

Сетевые инверторы в объектах распределенной генерации

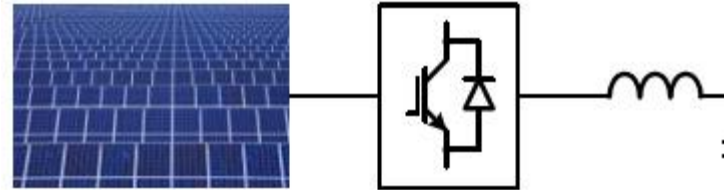
А.Д.Левин (АО «ГТ Энерго»)



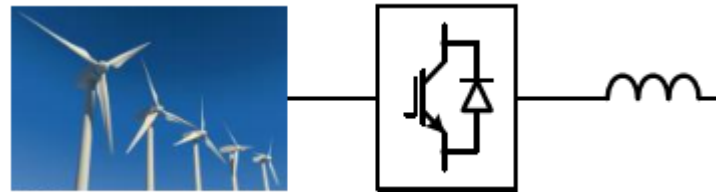
- Сетевой инвертор – эквивалент синхронной машины в электрических сетях.
- Основан на полупроводниковой технологии и вычислительной технике
- Связь между объектами генерации, потребления, хранения и передачи электроэнергии ...
- ... в сетях «Smart Grid»

