



Гибкие электропередачи



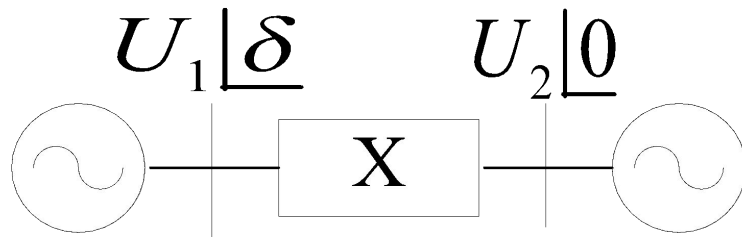
Цель лекции: Знакомство с видами, принципом работы, функциями устройств гибкой передачи переменного тока и способами повышения пропускной способности линий электропередачи.

План лекции

- Управление передачей мощности и повышение пропускной способности гибкой передачи
- Виды и принцип работы устройств гибкой передачи переменного тока (FACTS-устройства).
- Преимущества и недостатки устройств гибкой передачи переменного тока, основанных на силовой электронике



Повышение пропускной способности гибкой передачи



$$P = \frac{U_1 \cdot U_2}{X} \cdot \sin \delta$$

$$Q_1 = \frac{U_1(U_1 - U_2 \cdot \cos \delta)}{X}$$

$$Q_2 = \frac{U_2(U_2 - U_1 \cdot \cos \delta)}{X}$$

Способы повышения предела передаваемой мощности

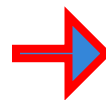
- Деление линии с установкой устройств компенсации реактивной мощности
- Продольная емкостная компенсация параметров линии
- Увеличение напряжений по концам установкой источников реактивной мощности



Управляемые самокомпенсирующиеся линии электропередачи

Снижение
индуктивного
сопротивления

X_L



Повышение
пропускной
способности ЛЭП



Снижение индуктивного сопротивления
сближением фаз на минимально
допустимое расстояние



Управляемые самокомпенсирующиеся линии электропередачи

Удельное индуктивное сопротивление фазы
одноцепной линии с проводами из цветных
металлов с учетом взаимодействия фаз

