

Экнис - Инжиниринг

СТАТКОМ - Системы динамической компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения.

Практический опыт внедрения при строительстве СЭС большой мощности.

Дмитрий ПЛАКСИН



Опыт внедрений



ПОКРОВСЬКА

сонячна електростанція

240 МВт

Генподрядчик:
Siemens

Состав
Сист.Дин.Комп-ии:

SVG 4x8 МВАр
FC 4x5 МВАр
Изг-ль: RXPE

Генподрядчик:
СМЕС (КНР)

Состав
Сист.Дин.Комп-ии:

SVG 4x12 МВАр
FC 4x5 МВАр
Изг-ль: XD

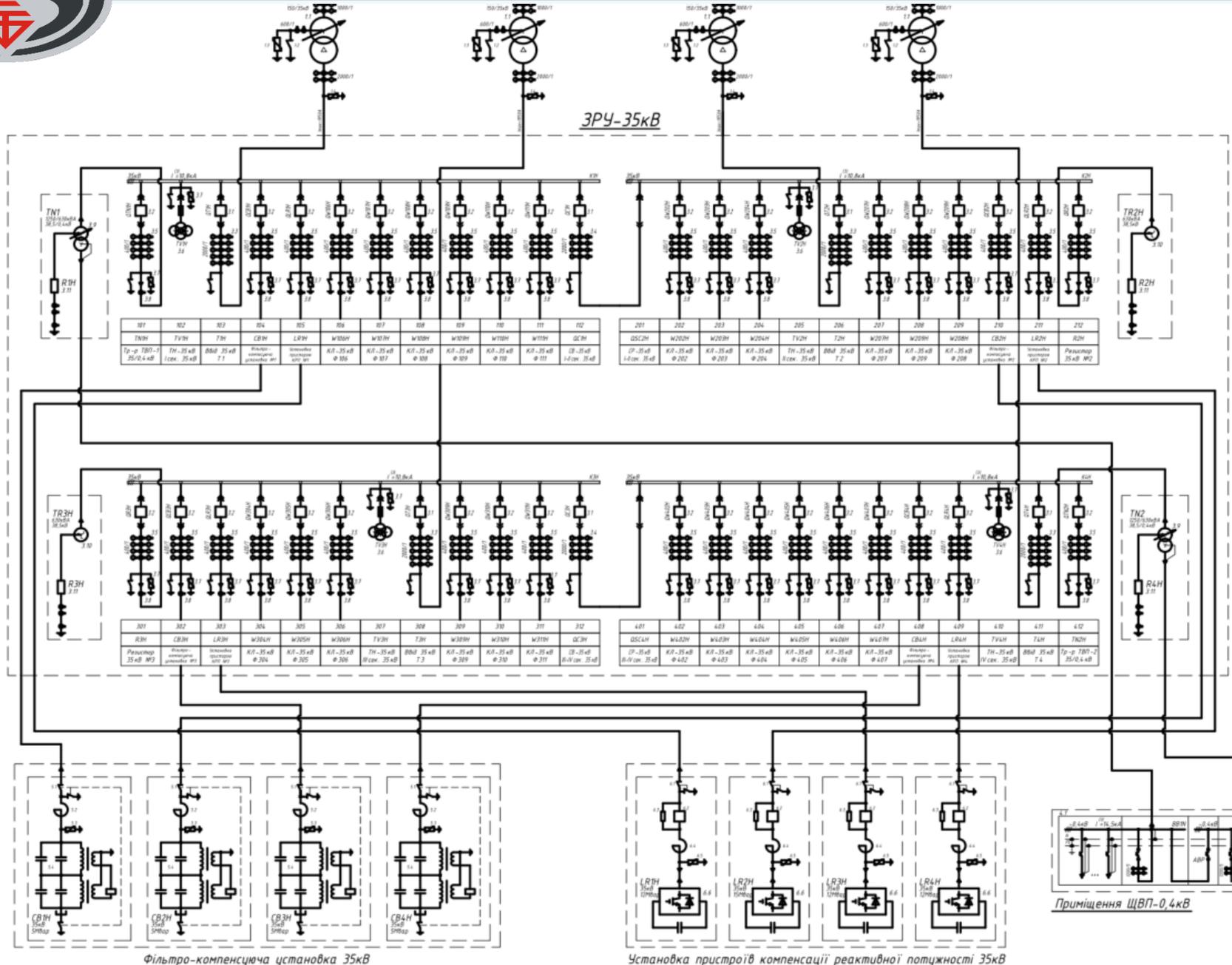


Нікопольська СЕС

200 МВт



Однолинейная схема 35 кВ

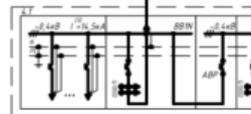
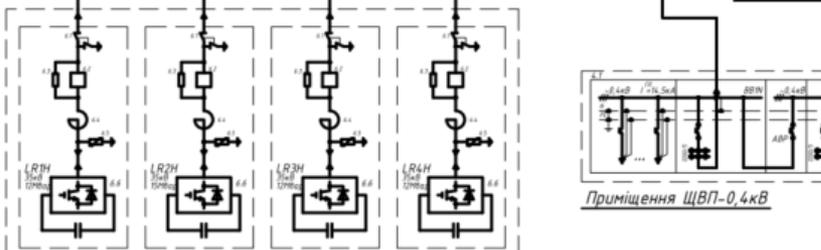
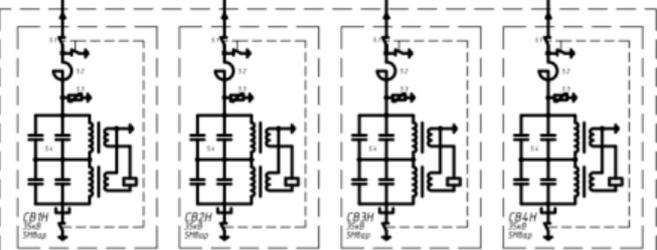