Области применения

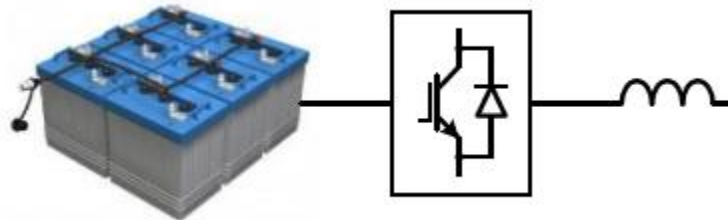
- Солнечные батареи



- Ветрогенераторы



- Аккумуляторные накопители



Области применения

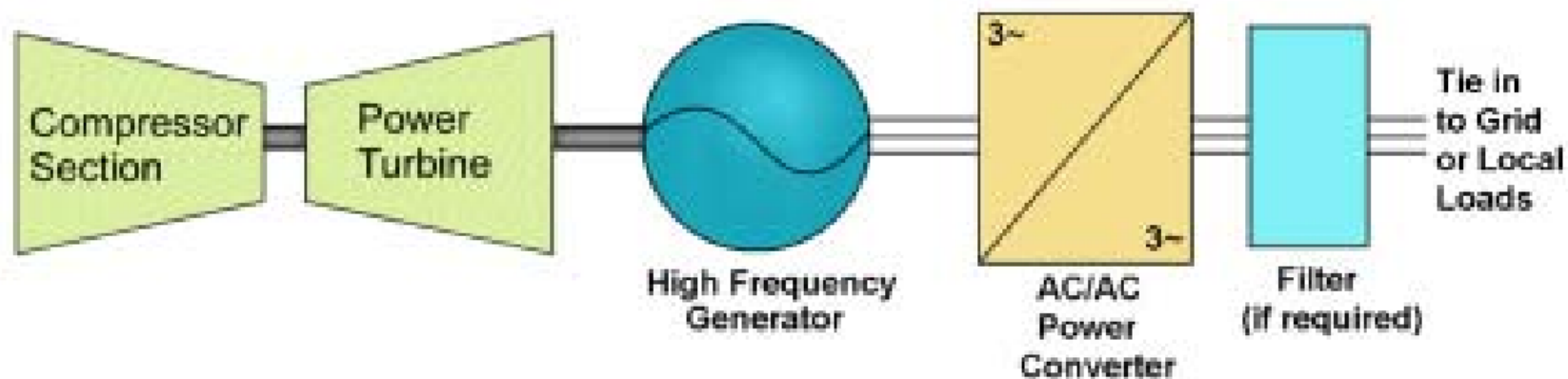
Микротурбины



Capstone microturbine - 60 KW

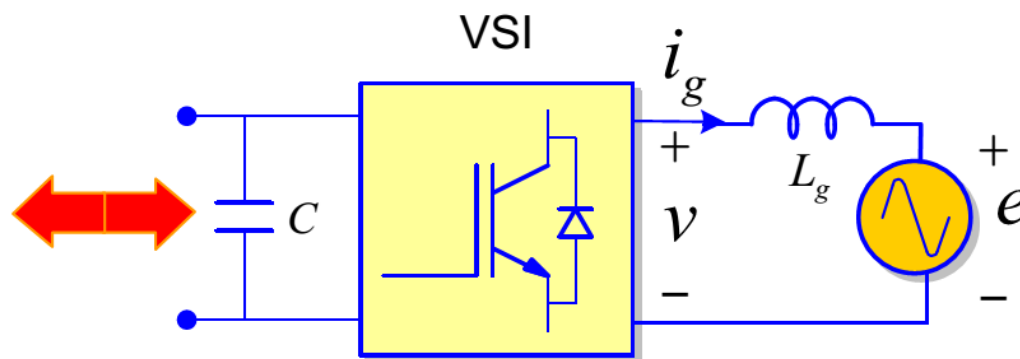
Области применения

Микротурбины



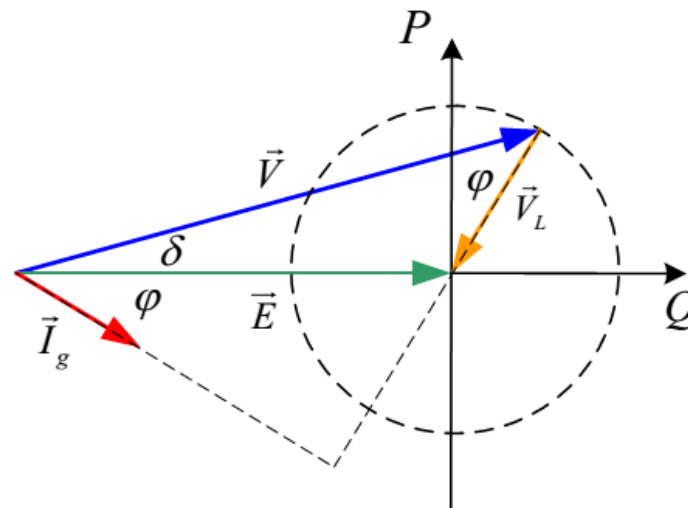
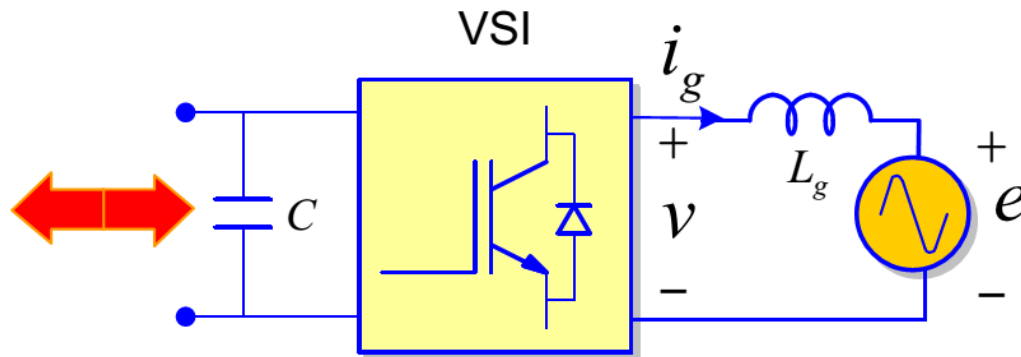


