

ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

**«Моделирование ветроэнергетических
характеристик и их использование в системных
энергетических исследованиях»**

Выполнил:

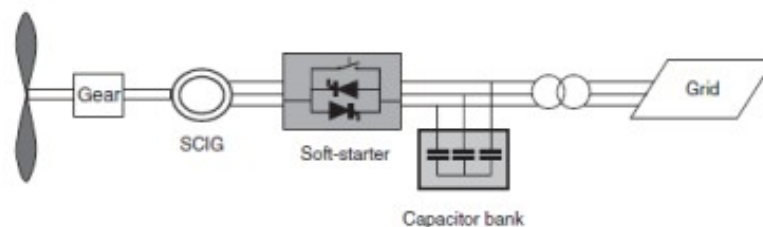
Научный руководитель:

Установленная мощность ветровых электростанций

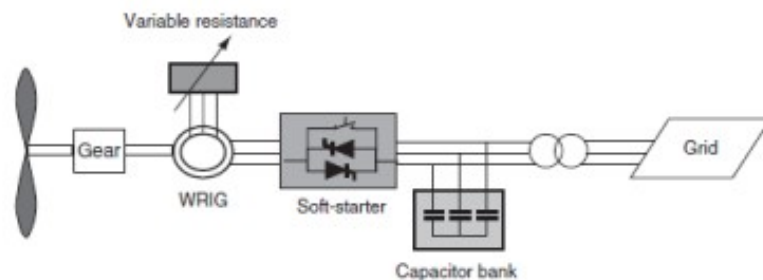
Наименование страны	2005 год (МВт)	2006 год (МВт)	Доля энергии ветра от объема производства э/э (%)	2015 год (МВт)	2016 год (МВт)	Доля энергии ветра от объема производства э/э (%)
Китай	1,3	2,6	3,5	145,3	168,9	34,7
США	9,1	11,6	15,6	73,9	82	16,9
Германия	18,4	20,6	27,8	44,9	50	10,3
Индия	4,4	6,2	8,4	25	28,7	5,9
Испания	10	11,6	15,6	23	23	4,7
Англия	1,3	1,9	2,6	13,8	14,5	3
Канада	0,7	1,9	2,6	11,23	11,9	2,4
Франция	0,7	1,6	2,1	10,5	12	2,5
Италия	1,7	2,1	2,9	9	9,2	1,9
Бразилия	0,02	0,2	0,3	8,7	10,7	2,2