001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012
ТКВ	ТКВ	ТКВ	СВВ	ЛКВ	М30В	М30В	М30В	М30В	М30В	М30В	СВВ
Тр-п Т80-1 35/0,4 кВ	Тр-п 35 кВ 35/0,4 кВ	ВВВ 35 кВ 7,1	Присп. компенсації реактивної пот.	Присп. компенсації реактивної пот.	КП-35 кВ Ф 306	КП-35 кВ Ф 307	КП-35 кВ Ф 308	КП-35 кВ Ф 309	КП-35 кВ Ф 310	КП-35 кВ Ф 311	СВ-35 кВ 4-сек. 35 кВ

201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212
СВВ	М30В	М30В	М30В	ТКВ	ТКВ	М30В	М30В	М30В	СВВ	ЛКВ	РКВ
СВ-35 кВ 4-сек. 35 кВ	КП-35 кВ Ф 202	КП-35 кВ Ф 203	КП-35 кВ Ф 204	Тр-п 35 кВ 35/0,4 кВ	ВВВ 35 кВ 7,2	КП-35 кВ Ф 207	КП-35 кВ Ф 208	КП-35 кВ Ф 209	Присп. компенсації реактивної пот.	Присп. компенсації реактивної пот.	Ректор 35 кВ Р2

