

01.07.2014

# ЗАО «ЭнЛАБ»



**Программный комплекс моделирования  
энергосистем PSCAD**

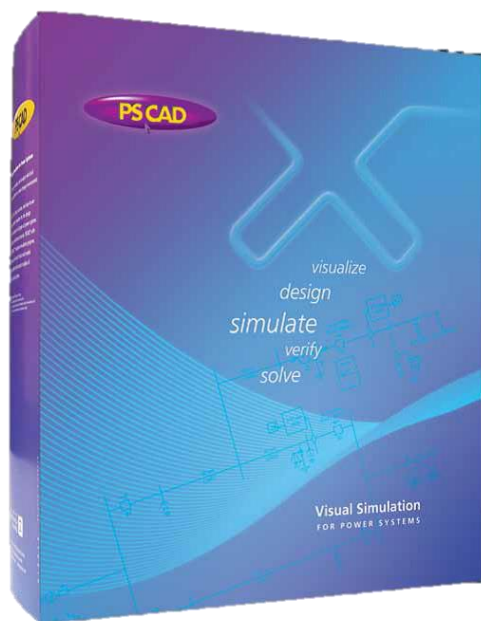
# О компании «ЭнЛАБ»

**ЗАО «ЭнЛАБ» является эксклюзивным представителем в России и странах бывшего СССР следующих компаний:**

**RTDS Technologies (Канада)**

**Manitoba HVDC Research Centre (Канада)**

**PONONO POWER Co., LTD (КНР)**

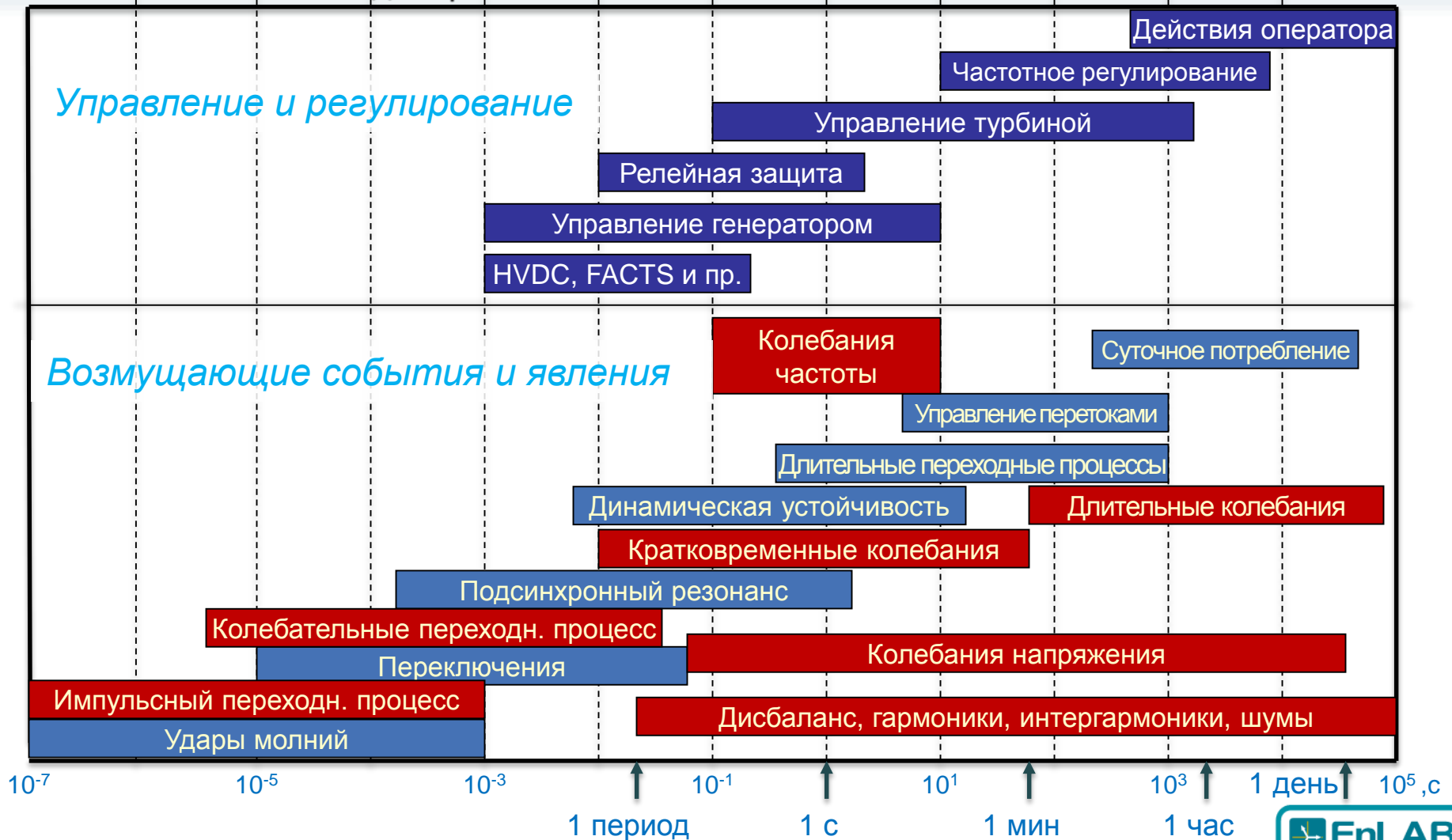


PSCAD является быстродействующим, точным и удобным инструментом для моделирования работы энергосистем и силовых электронных преобразователей при их проектировании, анализе, оптимизации и верификации. Программа PSCAD с модулем моделирование переходных процессов EMTDC™ предоставляет широкий выбор инструментов и богатую библиотеку компонентов для глубокого анализа работы энергооборудования.

С 1993 года PSCAD выбрали более 33 000 пользователей более чем в 76 странах.

# Временная шкала процессов в электроэнергетике

Моделирование в «режимных» программах  
Моделирование в PSCAD/EMDTС



# Выбор средств моделирования

«Режимные» программы расчета статической и динамической устойчивости

- Действительны для установившегося режима и низкочастотных колебаний
- Упрощенная схема управления (приближенные передаточные функции)
- Подходит для больших систем, когда переходные процессы не взаимосвязаны
- Основаны на векторных вычислениях

$$V(\omega) = (R + j\omega L) \times I(\omega)$$

Программа расчета переходных процессов PSCAD/EMTDC

- Действительна в широком диапазоне частот
- Подробная модель систем управления и точные передаточные функции
- Исследование гармоник
- Моделирование переходных перенапряжений, ударов молнии, пр.
- Моделирование динамики машин
- Основана на решение дифференциальных уравнений во временной области