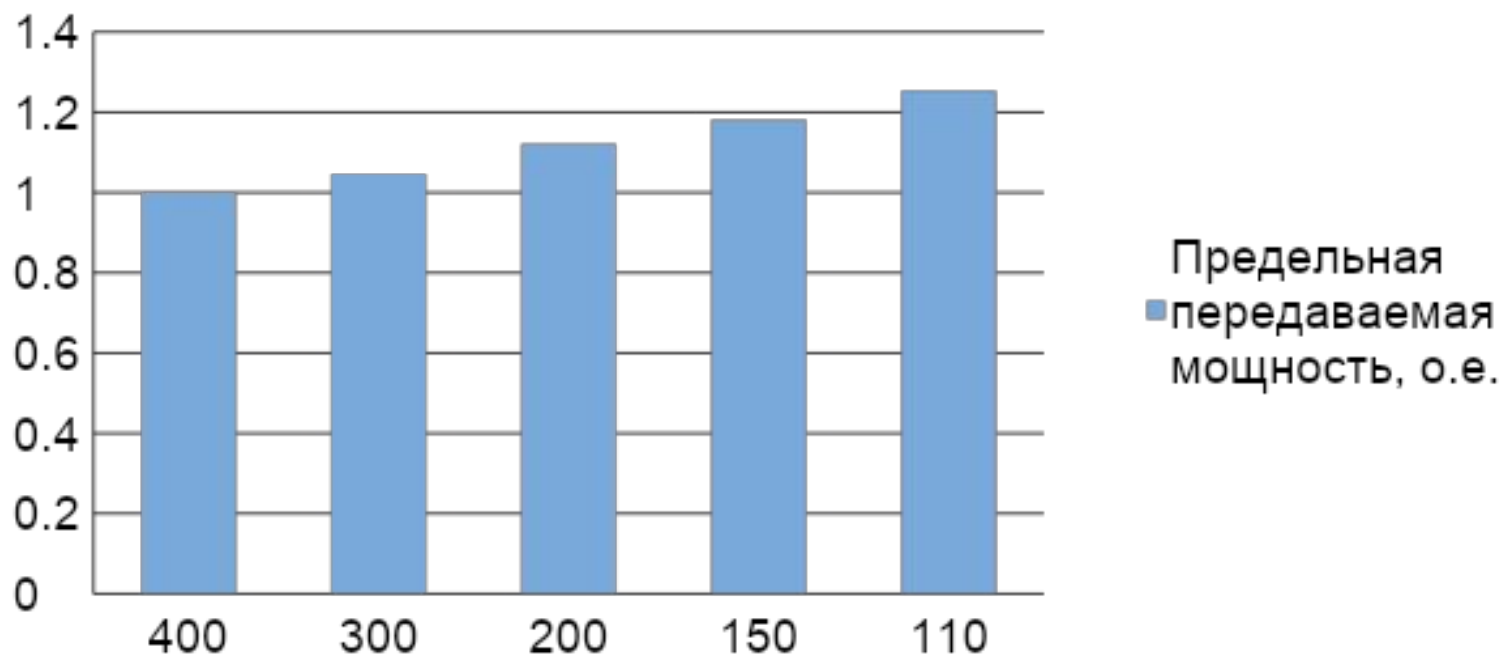


$$X_{lg} = 0,1445 \left(\frac{D_{cp}}{r'_3} \right) \frac{0,0157}{m}$$

$$D_{cp} = \sqrt[3]{D_{12} \times D_{13} \times D_{23}},$$



Управляемые самокомпенсирующиеся линии электропередачи





Управляемые самокомпенсирующиеся линии электропередачи

**Опытно-
промышленная
СВЛ-110 кВ**





Виды и принцип работы устройств гибкой передачи переменного тока

Электромеханические FACTS-устройства

↓

Синхронный
компенсатор

↓

Коммутируемые
устройства продольной и
поперечной компенсации

↓

Линейный
регулируемый
трансформатор

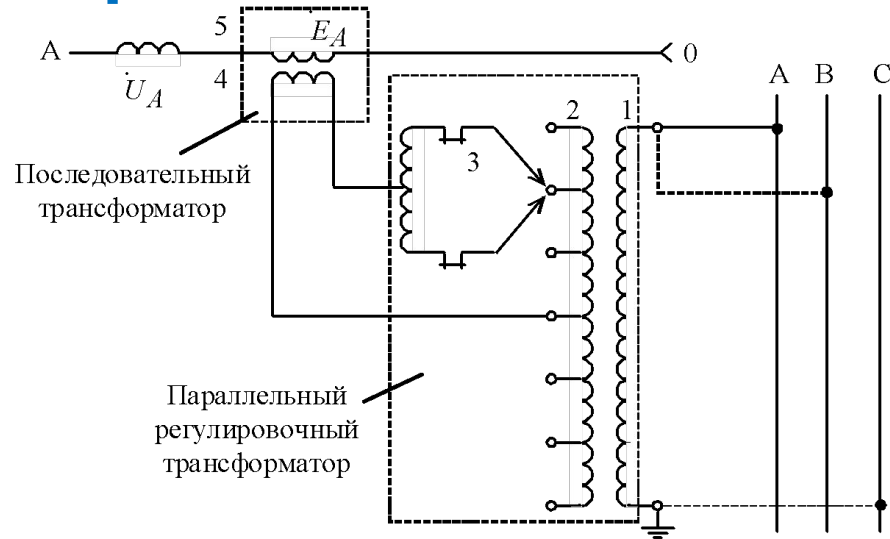
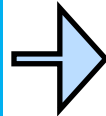
↓