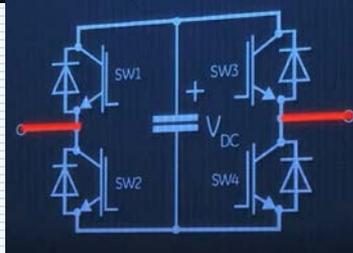
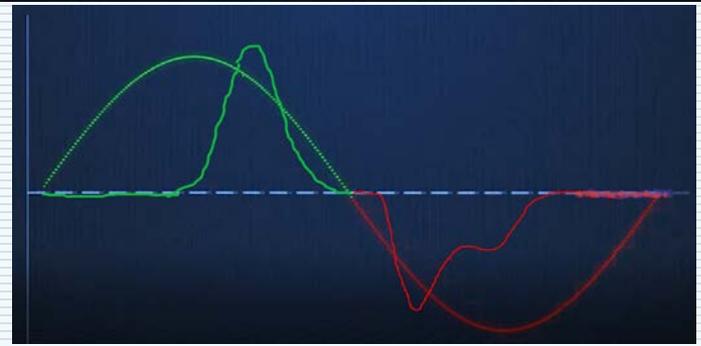
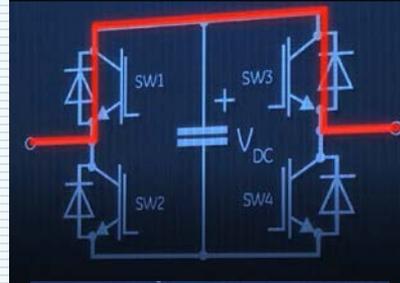
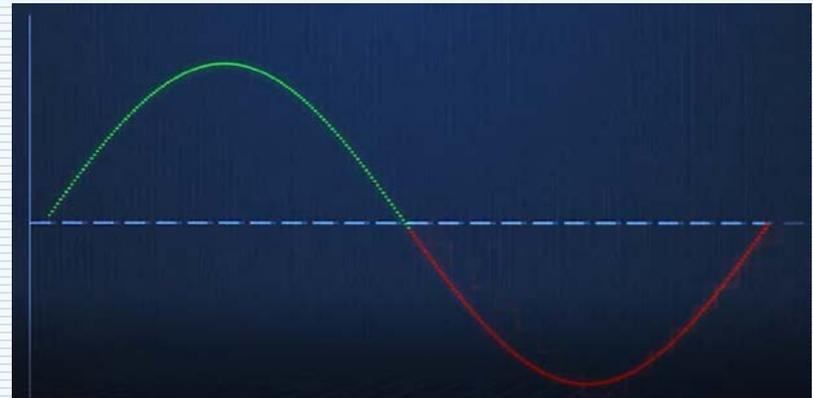
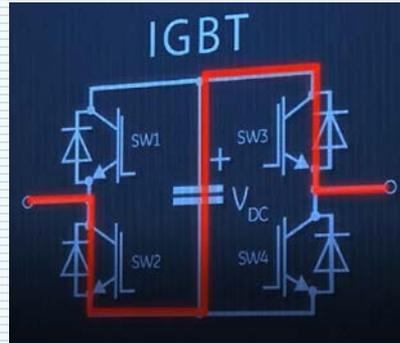
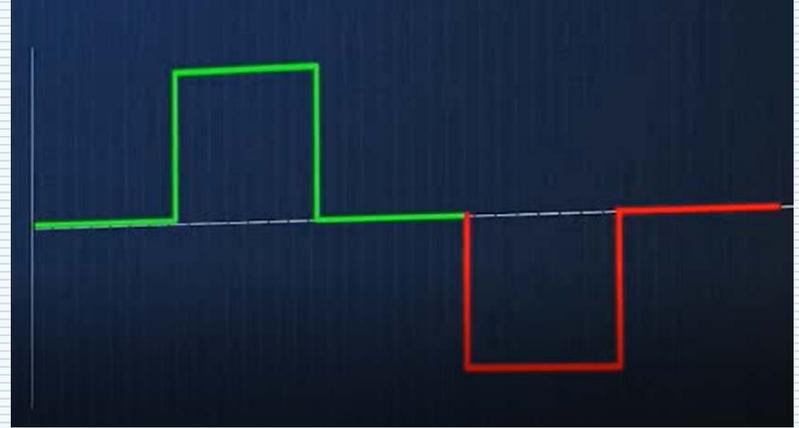
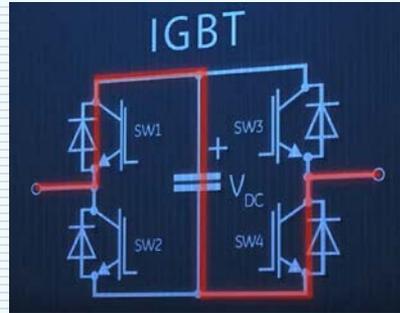
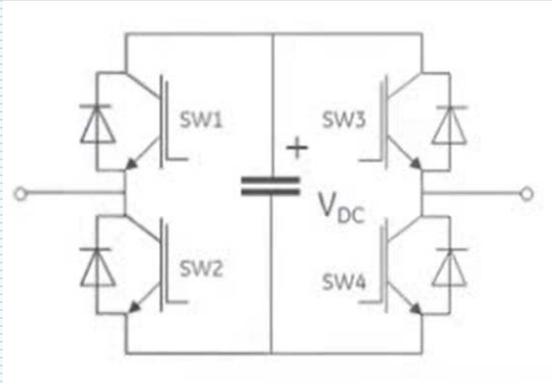
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312
РКВ	СВВ	ЛКВ	М30В	М30В	М30В	ТКВ	ТКВ	М30В	М30В	М30В	СВВ
Ректор 35 кВ Р2	Присп. компенсації реактивної пот.	Присп. компенсації реактивної пот.	КП-35 кВ Ф 304	КП-35 кВ Ф 305	КП-35 кВ Ф 306	Тр-п 35 кВ 35/0,4 кВ	ВВВ 35 кВ 7,3	КП-35 кВ Ф 309	КП-35 кВ Ф 310	КП-35 кВ Ф 311	СВ-35 кВ 4-сек. 35 кВ

