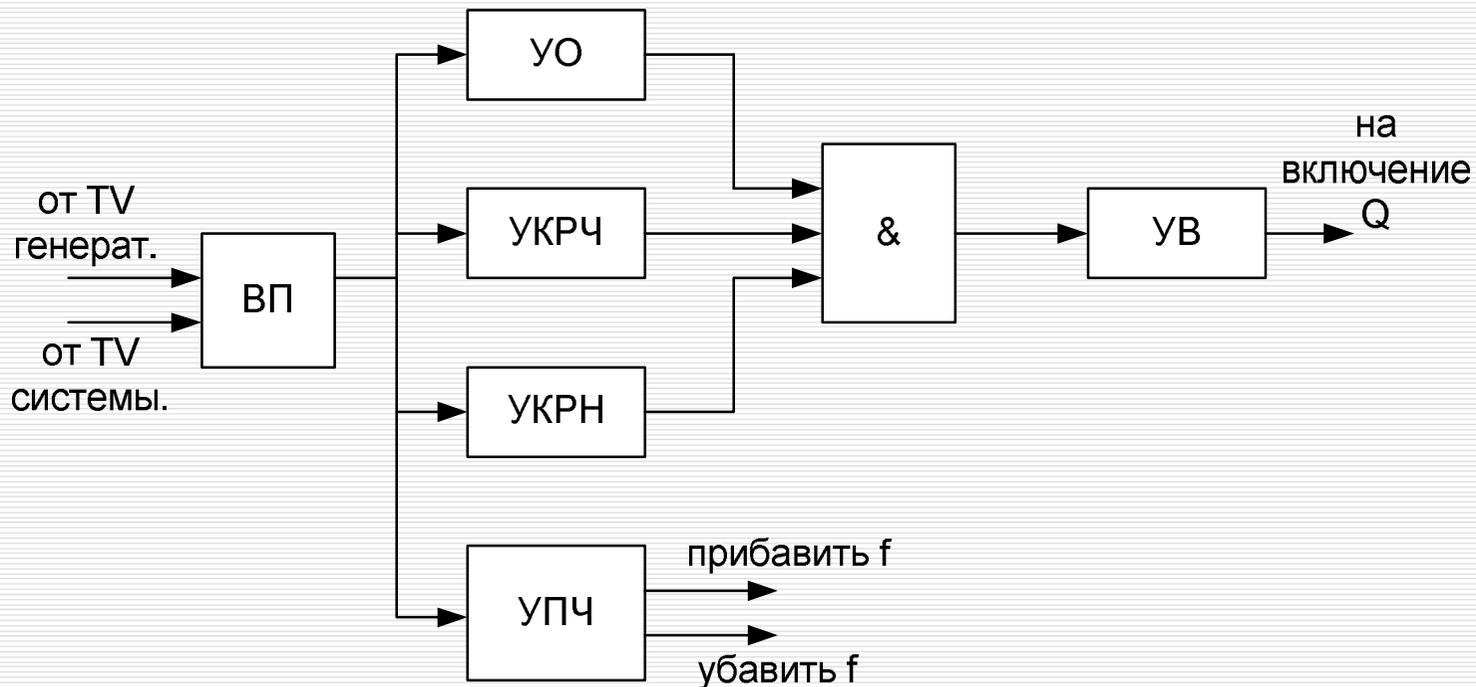
$$|E_G| = |E_C|$$

2. Частоты генератора и системы должны быть равны:

$$f_G = f_{\text{сист.}}$$

3. Подать команду на включение генераторного выключателя, когда угол  $\delta$  близок к нулю.

# Автоматизация процесса включения генераторов на параллельную работу



Типичная структурная схема синхронизатора с постоянной времени опережения

# Автоматизация процесса включения генераторов на параллельную работу

---

*ВП* – входные преобразователи;

*УО* – узел опережения;

*УКРЧ* – узел контроля разности частоты;

*УКРН* – узел контроля разности напряжений;

*УВ* – узел включения;

*УПЧ* – узел подгонки частоты.

## **Включение генераторов на параллельную работу методом самосинхронизации**

---

1. Возбужденный генератор разворачивается до скорости, близкой к синхронной;
2. Выравниваются напряжения генератора и системы;
3. С генератора снимается возбуждение;
4. Включается генераторный выключатель;
5. Сразу после включения выключателя на генератор подается возбуждение.