Фазопоротный
регулируемый
трансформатор

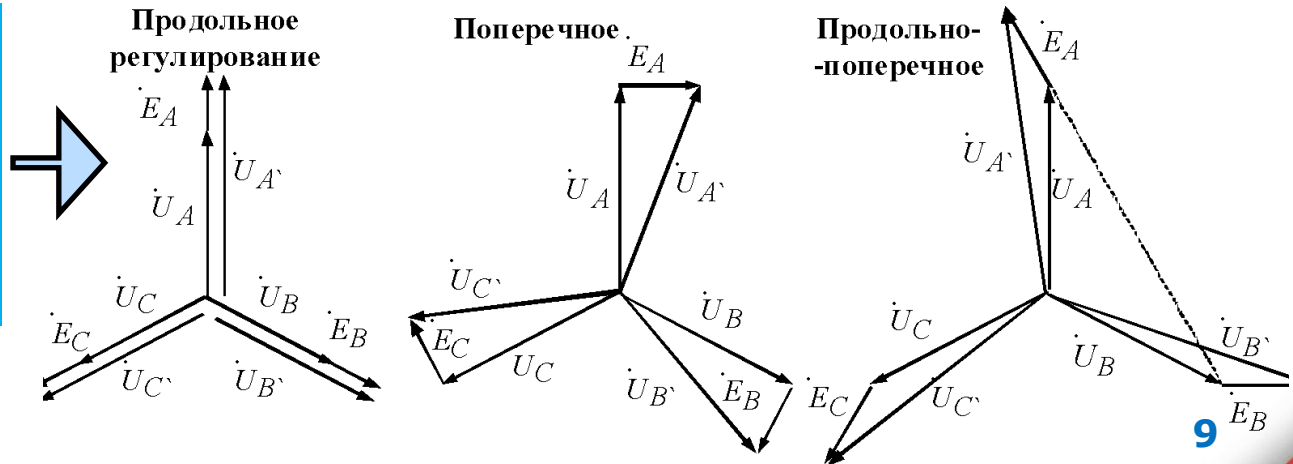


Виды и принцип работы устройств гибкой передачи переменного тока

Фазоповоротный регулировочный трансформатор



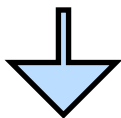
Векторные диаграммы регулирования



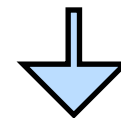


Виды и принцип работы устройств гибкой передачи переменного тока

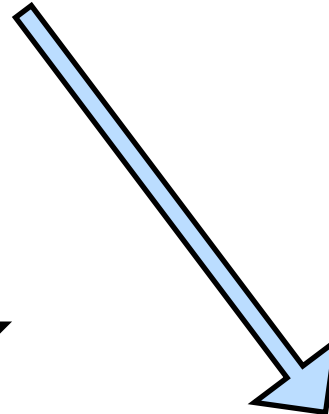
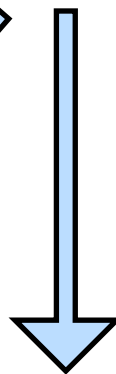
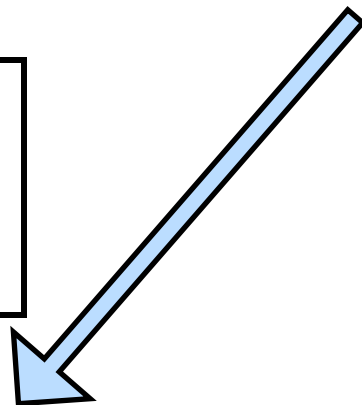
FACTS-устройства на силовой электронике