Типовые конструкции ветротурбин

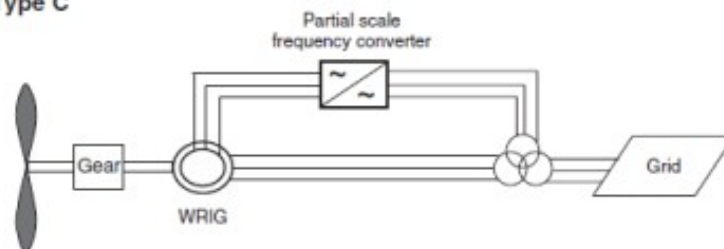
Type A



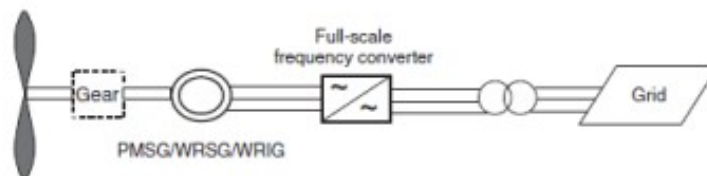
Type B



Type C



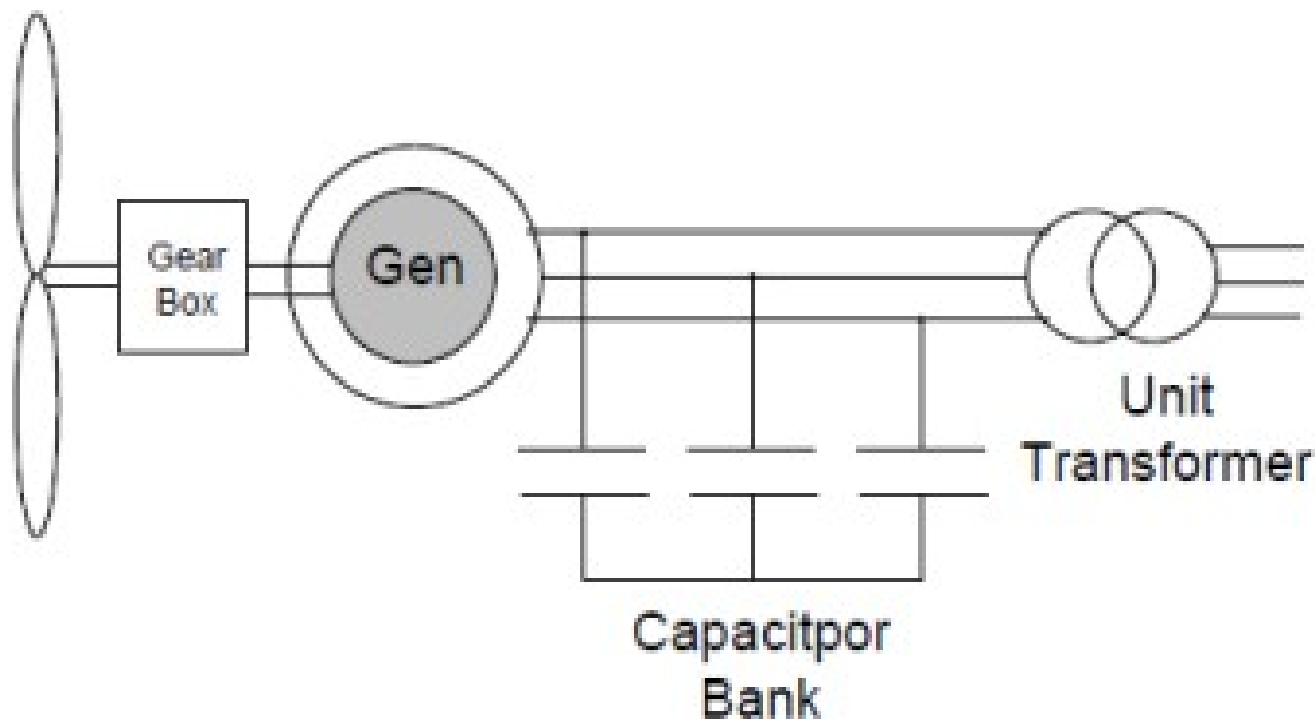
Type D



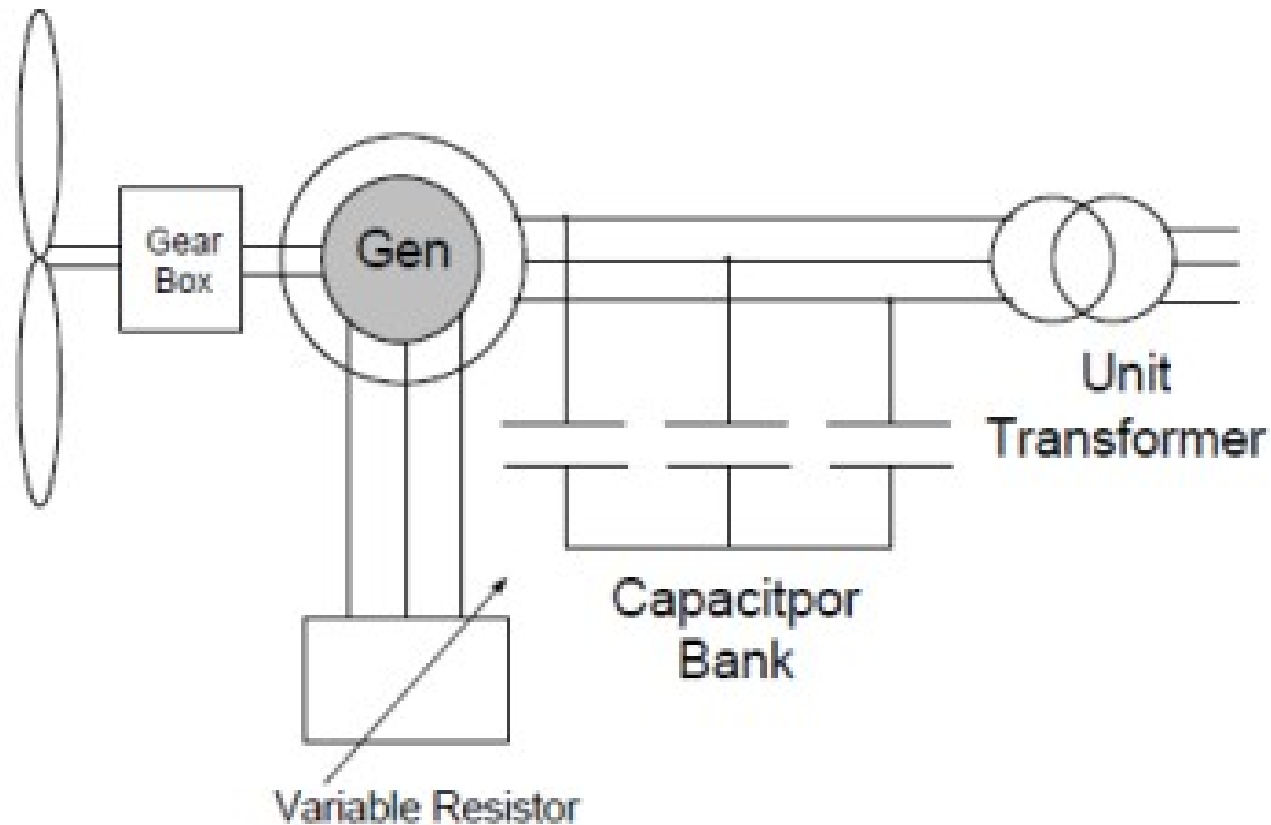
Концепции ветротурбин

Контроль скорости		Контроль мощности		