$$v(t) = R \cdot i(t) + L \cdot \frac{d}{dt} i(t)$$

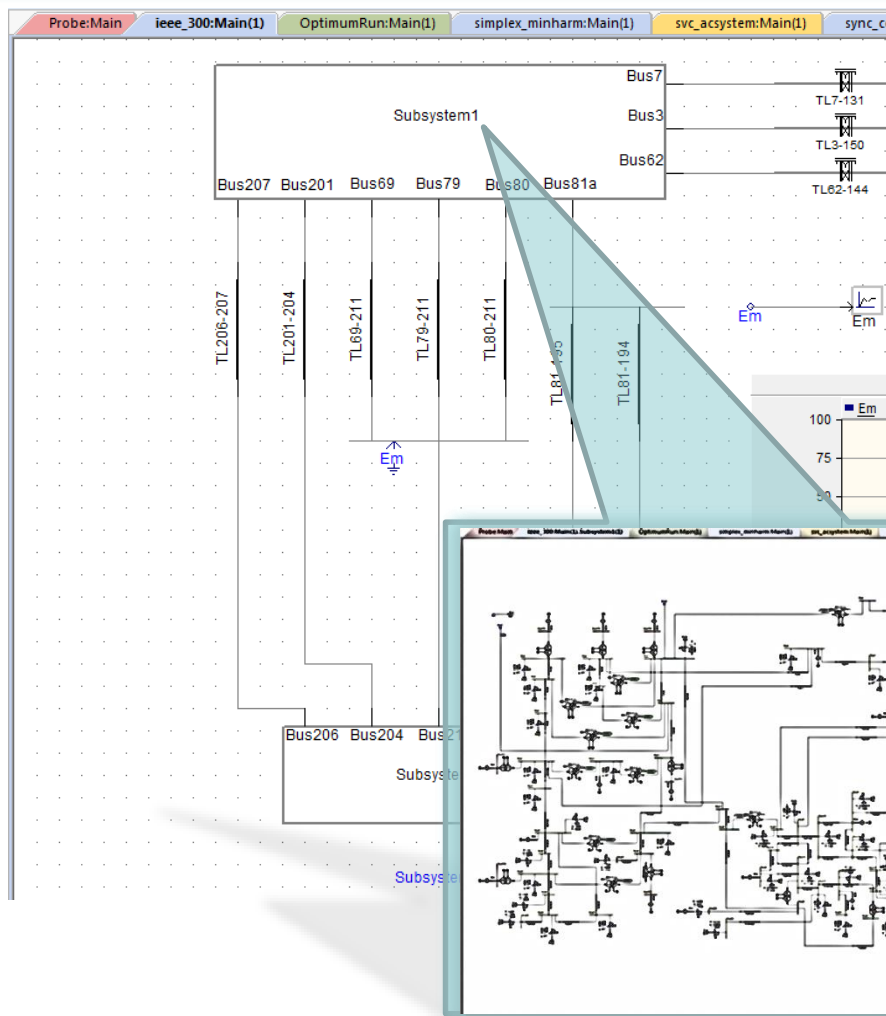
# Визуальное построение моделей

Построение и изменение модели осуществляется максимально наглядно и выполняется в графическом виде как привычная электрическая схема. Характеристики и свойства каждого элемента модели задаются в виде табличных данных. Готовая модель наглядна, понятна для анализа и проверки

The screenshot displays the PSCAD (64-bit) Professional software interface. The main window shows a schematic diagram of a power system. The diagram includes a busbar connected to a transformer, a capacitor labeled "1.0 [uF]", and a Squirrel Cage Induction Machine (IM) connected to another busbar. The IM is represented by a circular symbol with internal details. A configuration window for the "Squirrel Cage Induction Machine" is open, showing the following configuration parameters:

Configuration	
<b>General</b>	
Motor name	
Data Generation/Entry:	Typical
Multimass Interface	DISABLE
Number of Coherent Machines	1.0
Number of Sub-Iteration Steps	1
Rated RMS Phase Voltage	7.967 [kV]

# Послойная структура модели



Для удобства работы и наглядности, модель может быть многослойной: на главном слое сложные объекты представлены в виде укрупненных объектов, входя в которые можно увидеть детальное строение объекта

# Библиотека компонентов

Содержит около 300 компонентов:

- Пассивные элементы
- Источники электроэнергии
- Выключатели
- Силовая электроника
- Трансформаторы
- Электрические машины
- ВЛ и КЛ
- Измерители
- Релейная защита
- Экспорт и импорт данных
- Логические функции
- Фильтры
- пр.

The screenshot displays the PSCAD component library interface, organized into several categories:

- PASSIVE ELEMENTS:** Includes resistors (1.0 [ohm]), inductors (1.0 [H]), capacitors (1.0 [uF]), and other passive components.
- SOURCES:** Includes three-phase and single-phase voltage sources.
- MISCELLANEOUS:** Includes PI, TIME, Delta-T, Run#, False, and Merging to / Tapping from Array.
- IO DEVICES:** Includes Slider, Switch, Rotary Switch, Push Button, and Output Channel.
- IMPORTS, EXPORTS & LABELS:** (Category label)
- TRANSFORMERS:** (Category label)
- MACHINES:** Includes a detailed view of a Permanent Magnet Synchronous Machine (PMSM) with its electrical diagram and a help window.
- CSMP:** Includes CSMP functions like X^2, X, G, T, ST, |X|, and Sin.
- EXTERNAL DATA RECORDERS & READERS:** Includes Analog Inputs, I/O RTTP Recorder, COMTRADE/RTTP Recorder, and File Reader.
- SEQUENCERS:** Includes Start Sequence, Wait Until, Set, Apply Fault, Open Breaker, and File Reader.

The **Permanent Magnet Synchronous Machine** help window provides the following information:

**Description**  
Input Parameters

**Description**  
This component models a permanent magnet synchronous machine. In addition to the additional, short-circuited windings are included to model the effect of electromagnet may be controlled directly by inputting a positive value into the W input of the machine torque.

The following equations describe the model:

$$v_q = r_s \cdot i_q + \frac{d\lambda_q}{dt} + \lambda_d \cdot \frac{d\theta}{dt} \quad 0 = i_d \cdot \lambda_d + \frac{d\lambda_d}{dt}$$

$$v_d = r_s \cdot i_d + \frac{d\lambda_d}{dt} - \lambda_q \cdot \frac{d\theta}{dt} \quad 0 = i_q \cdot \lambda_q + \frac{d\lambda_q}{dt}$$

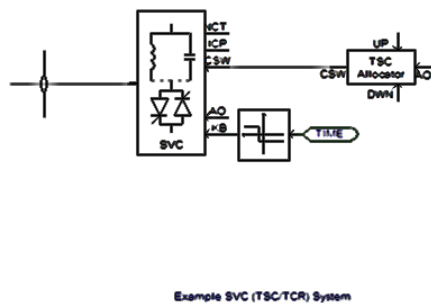
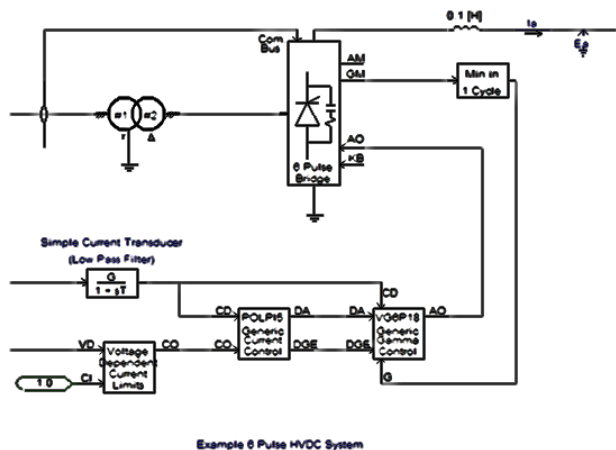
$$v_0 = r_s \cdot i_0 + \frac{d\lambda_0}{dt}$$