# Включение генераторов на параллельную работу методом самосинхронизации

---

Так как в момент включения  $E_G = 0$ , то можем записать:

$$I_{ур} = \frac{E_{сист.}}{X_d'' + X_{св.} + X_{сист.}}$$

Принимая во внимание, как и ранее, что:

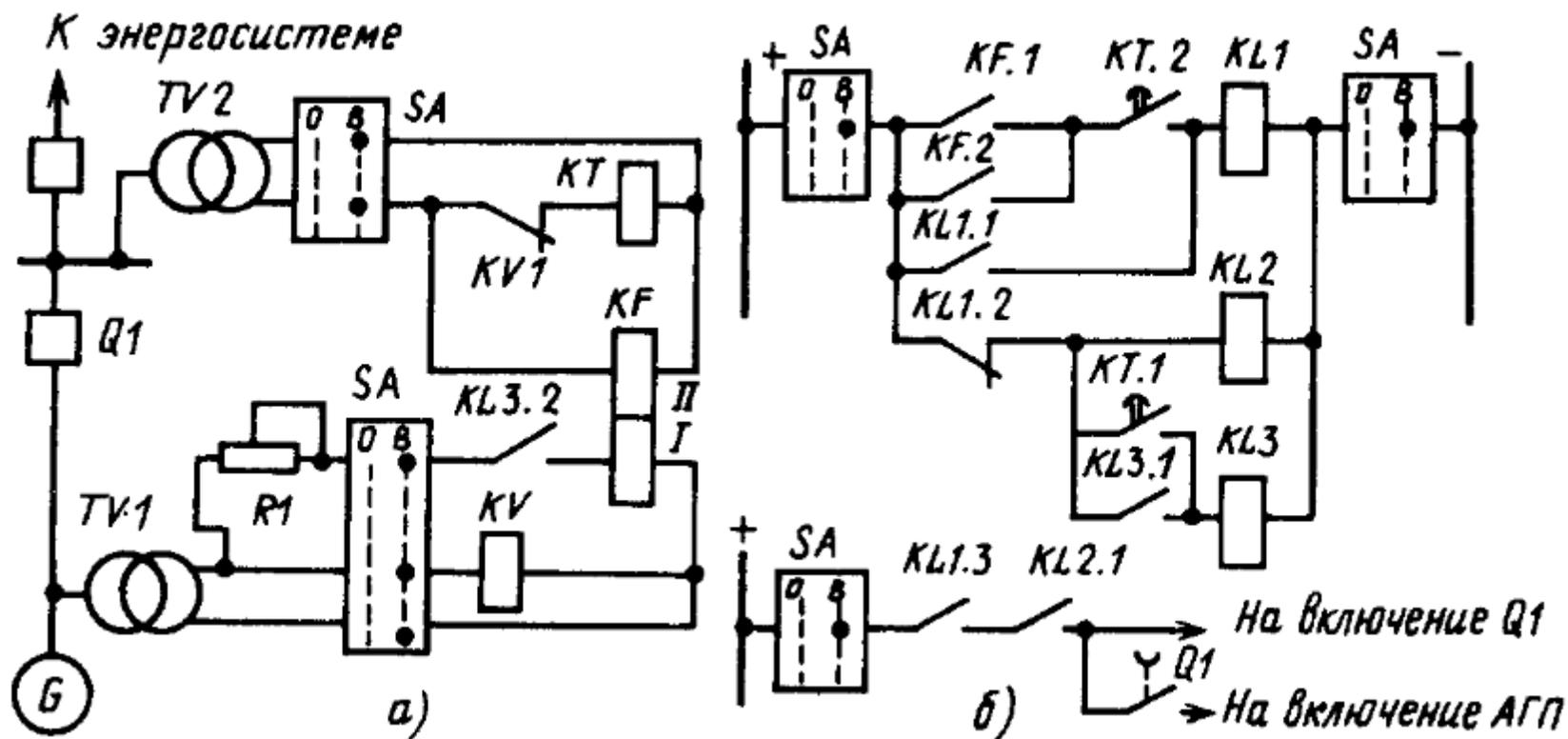
$$X_d'' \gg X_{св.} + X_{сист.}$$

получим:

$$I_{ур} = \frac{E_{сист.}}{X_d''}$$

- что равносильно току трехфазного КЗ на выводах генератора

## Схема устройства полуавтоматической самосинхронизации



а) цепи переменного напряжения; б) цепи оперативного тока

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

## Заключение

---

1. Метод точной синхронизации не опасен для генератора, т.к. уравнивающий ток при этом не превышает номинального тока генератора. Недостаток этого метода – может занять длительное время.
2. Преимущество метода самосинхронизации – быстрота включения, что бывает очень важным в аварийных режимах. В основном метод находит применение для гидрогенераторов.