		Контроль остановки	Контроль наклона	Активный контроль остановки
Постоянная скорость	Тип А	Тип А0	Тип А1	Тип А2
Переменная скорость	Тип Б	Тип Б0	Тип Б1	Тип Б2
	Тип В	Тип В0	Тип В1	Тип В2
	Тип Г	Тип Г0	Тип Г1	Тип Г2

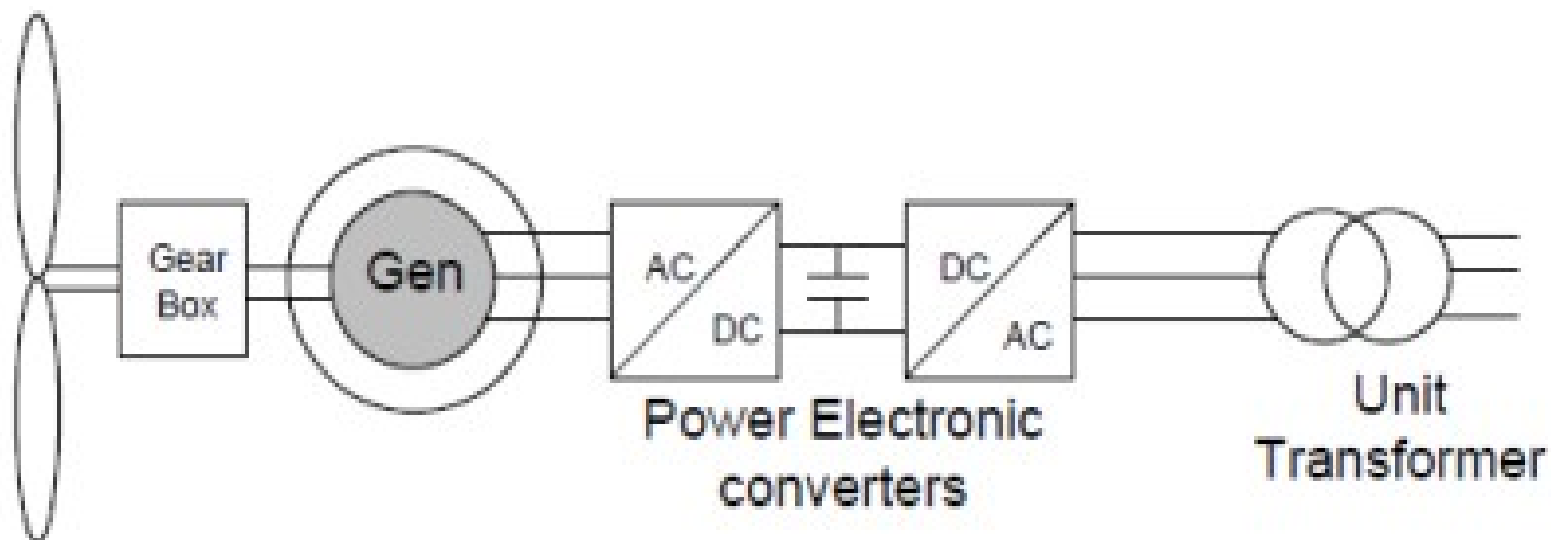
Ветроурубина с постоянной скоростью вращения