Сетевой инвертор – синхронная машина





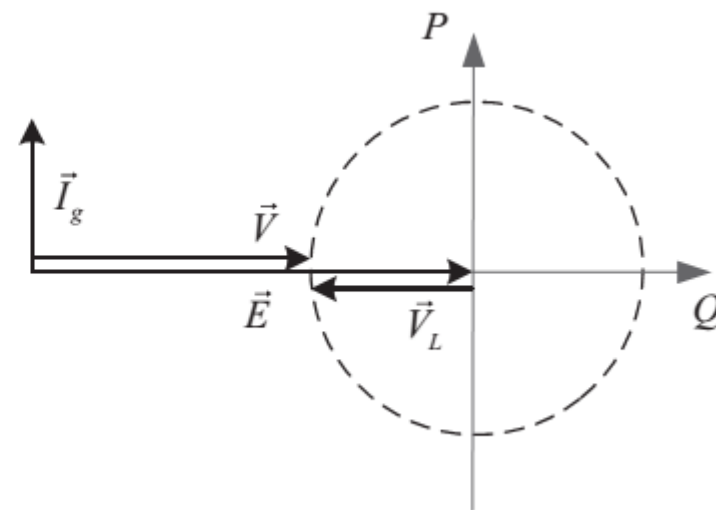
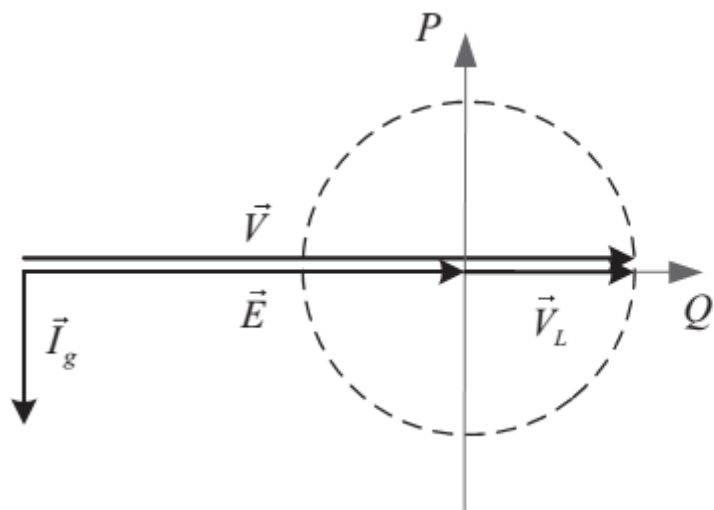
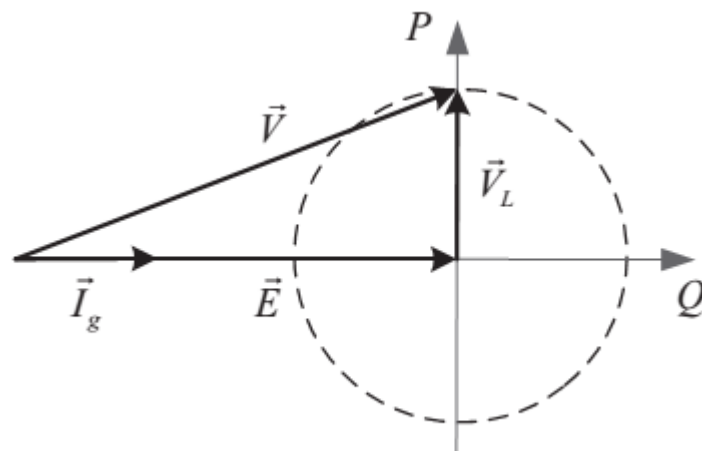
Сетевой инвертор