**Voltage Equations for the Main**      **Voltage Equations for the Short-**

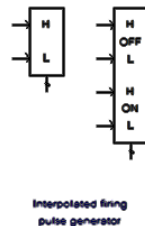
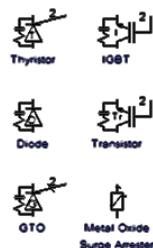
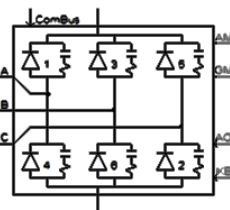
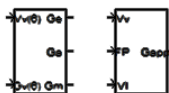
Каждый компонент имеет подробное описание в справочнике



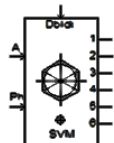
# Компоненты силовой электроники



Effective, Average, Minimum  
Gamma Measurements

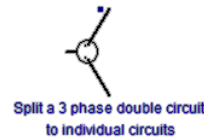
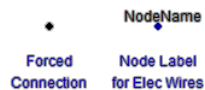
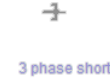
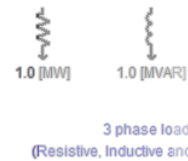
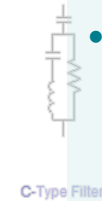
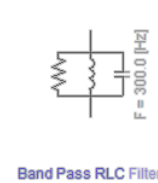
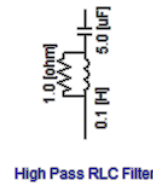
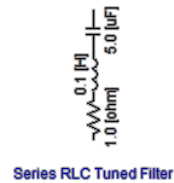
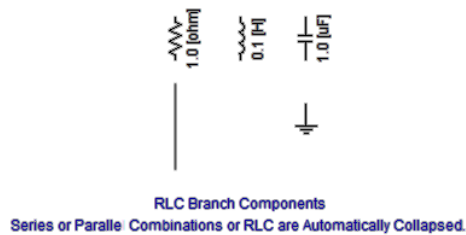


Space Vector Modulation



- Выпрямители и инверторы
- Тиристоры, транзисторы, диоды, варисторы
- Управление транзисторами и тиристорами
- Управление конденсаторами и тиристорами компенсаторов реактивной мощности
- Фазовые регуляторы
- Вставки постоянного тока

# Пассивные электрические компоненты

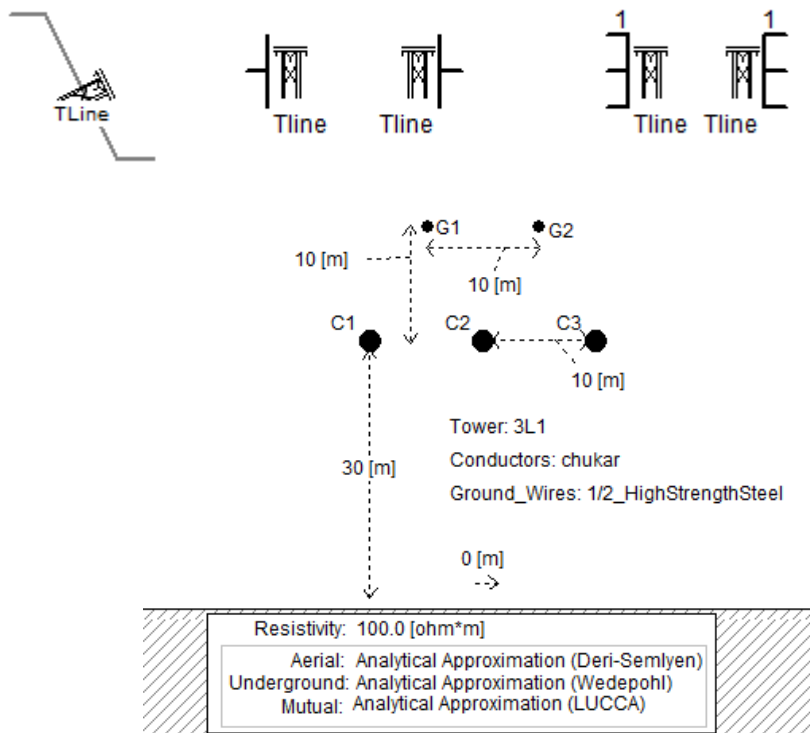


## Модели:

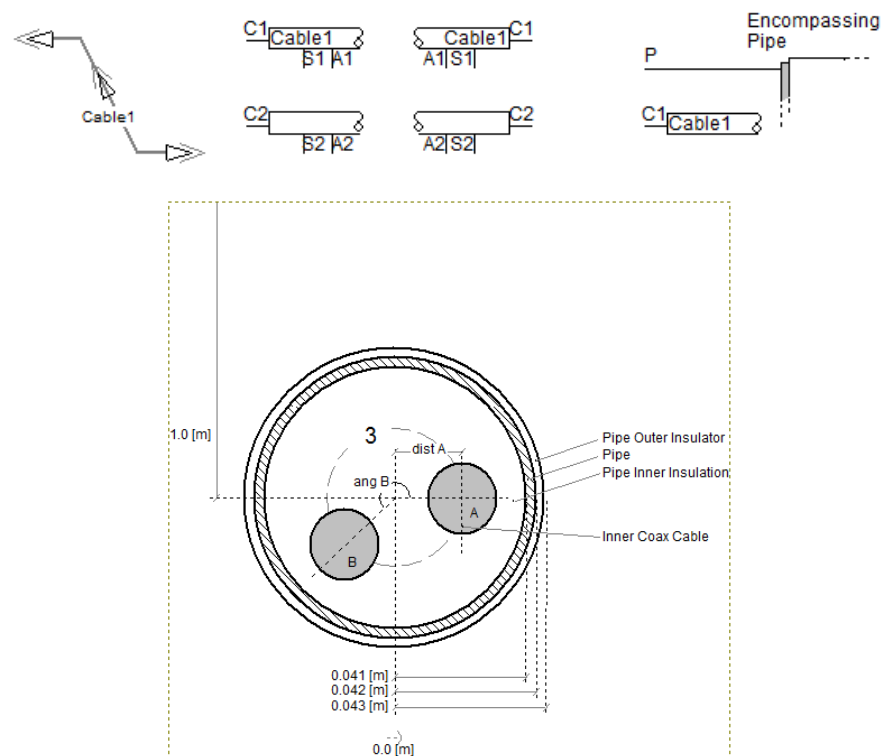
- Конденсаторы, резисторы, реакторы (включая варьируемые)
- RLC фильтры
- Фиксированные нагрузки
- Соединители, провода, шины
- Разрядники;
- Реакторы с насыщением
- Варисторы