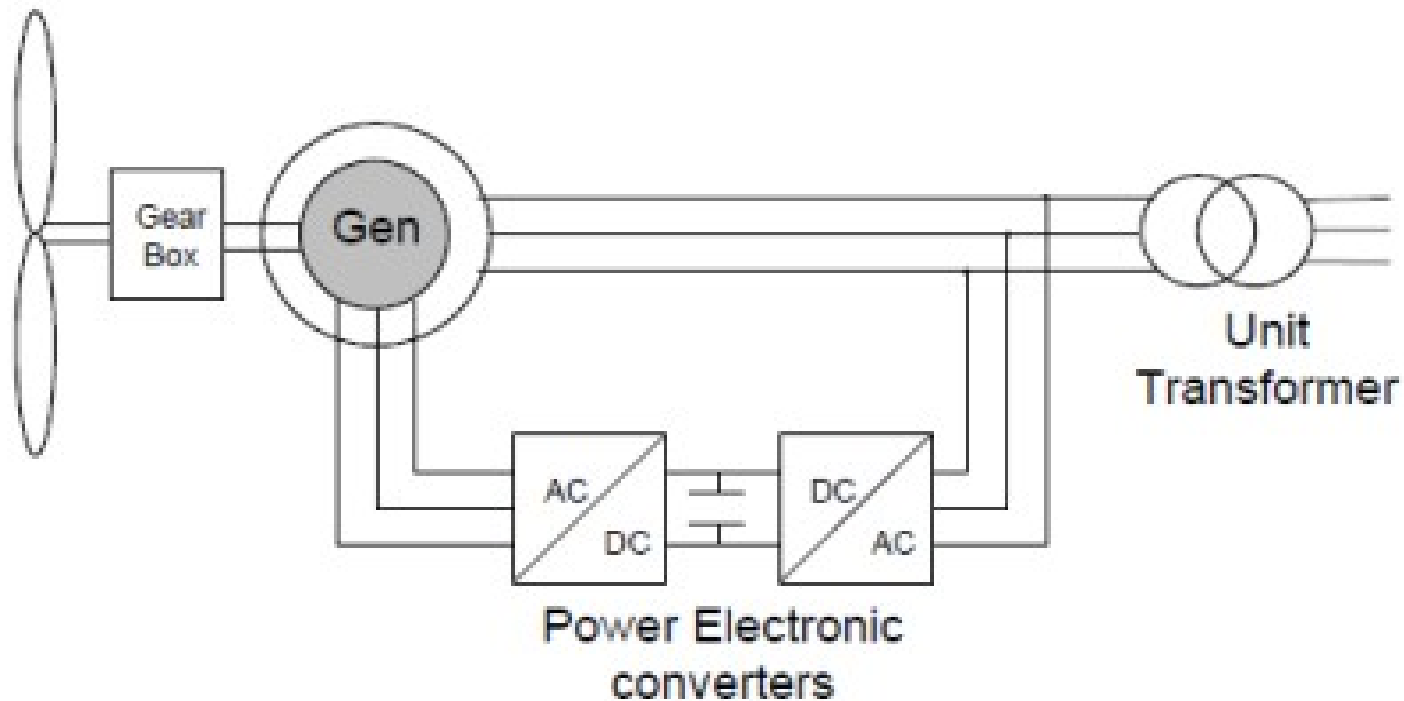
Ветроурубина с переменной скоростью вращения и переменным сопротивлением ротора