401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412
СВВ	М30В	М30В	М30В	М30В	М30В	М30В	СВВ	ЛКВ	ТКВ	ТКВ	СВВ
СВ-35 кВ 4-сек. 35 кВ	КП-35 кВ Ф 402	КП-35 кВ Ф 403	КП-35 кВ Ф 404	КП-35 кВ Ф 405	КП-35 кВ Ф 406	КП-35 кВ Ф 407	Присп. компенсації реактивної пот.	Присп. компенсації реактивної пот.	Тр-п 35 кВ 35/0,4 кВ	Тр-п Т80-1 35/0,4 кВ	СВ-35 кВ 4-сек. 35 кВ





Принцип работы



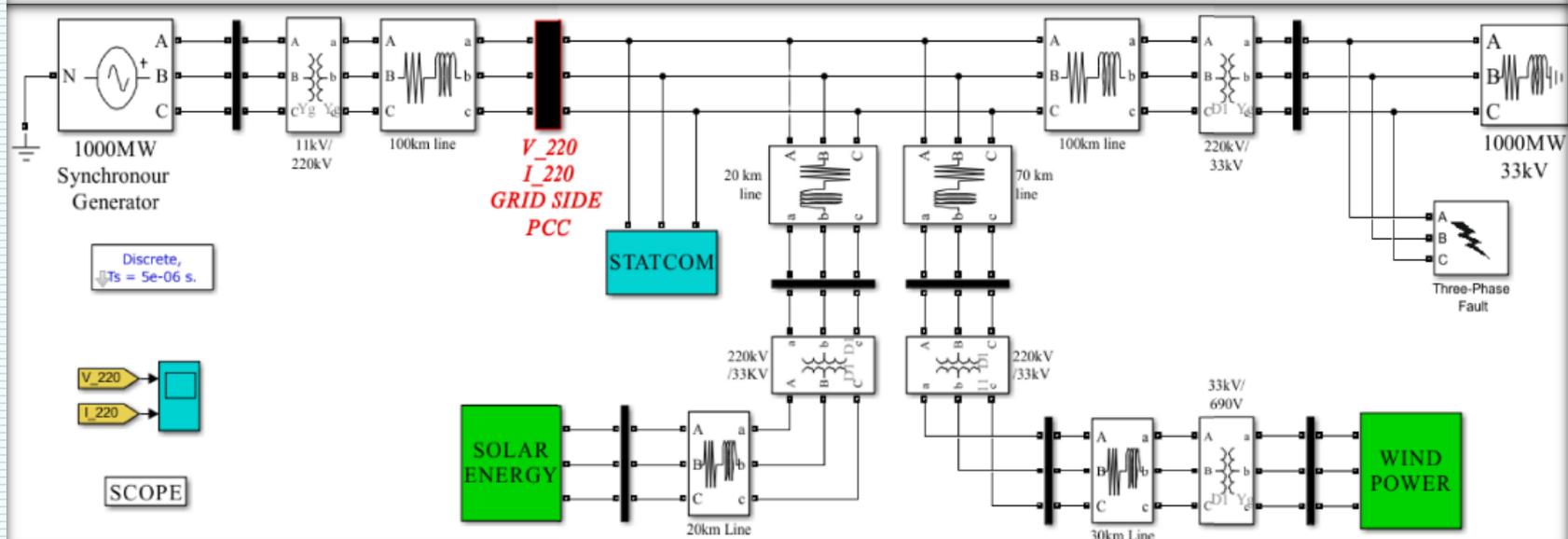
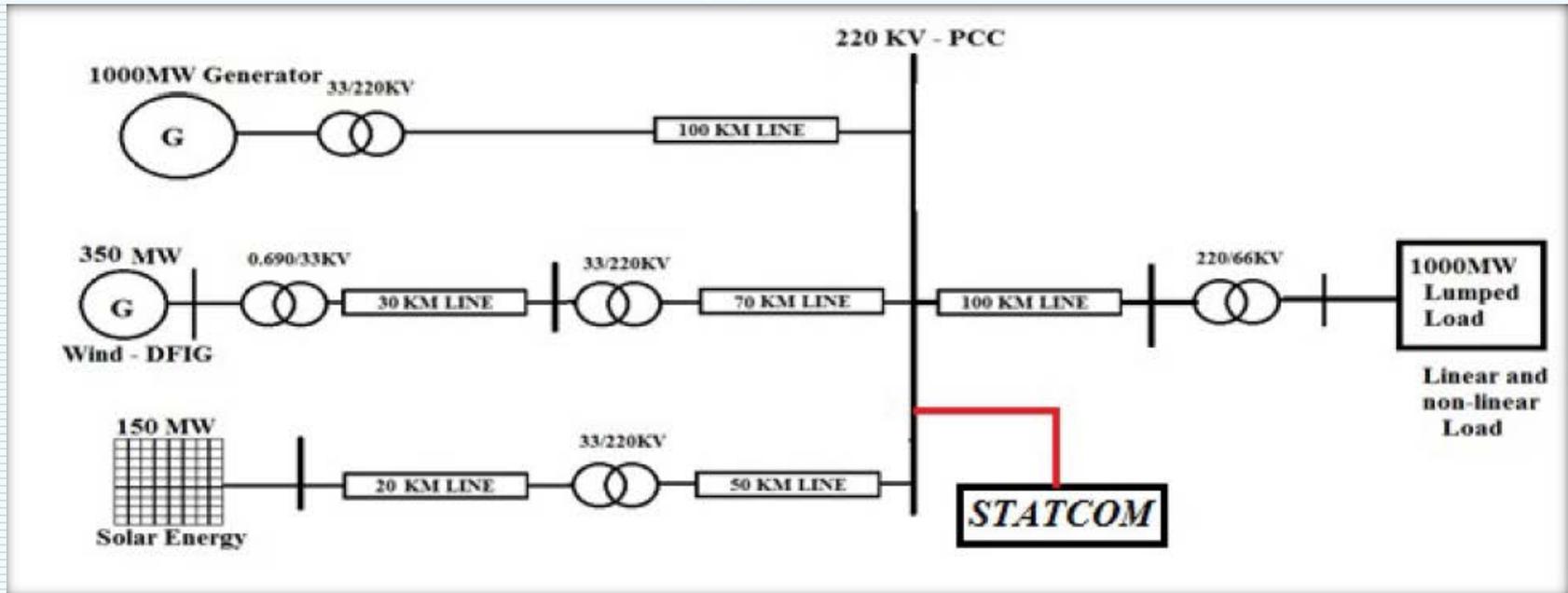