Режимы работы инвертора



АО ГТ ЭНЕРГО
НОВЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СТАНДАРТ



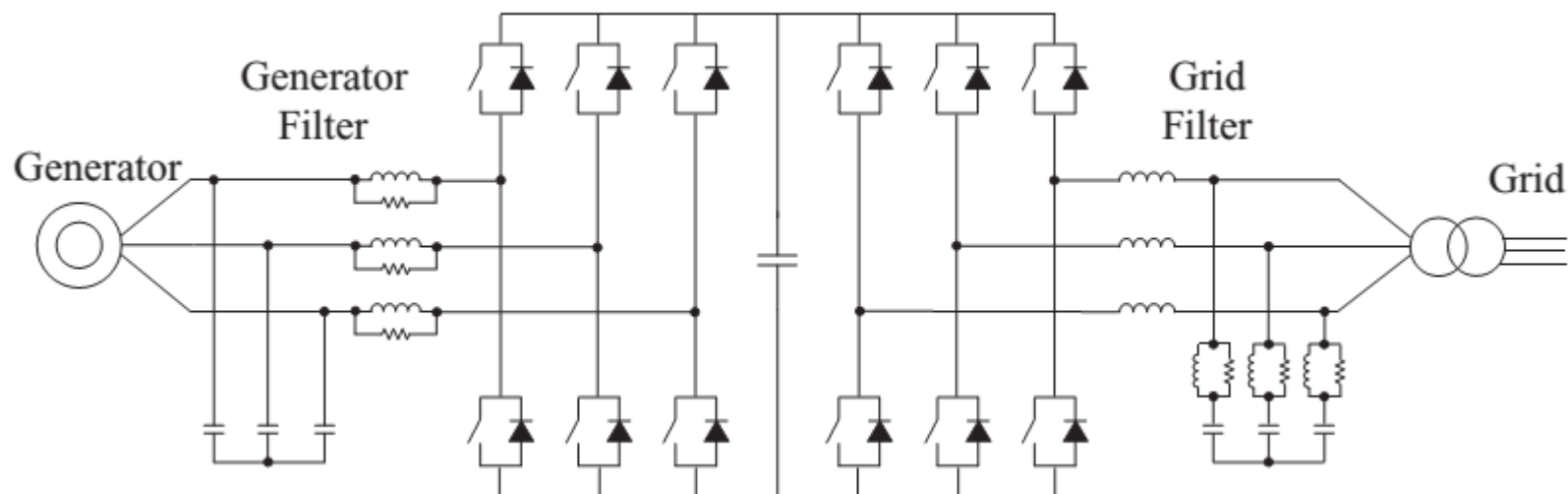


Основные особенности

- Высокое быстродействие.
- Синхронизация с сетью (PLL).
- Отсутствие вращающихся частей.
- Возможность реализации любых законов регулирования - без ограничений, свойственных электромеханическим системам.