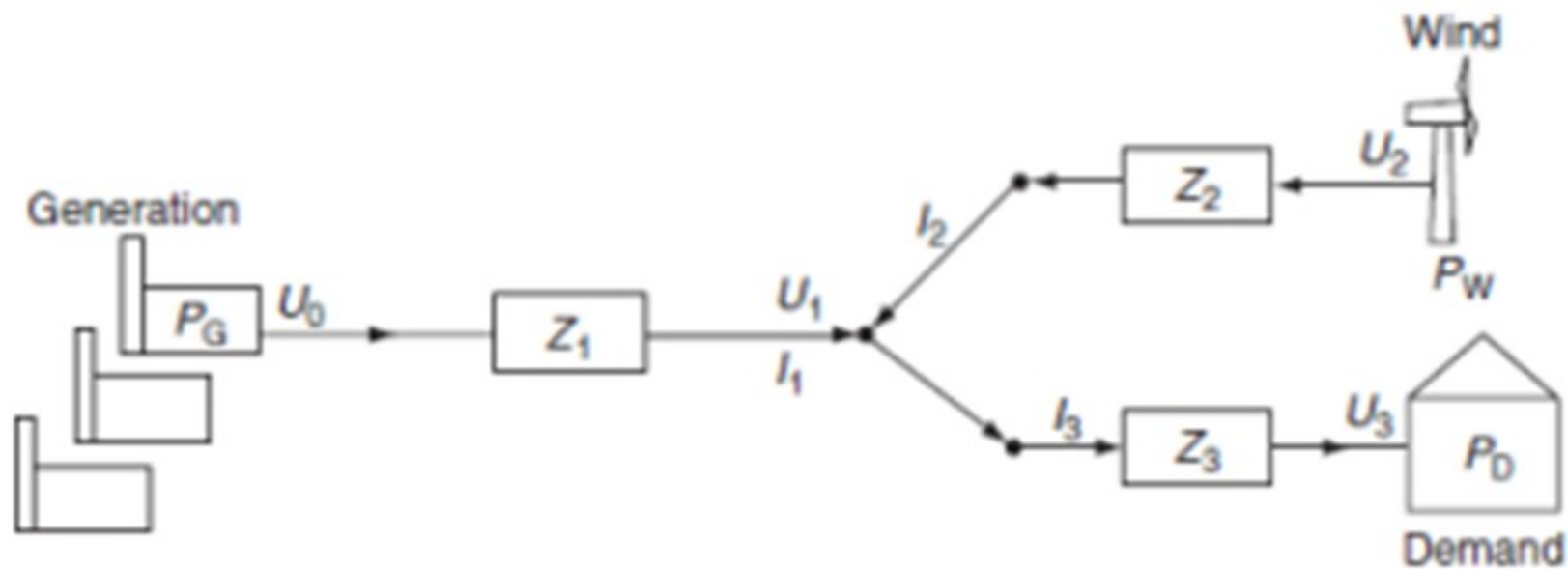
Ветротурбина с полным преобразователем



Ветро турбина с асинхронной машиной двойного питания



Модель энергосистемы



Структура модели ветротурбины

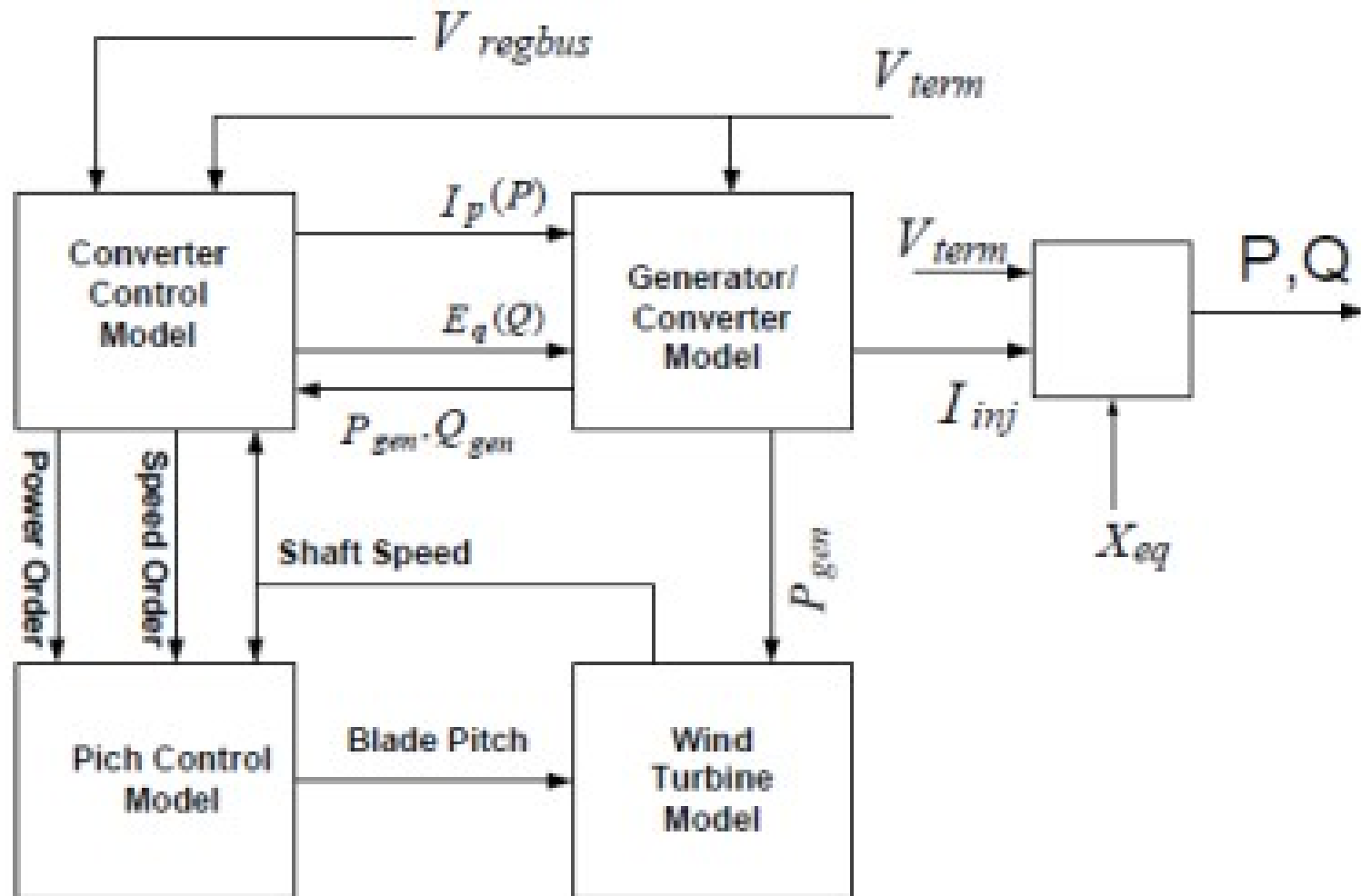