Назначение СТАТКОМ

- Управление напряжением
 - Поддерживает напряжение системы в заданном диапазоне
- Управление реактивной мощностью
 - Поддерживает баланс реактивной мощности
- Демпфирование переходных процессов
 - Демпфирует броски мощности в сети
 - Поддерживает опорное напряжение инверторов
- Повышение пропускной способности
 - Изменение внутрисетевого реактанса
- Балансирование напряжений
 - Компенсация небаланса напряжения.
- Фильтрация гармонических составляющих нагрузки
 - Повышает качество питающего напряжения



Моделирование, выбор места подключения





Концепция управления

3. Power Plant Concept

A typical wind power plant configuration is shown in Figure 1.

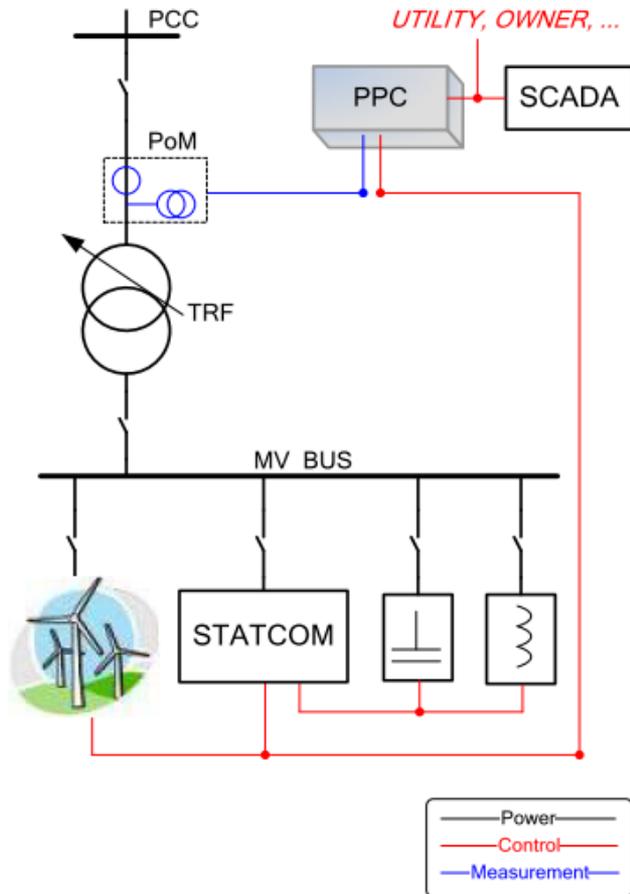


Figure 1: Wind power plant structure with one main transform

The PPC, as the master controller of the WPP, takes care of the power control loops, e.g. voltage, reactive power and frequency controls, using the reference targets sent by, for instance, the grid operator. The PPC further dispatches the reactive power references to the turbines and the STATCOM.

3.2 External Reactive Power Compensation

External reactive power compensation equipment is placed at the WPP when the reactive power of the turbines is insufficient to cover what is demanded by the grid code at the PCC.

Option 1:

In cases where the WTG is allowed to inject reactive power to the grid and the required maximum capacitive power factor at the PCC is close to 1.0, then a simpler power plant structure including only turbines controlled by the PPC may be capable of fulfilling the grid code in respect to V-Q conditioning. See the following figure.

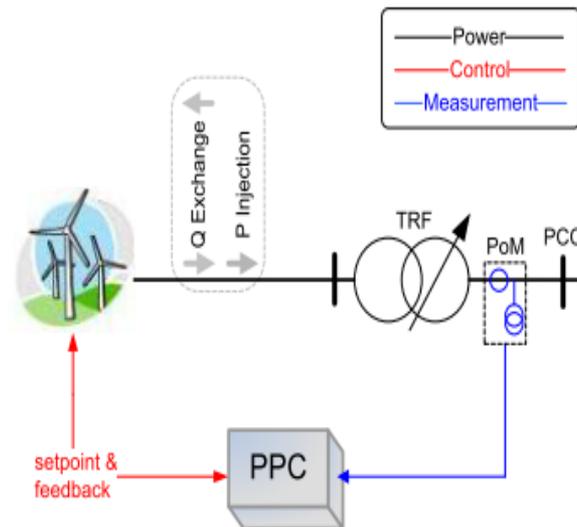


Figure 4: Option 1: control architecture with turbines alone.



Нормативные требования

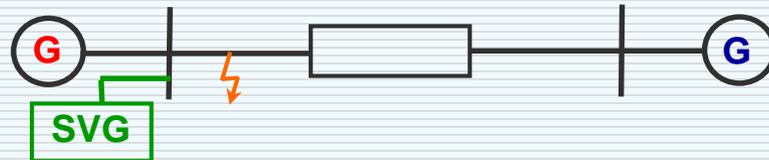
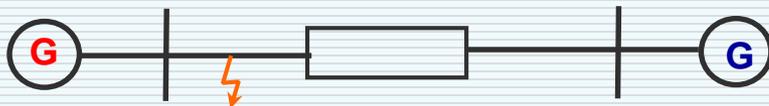
СЭС должны в полной мере использовать РМ инвертора и его возможности регулировки напряжения: когда РМ инвертора не может удовлетворить потребности регулирования напряжения системы, соответствующая мощность должна быть дополнительно установлена на СЭС.