Статический
тиристорный
компенсатор



Статический
синхронный
компенсатор



Продольный
синхронный
компенсатор

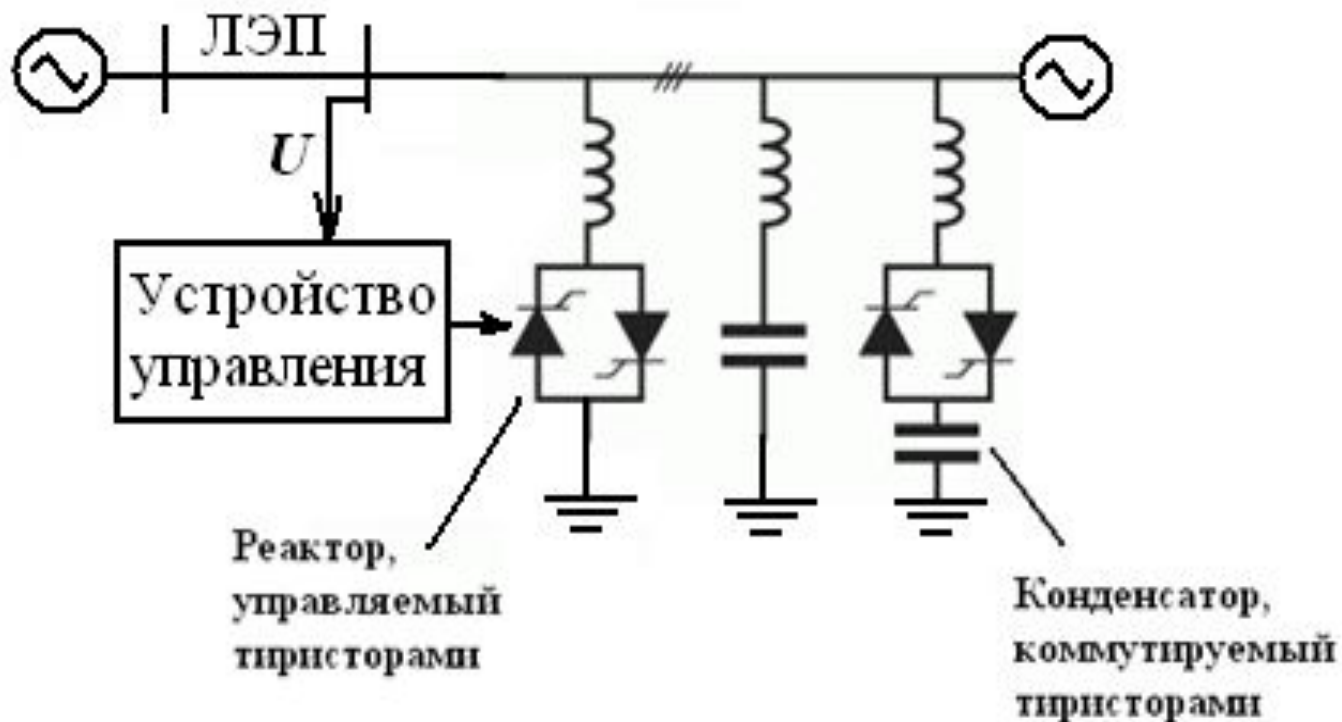
Объединенный
регулятор перетока
мощности

Продольный
управляемый
конденсатор



Виды и принцип работы устройств гибкой передачи переменного тока

Статический тиристорный компенсатор





Виды и принцип работы устройств гибкой передачи переменного тока

СТАТКОМ

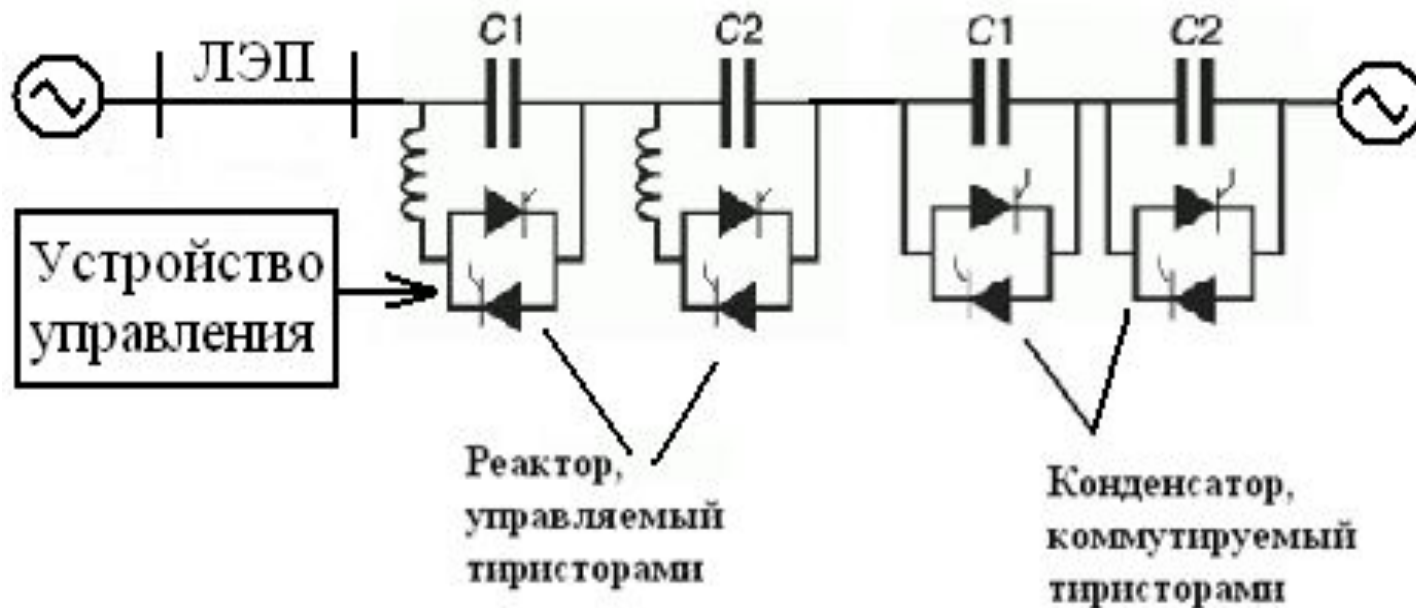
50 МВАр,
15,75 кВ,
разработан
ВНИИЭ для
замены
синхронного
компенсатора
на ПС
Выборгская