# Компоненты передачи электрической энергии

## Воздушные линии



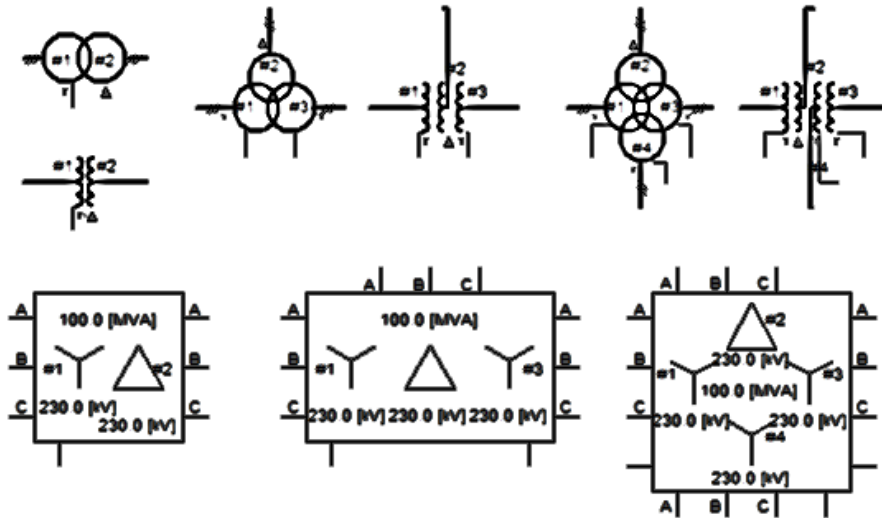
## Кабельные линии



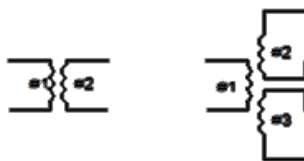
Описание моделей путем задания геометрических размеров

# Трансформаторы

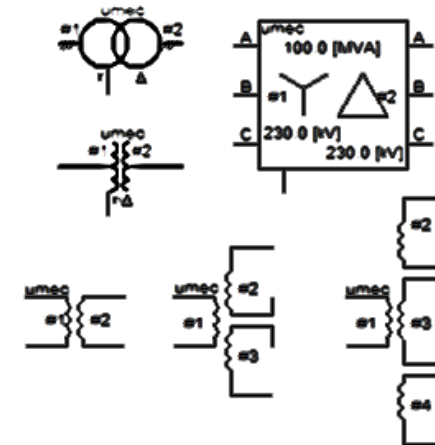
## Группы трансформаторов (раздельные магнитные системы)



## Однофазные трансформаторы



## Многофазные трансформаторы

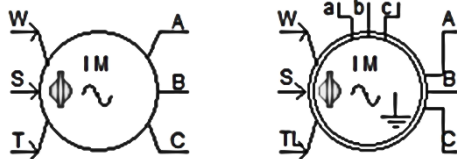


## Автотрансформаторы

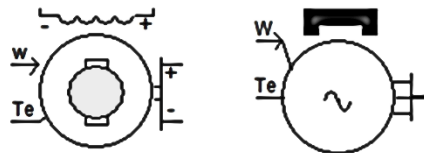


# Электрические машины

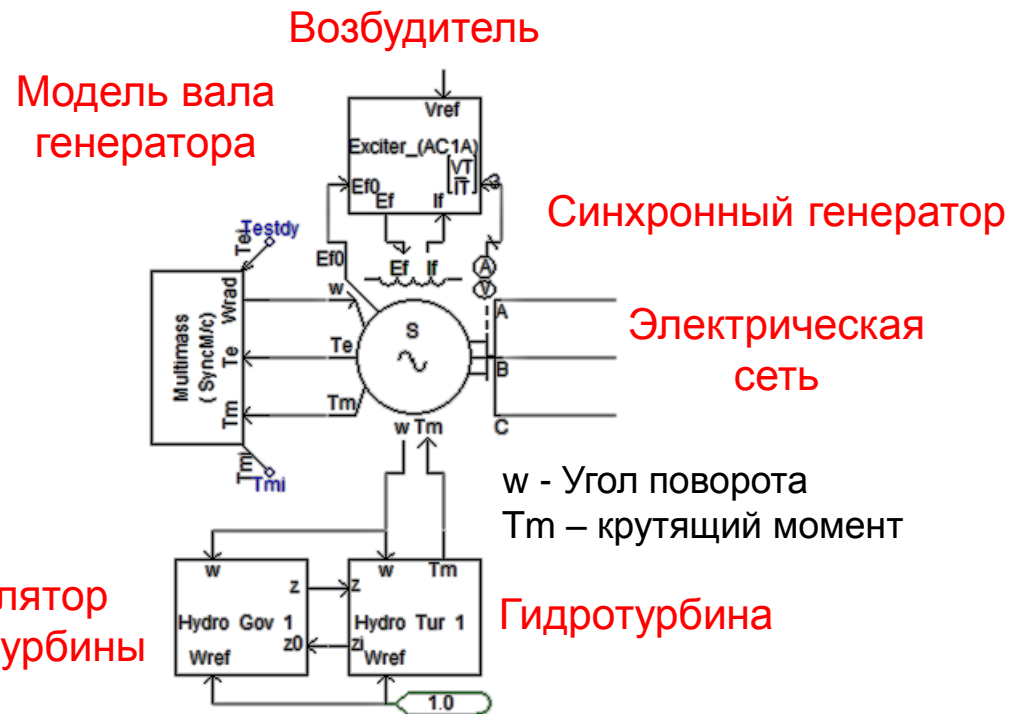
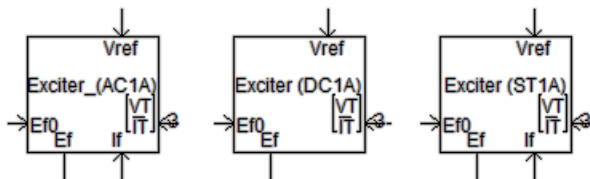
## Машины индукционного типа



## Машины постоянного тока

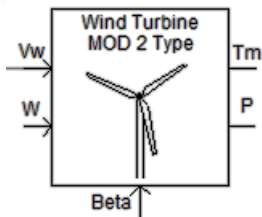


## Возбудители

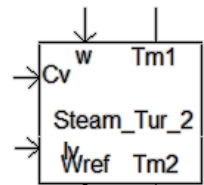


Пример модели синхронной машины с возбудителем, приводом от гидротурбины и навесными элементами на валу

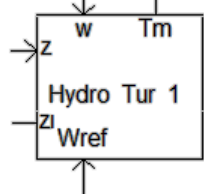
# Компоненты механические



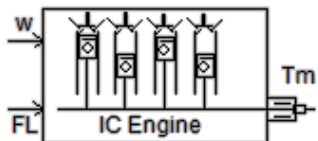
## Ветрогенераторы



## Паровые турбины

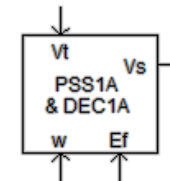
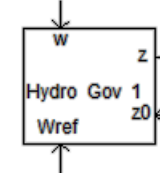
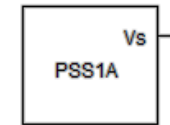
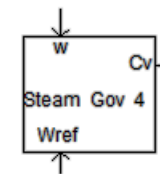