U кВ	Комп. РМ	Регулир. напряжения	Диапазон плавн. рег.	Дин. режим РТ, быстр. 30 мс.
10-35	+0,98-0,98	Режим мощн. По ком. диспетера	-	-
110-150	сум. СЭС, ½ ЛЭП, Тр-р	Автоматически регулировать напряжение в соотв. с заданными номинальным уровнем и точностью регулирования	97-107%	ТУ
220-330			100-110%	+ (к 500 кВ)
500-750			100-110%	+ усл. динамич. удержания напряжения до возврата к 0,9pu

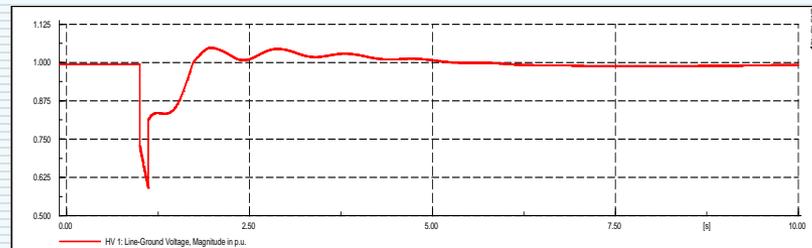
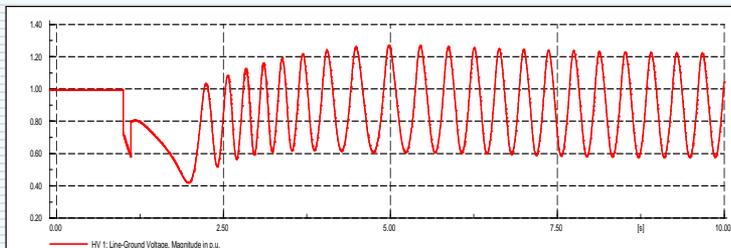
Соблюдение условий КЭЭ вызванных работой СЭС:
Отклонение U, Колебания и фликер, Гармоники, Интергармоники,
Несимметрия напряжений фаз.



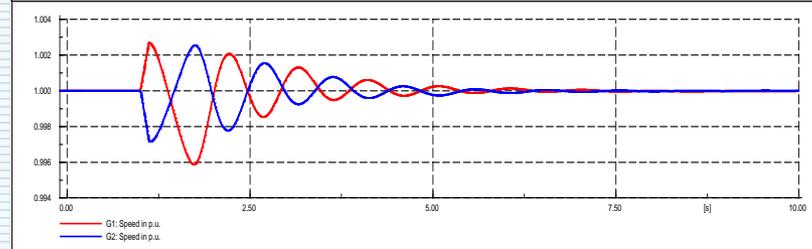
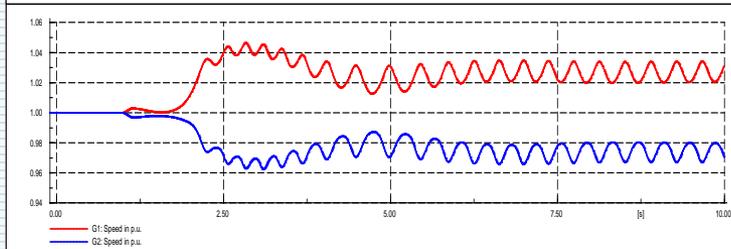
Повышение Динамической устойчивости



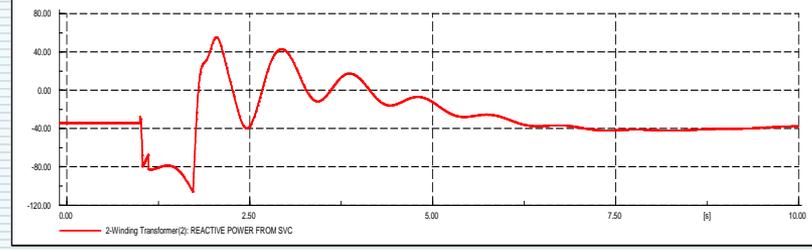
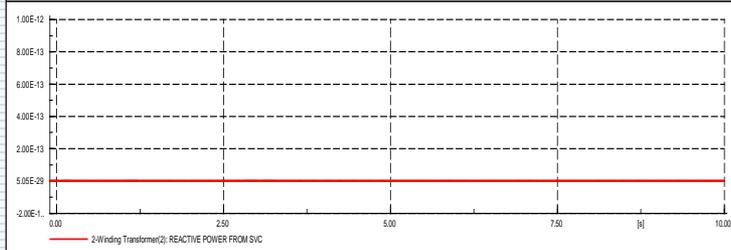
Напряжение
системы



Скорость
генератора



Реактивная
мощность
(СТАТКОМ)





Покровская СЭС - RXPPE





Никопольская СЭС - XD





Спасибо за внимание