Виды и принцип работы устройств гибкой передачи переменного тока

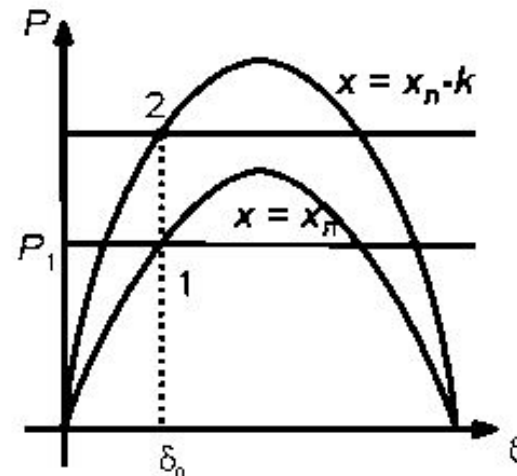
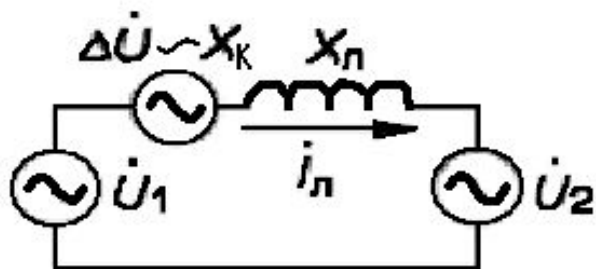
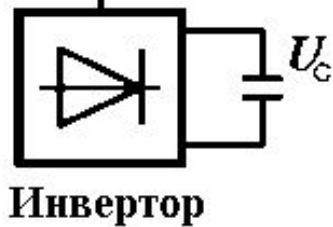
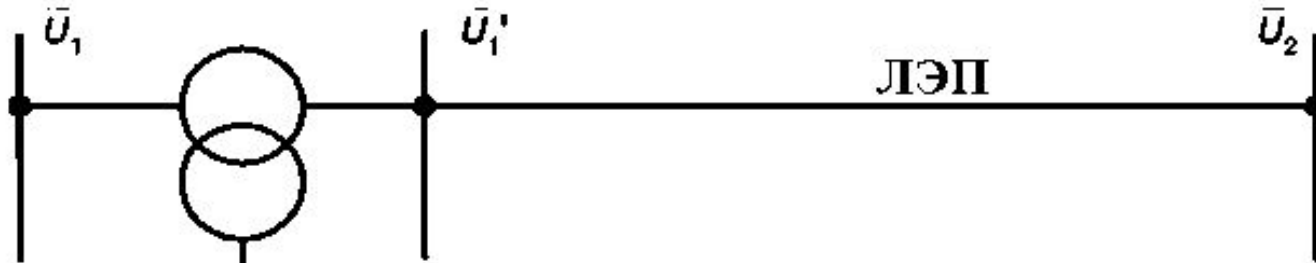
Продольный управляемый конденсатор