## Гидротурбины

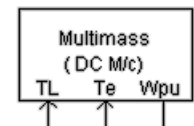
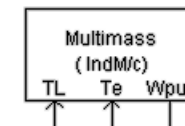
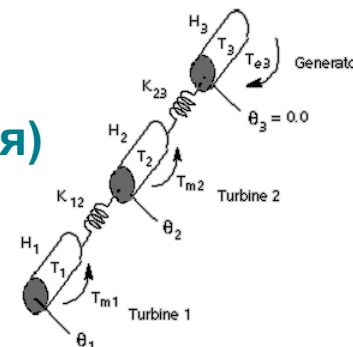


## Дизельные двигатели (с моделированием пропусков воспламенения)

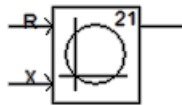
## Механические регуляторы и стабилизаторы



## Динамические модели валов



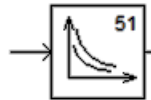
# Устройства релейной защиты



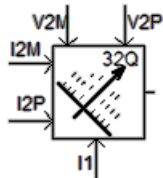
Дистанционная защита



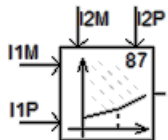
Блокировка при качаниях



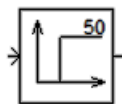
Максимальная токовая защита



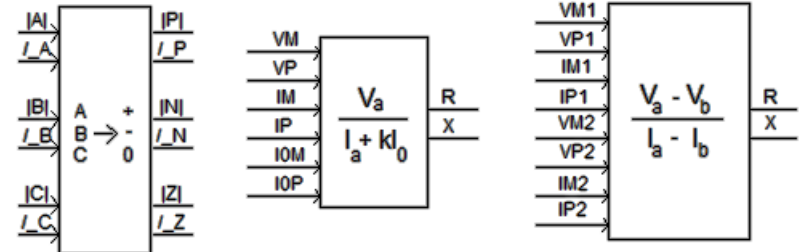
Направленная защита



Дифференциальная защита

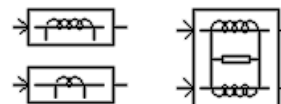


Токвая отсечка

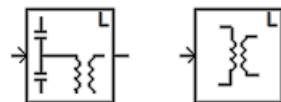


Модули вычисления импеданса и сигналов различных последовательностей (I0, I1, I2)

Измерительные трансформаторы с учетом характеристики насыщения

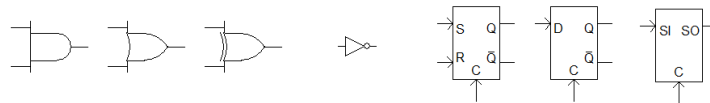


- Трансформаторы тока



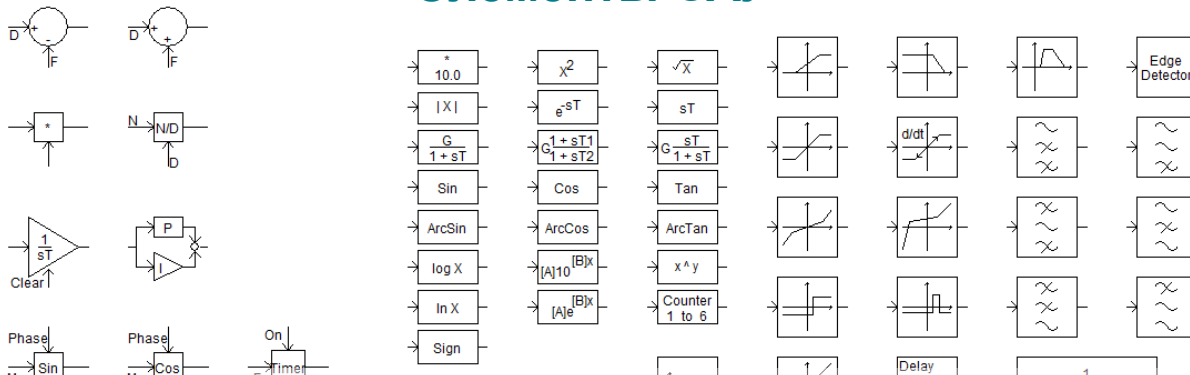
- Трансформаторы напряжения

# Логические элементы и элементы для построения систем автоматического управления

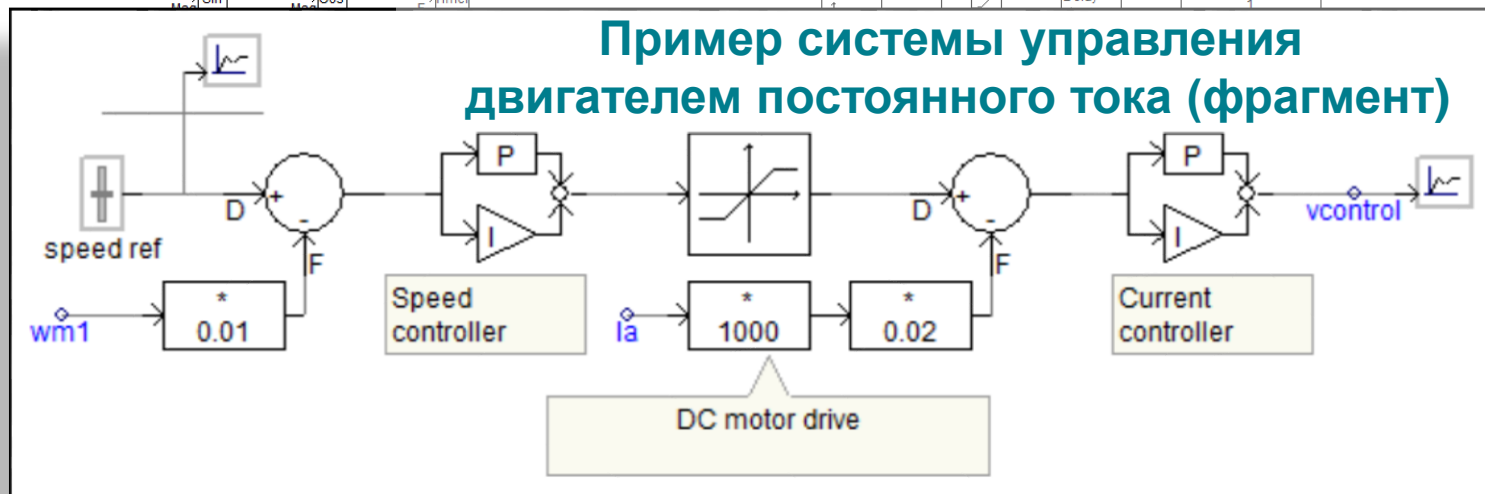


## Логические элементы

## Элементы САУ



## Пример системы управления двигателем постоянного тока (фрагмент)



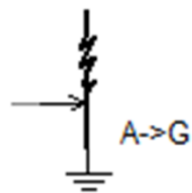


# Элементы задания аварийных событий

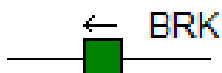
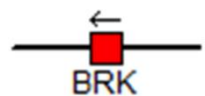
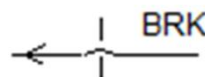
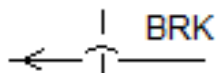
Для задания вида и места повреждений (аварий) используются специальные элементы