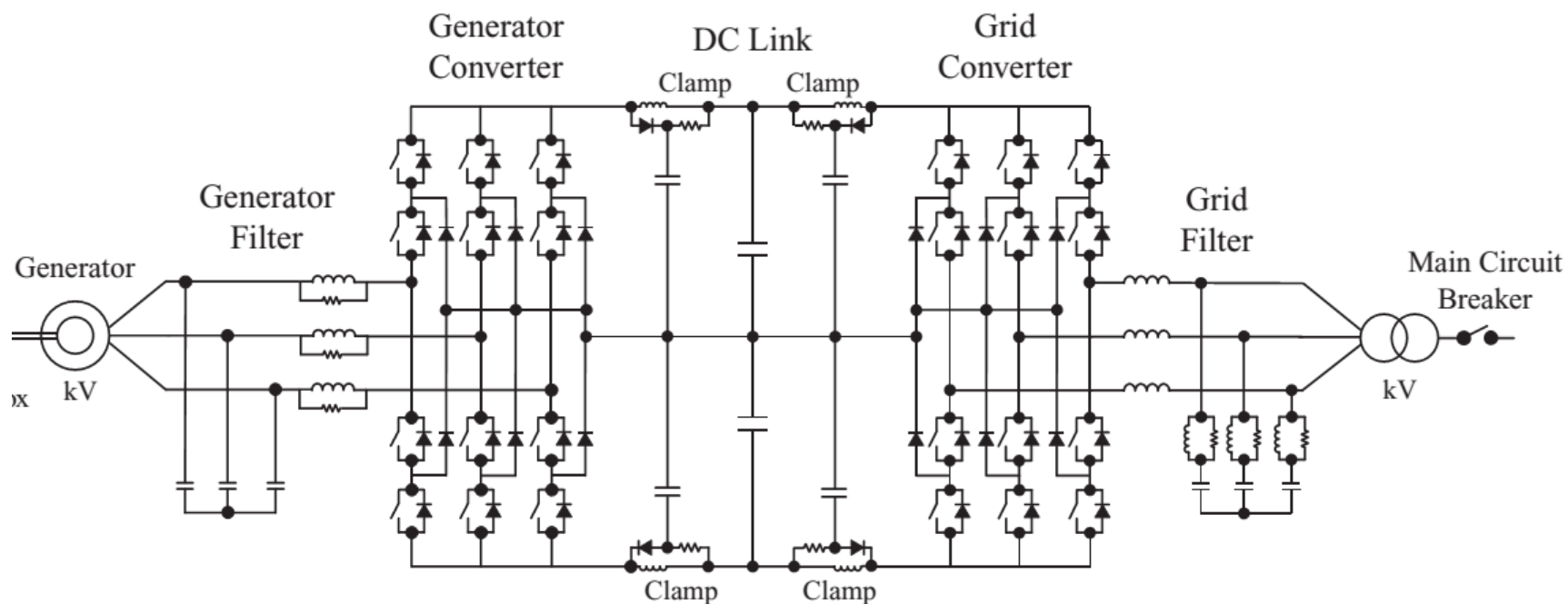


Двухуровневый инвертор





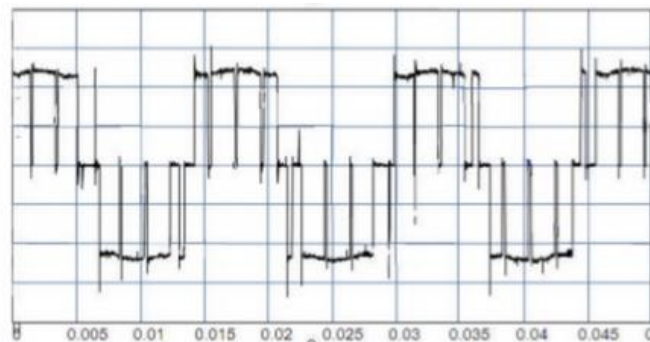
Трехуровневый NPC инвертор



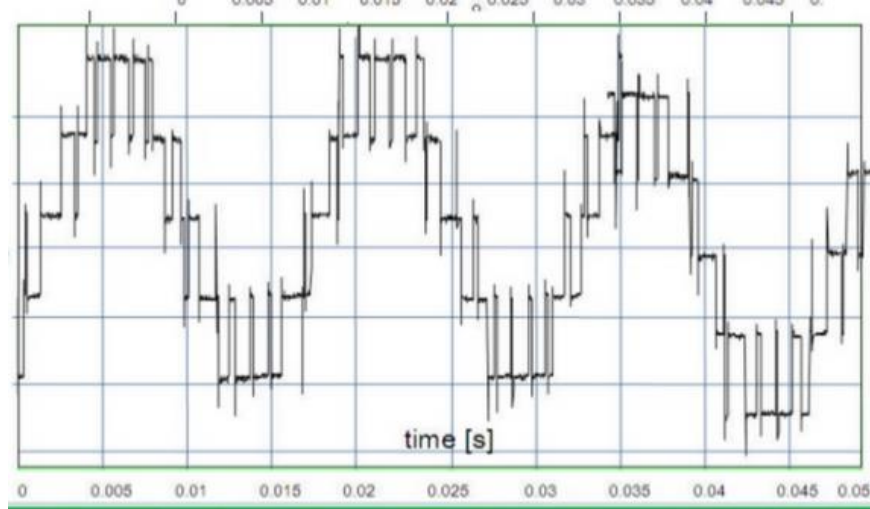