Виды и принцип работы устройств гибкой передачи переменного тока

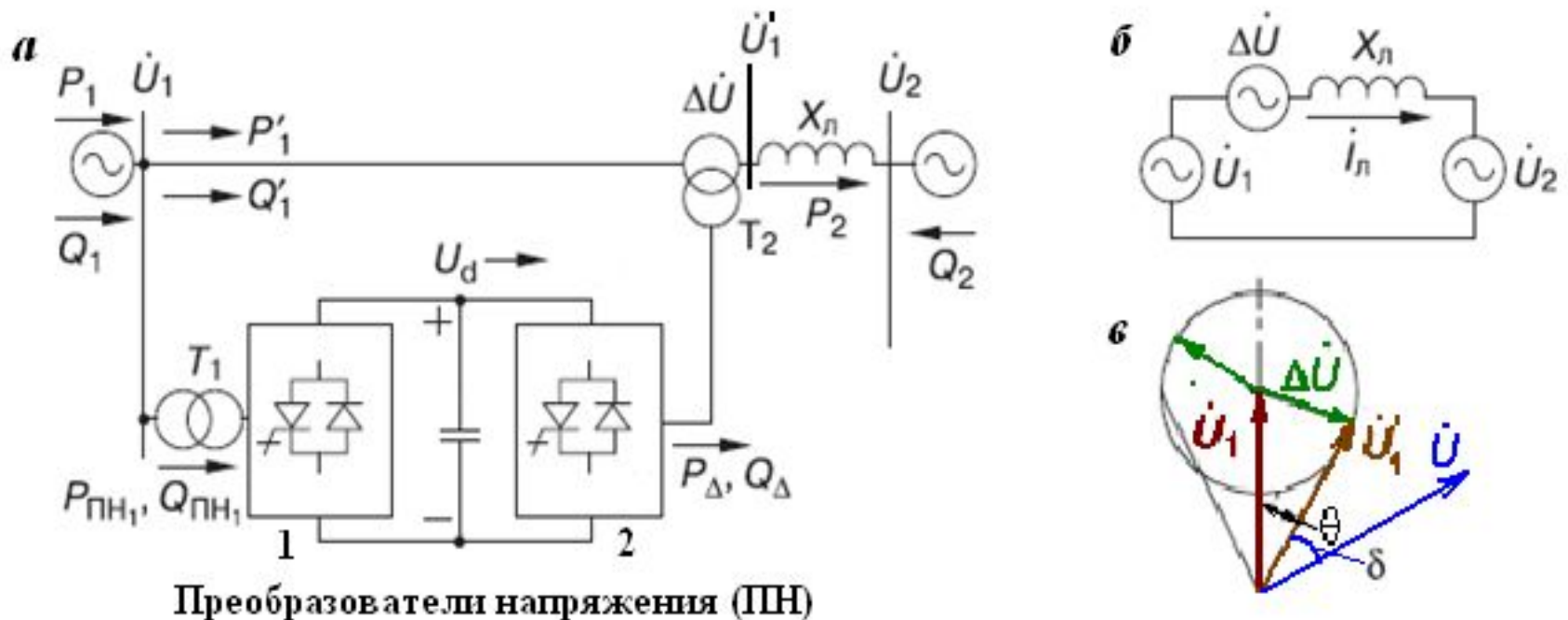
Продольный синхронный компенсатор





Виды и принцип работы устройств гибкой передачи переменного тока

Объединенный регулятор перетока мощности



Преобразователи напряжения (ПН)



Преимущества и недостатки FACTS-устройства на силовой электронике

Достоинства

- Широкий диапазон регулирования
- Высокая надежность
- Высокое быстродействие

Недостатки

- Дороговизна
- Генерация высших гармоник
- Сложность эксплуатации и управления



Спасибо за внимание!