Формирователь различных видов КЗ

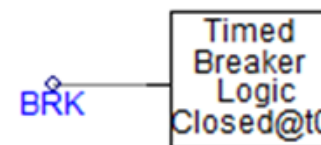
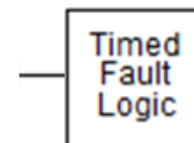
Fault



Выключатель для моделирования обрыва линии или подключения линии, источника или нагрузки

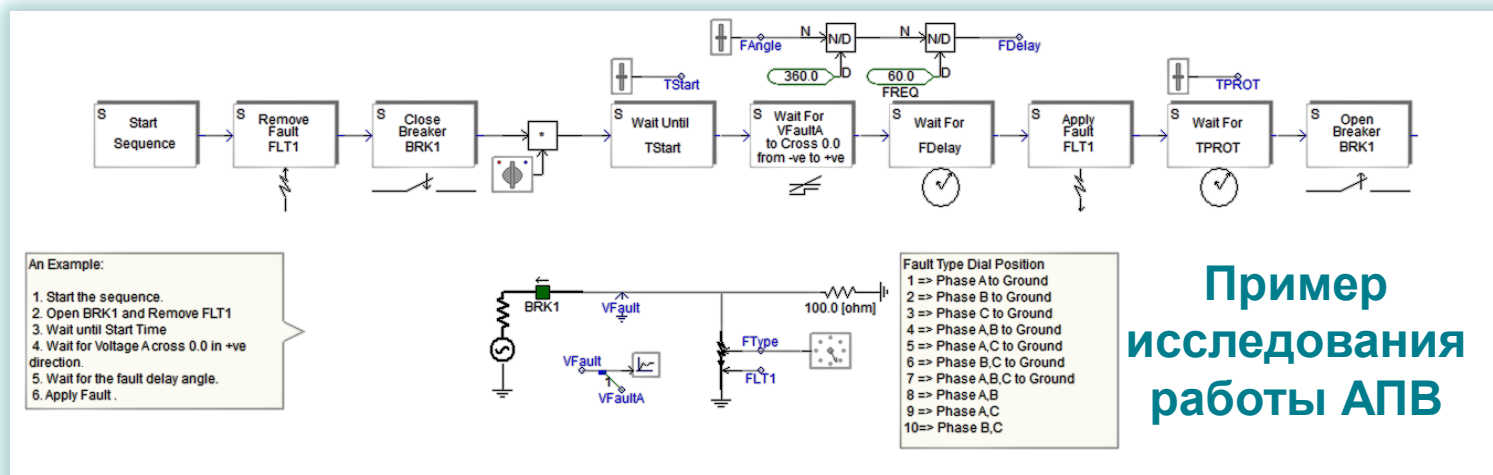
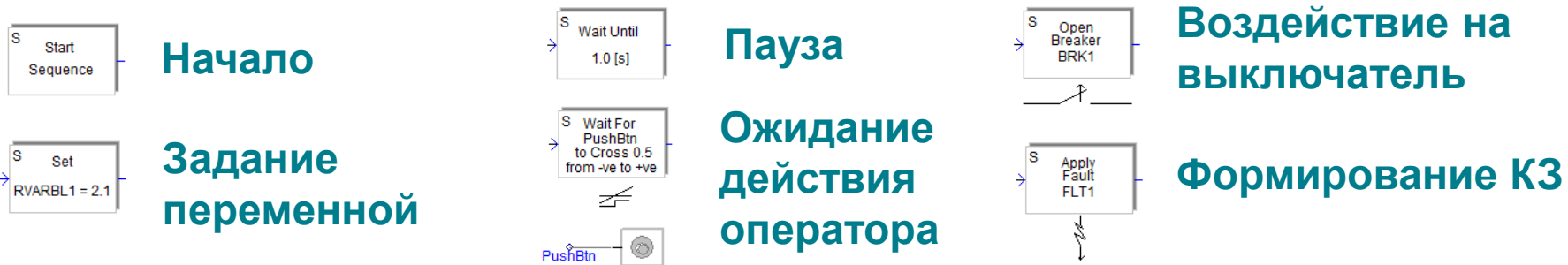


Элементы задания момента возникновения события



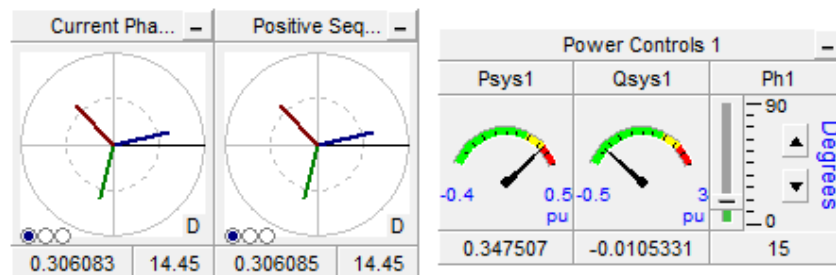
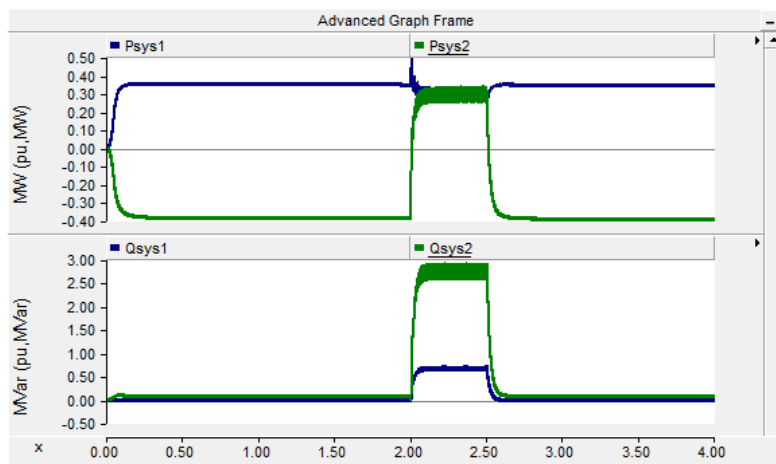
# Элементы создания сценариев поведения модели

Секвенсоры служат для задания сценариев моделирования формируемых из последовательности состояний модели.