ШИМ

Двухуровневый
инвертор



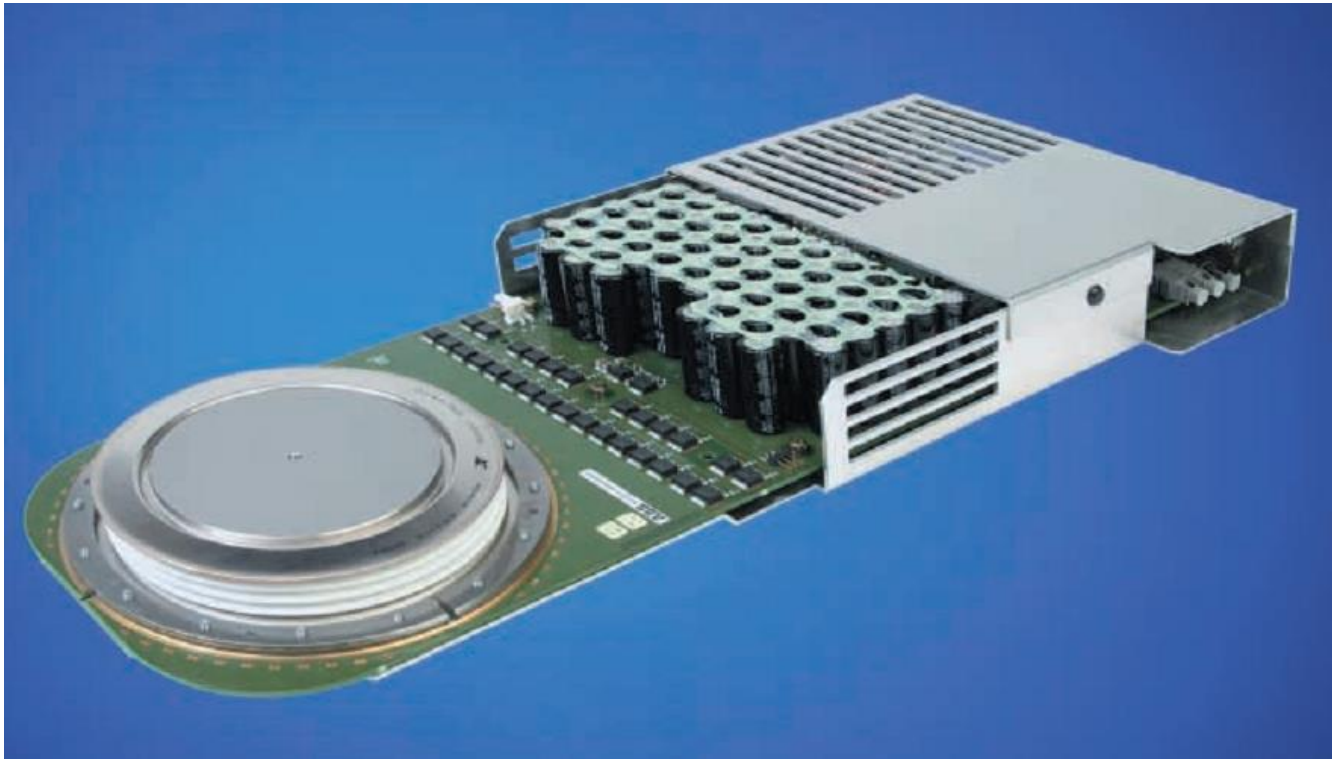
Трехуровневый
NPC инвертор



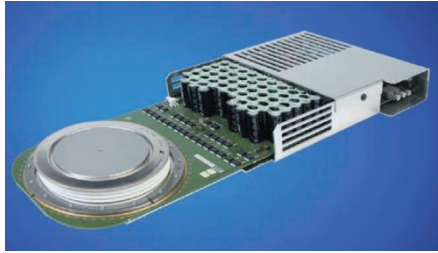
IGCT type 5SHY 55L4500
91 mm, 4.5 kV 4000A