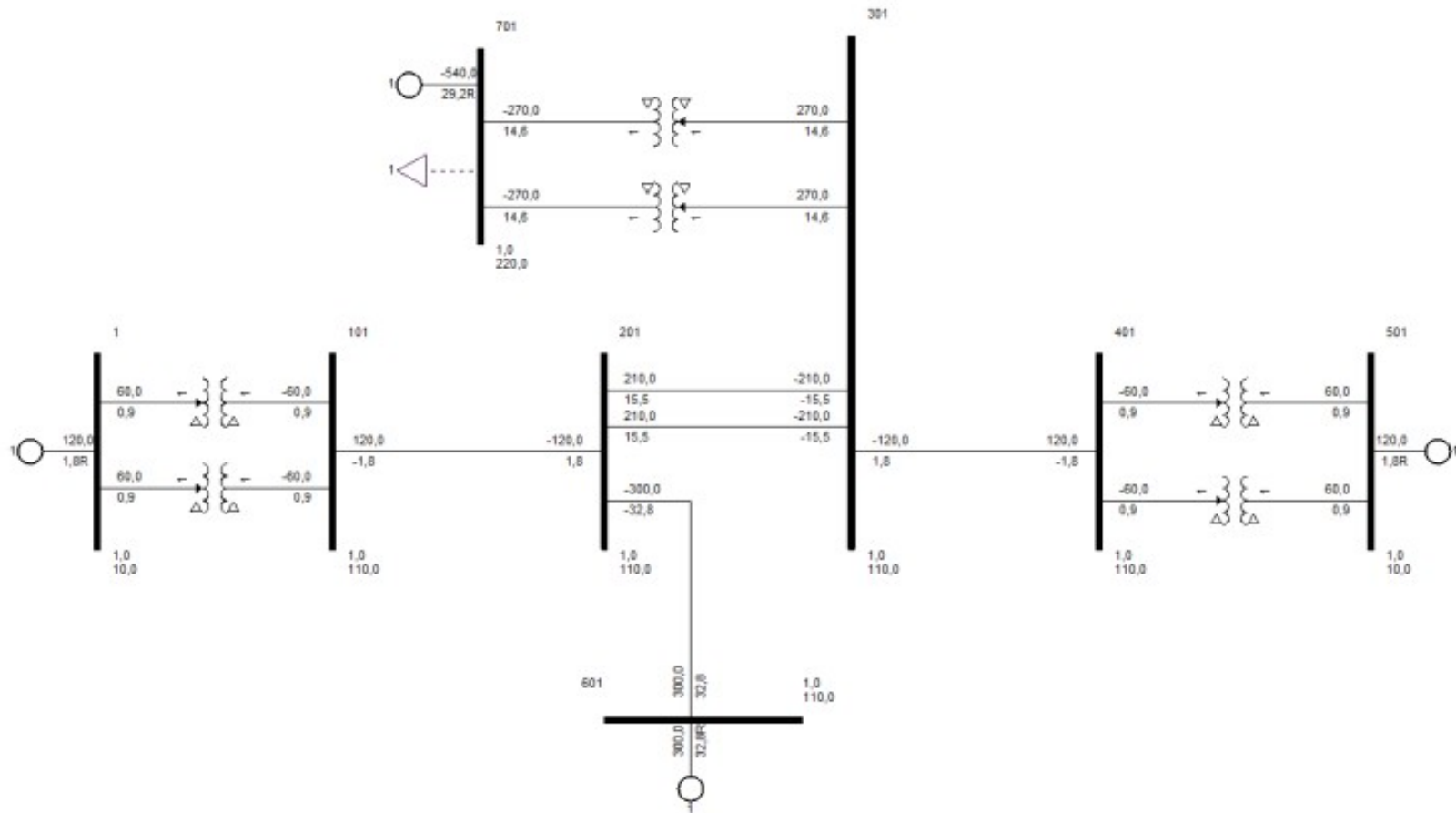
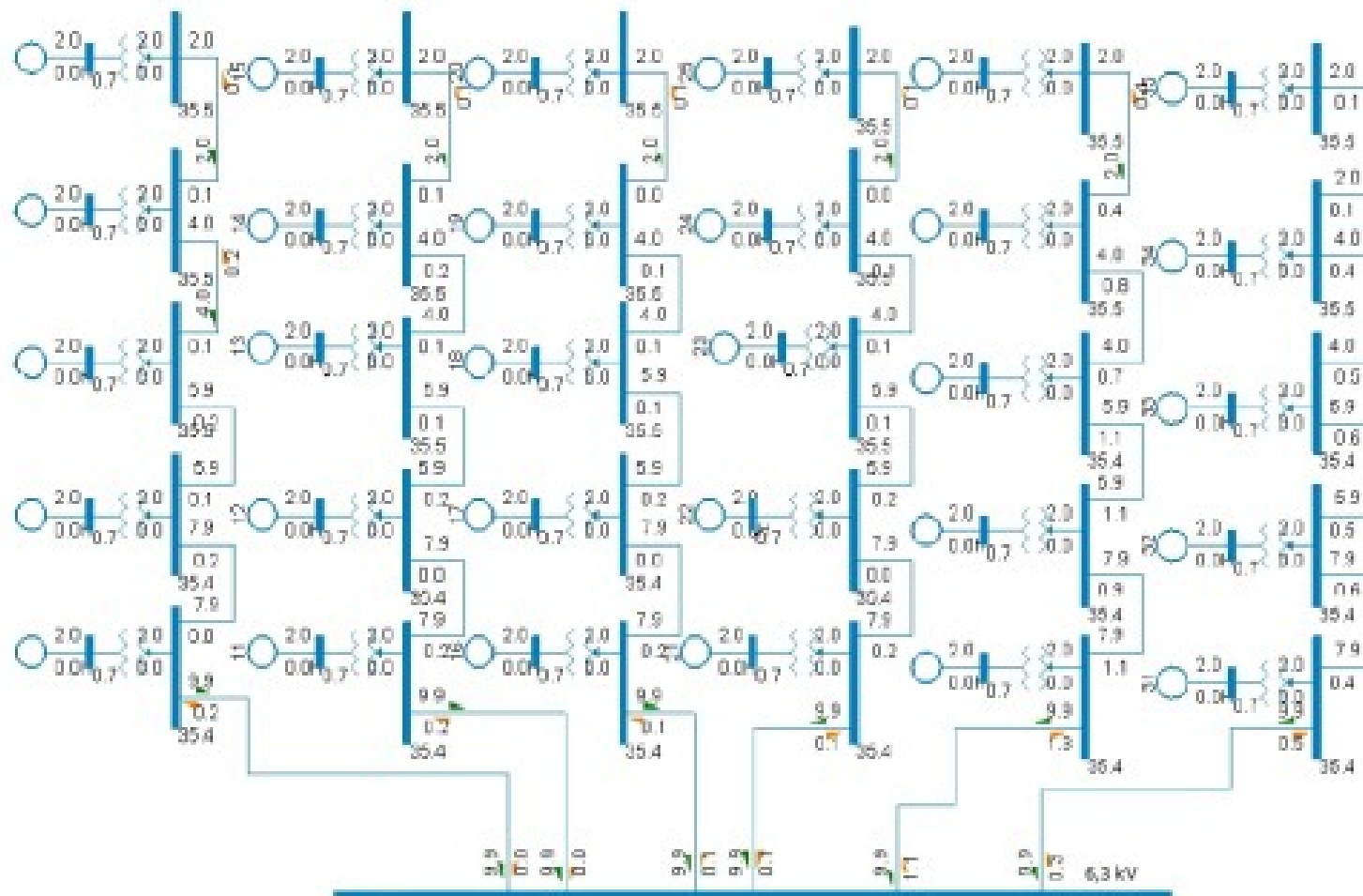


Схема энергосистемы



Модель ветрофермы в PSS/E



Заключение

- Динамическая устойчивость – это способность системы поддерживать синхронность после сильных возмущений. Устойчивость зависит от начального состояния системы и силы возмущения. Помехи, которые учитываются при анализе устойчивости, являются однофазными или трехфазными короткими замыканиями. Чаще всего они возникают на линиях электропередачи.
- Динамическая устойчивость таких систем зависит от конфигурации энергосистемы, начального состояния, степени возмущения и количества энергии ветра в системе.

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!