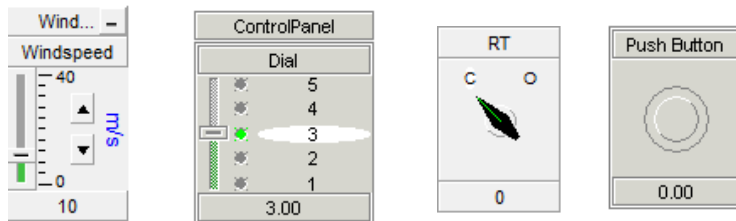


# Элементы управления моделью и отображения ее состояния

## Визуализация измерений и построения графиков



## Элементы воздействия на состояние модели

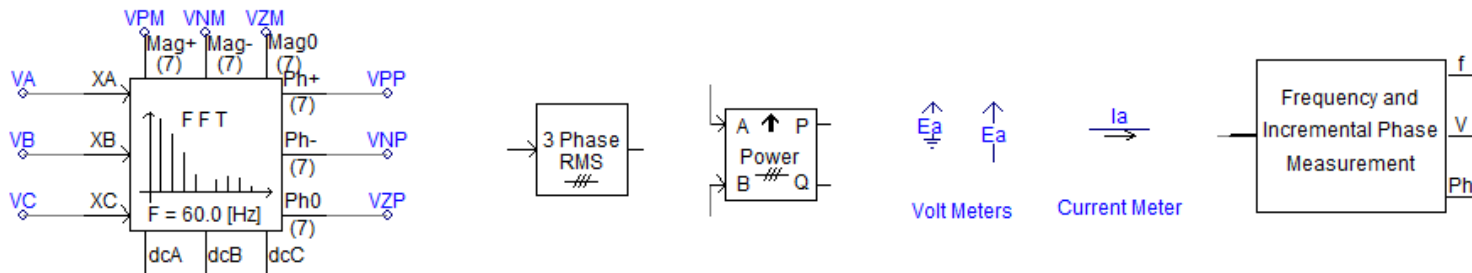


Наглядность PSCAD обеспечивается за счет совмещения на рабочем поле схемы модели, элементов управления ею и элементов отображения результатов моделирования.

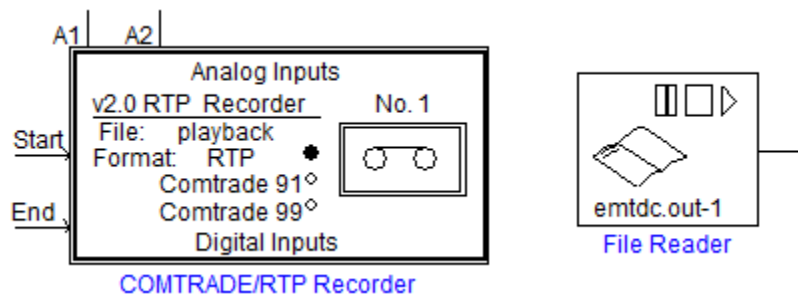
В процессе моделирования имеется возможность воздействия на модель и наблюдения за ее реакцией.

# Элементы для измерений, экспорта и импорта данных

Сигналы в ключевых узлах модели измеряются при помощи компонентов прямых измерений и измерительных преобразователей: дискретного преобразования Фурье, мощности, реальных действующих значений RMS, фазы и пр.)

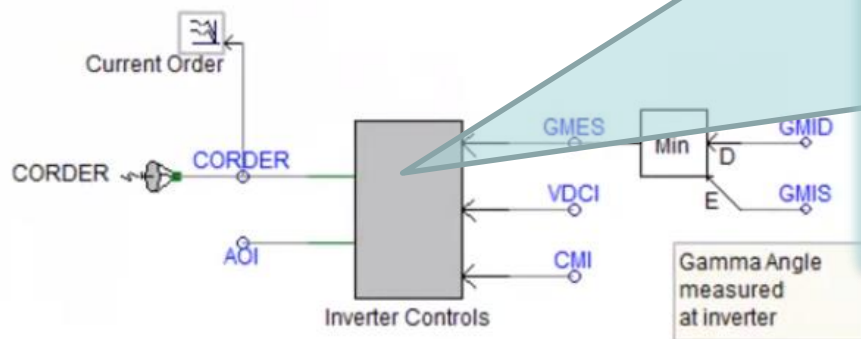


Экспорт и импорт сигналов производится в форматах RTP, COMTRADE



# Создание собственных компонентов и алгоритмов их работы

Пользователи имеют возможность создавать в PSCAD собственные компоненты. Компоненты могут быть представлены в виде «черного ящика» с собственным алгоритмом работы, описанным на языке высокого уровня (C++, Fortran, MATLAB/Simulink и пр.).