АО ГТ ЭНЕРГО
НОВЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СТАНДАРТ



IGCT



АО ГТ ЭНЕРГО
НОВЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СТАНДАРТ

Product Range

Type		Reverse Conducting				Reverse Blocking				Asymmetric
V_{DRM}	Si \emptyset	38 mm	51 mm	68 mm	91 mm	38 mm	51 mm	68 mm	91 mm	91 mm
3.3 kV		/	/	/	/	/	/	/	/	TBD
4.5 kV		340 A	640 A	1100 A	2250 A	/	/	/	/	¹ 4000 A
4.5 kV		/	/	/	/	/	/	/	/	² 3800 A
4.5 kV		/	/	/	/	/	/	/	/	³ 4000 A
4.5 kV		/	/	/	/	/	/	/	/	⁴ 5500 A (HPT)
5.5 kV		275 A	520 A	910 A	1820 A	/	/	/	/	⁵ 5000 A (HPT)
6.0 kV		/	/	/	/	/	800 A	/	/	3000 A
6.5 kV		/	/	/	/	⁴ 400 A	⁵ 800 A	⁵ 1500 A	TBD	⁴ 4200 A (HPT)
10 kV		/	/	TBD	TBD	/	/	/	/	⁶ 3000 A

НРС инвертор: силовой модуль



АО ГТ ЭНЕРГО
НОВЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СТАНДАРТ





АО ГТ ЭНЕРГО
НОВЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СТАНДАРТ



АО ГТ ЭНЕРГО
НОВЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СТАНДАРТ

ГТ ТЭЦ 009М





ГТ ТЭЦ 009М

- Два энергоблока по 9МВт.
- Газовая турбина и генератор – на общем валу.
- Скорость вращения ≈ 6000 об./мин.
- Активные магнитные подшипники.
- Активный выпрямитель.
- Сетевой инвертор.

Распределенная генерация: проблемы и решения



**«Внедрение распределенной генерации.
Анализ существующего опыта,
возникающие проблемы, комплексное
решение технических вопросов
интеграции в распределительные сети»**

Заместитель директора по
техническому контролю и аудиту, к.т.н.
Илюшин П.В.

Москва, 2013





Некоторые технические проблемы распределенной генерации

- Повреждения генераторного оборудования при КЗ в распределительных сетях.
- Трудности обеспечения динамической устойчивости.
- Часть производителей генераторов не допускает работу своих установок при потере связи с сетью.
- У ряда генераторов не предусмотрена возможность продолжения работы при переходе в режим автономного электроснабжения потребителя по причинам, связанным с регулированием скорости вращения.



Главные свойства энергоблока с сетевым инвертором:

- Отсутствие прямой связи между частотой напряжения сети и скоростью вращения вала генератора.
- Практически полная изоляция генератора и турбины от воздействий возмущений в электрической сети.



Решение:

- Отсутствие механических перегрузок в системе турбина-генератор при КЗ на шинах.
- Отсутствие проблемы динамической устойчивости.
- Простая реализация перехода к работе на выделенную нагрузку при потере связи с сетью.
- Отсутствие проблем регулирования скорости вращения.

**«Внедрение распределенной генерации.
Анализ существующего опыта,
возникающие проблемы, комплексное
решение технических вопросов
интеграции в распределительные сети»**

Заместитель директора по
техническому контролю и аудиту, к.т.н.
Илюшин П.В.

Москва, 2013



- **Предусматривать возможность работы генерирующих установок как в автономном режиме, так и параллельно с сетью без переключений, требующих вмешательства диспетчерского персонала (оператора).**
- **Иметь один алгоритм регулирования скорости вращения, при котором генератор может работать со статизмом по частоте независимо от наличия мощных внешних электростанций, а также в автономном режиме в качестве единственного источника.**



Некоторые организационные проблемы распределенной генерации:

- **Недостаток или отсутствие НТД для объектов распределенной генерации с сетевыми инверторами.**
- **Особенности процесса получения ТУ на присоединение.**



АО ГТ ЭНЕРГО
НОВЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СТАНДАРТ

Спасибо за внимание