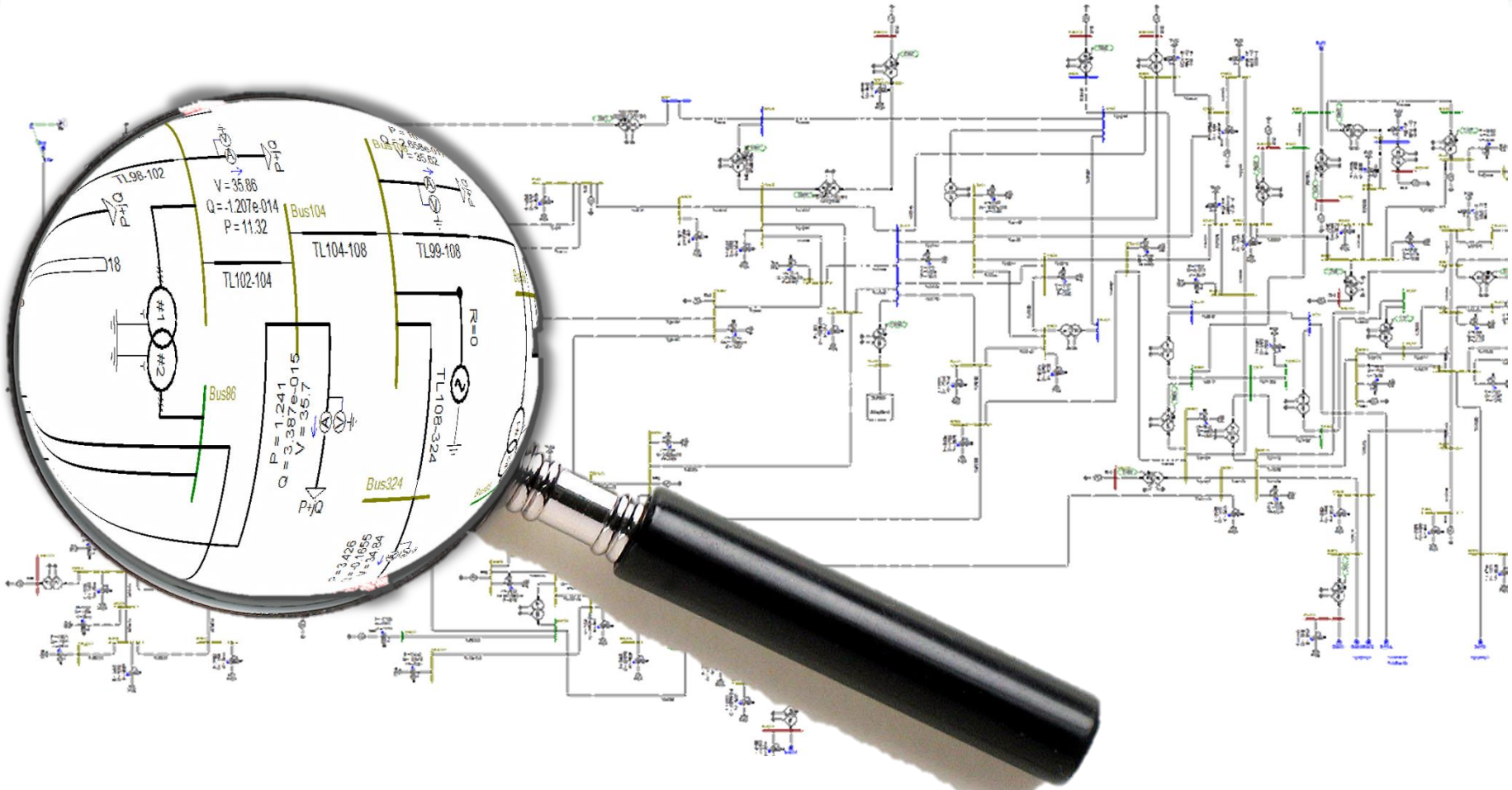
```

Diesel_Generator:Main(1)  HVDC5_mim:Main(1)  VFDInductionVector37kW:Main(1).Inverter(1)  DC_Machine_Drive:Main(1)
485 |
486 | ! 20:[TransLine]
487 |     CALL TransLineOut()
488 |
489 |
490 | ! 30:[multimeter] Multimeter
491 |     IVD1_1 = NRTCF
492 |     NRTCF = NRTCF + 4
493 |     CMIP1 = ( CBR((IBRCH+2), SS))
494 |     VDCIp1 = EMTDC_VVDC(SS, NT_7, 0)
495 |
496 | ! 40:[Rectifier_AC]
497 |     CALL Rectifier_ACOut()
498 |
499 |
500 | ! 50:[multimeter] Multimeter
501 |     IVD1_1 = NRTCF
502 |     NRTCF = NRTCF + 4
503 |     VacR(1) = EMTDC_VVDC(SS, NT_14(1), 0)
504 |     VacR(2) = EMTDC_VVDC(SS, NT_14(2), 0)
505 |     VacR(3) = EMTDC_VVDC(SS, NT_14(3), 0)
506 |     RVD1_1 = RTCF(IVD1_1) * P3PH3(SS, (IBRCH+15), (IBRCH+16), (IBRCH+16), (IBRCH+16), 0)
507 |     IF (UPDATE_AG) CALL PSCAD_AGRG(58894414, RVD1_1, "Pd")
508 |     RVD1_1 = RTCF(IVD1_1) * Q3PH3(SS, (IBRCH+15), (IBRCH+16), (IBRCH+16), (IBRCH+16), 0)
509 |     IF (UPDATE_AG) CALL PSCAD_AGRG(58894414, RVD1_1, "Qd")
510 |     RVD1_1 = RTCF(IVD1_1+1) * VM3PH2(SS, NT_14(1), NT_14(2), NT_14(3), & RTCF(IVD1_1+2))
511 |     IF (UPDATE_AG) CALL PSCAD_AGRG(58894414, RVD1_1, "Vd")
512 |     IF (UPDATE_AG) CALL PSCAD_AGRG(58894414, RVD1_1, "Vd")
513 |     VrmsR = RVD1_1
514 |     IF (FIRSTSTEP) THEN
515 |         CALL PSCAD_AGI(58894414, 1, "hide1")
516 |         CALL PSCAD_AGI(58894414, 1, "hide2")
517 |     ENDIF
518 |
519 |
520 |
521 | ! 60:[ammeter] Current Meter 'Ielectrode'
522 |     Ielectrode = (-CBR((IBRCH+3), SS))
523 |
524 | ! 70:[multimeter] Multimeter
525 |     IVD1_1 = NRTCF
526 |     NRTCF = NRTCF + 4
527 |     VacI(1) = EMTDC_VVDC(SS, NT_6(1), 0)
528 |     VacI(2) = EMTDC_VVDC(SS, NT_6(2), 0)
529 |     VacI(3) = EMTDC_VVDC(SS, NT_6(3), 0)
530 |     RVD1_1 = RTCF(IVD1_1) * P3PH3(SS, (IBRCH+5), (IBRCH+6), (IBRCH+7), &

```

# Примеры использования PSCAD

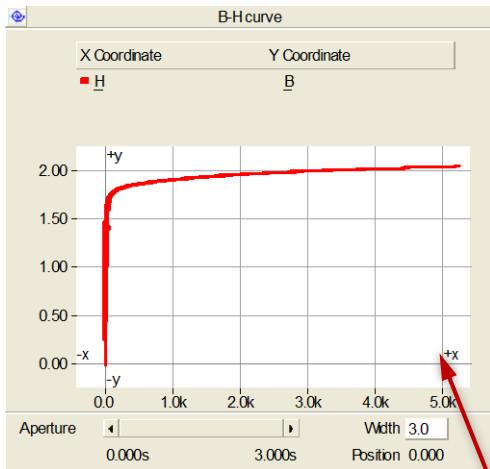
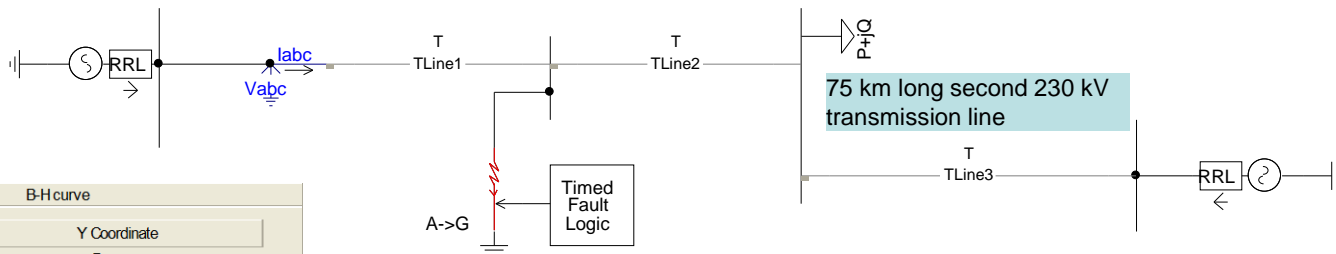
# Моделирование больших энергосистем



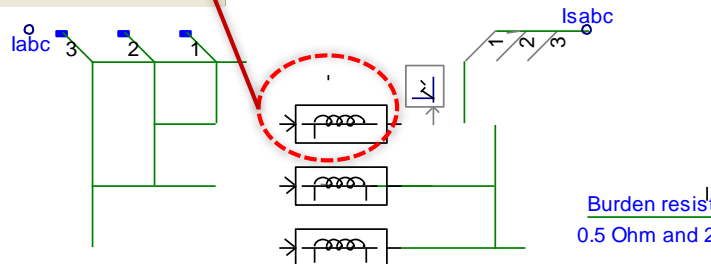
# Исследование традиционных систем переменного тока

## Пример анализа насыщения ТТ

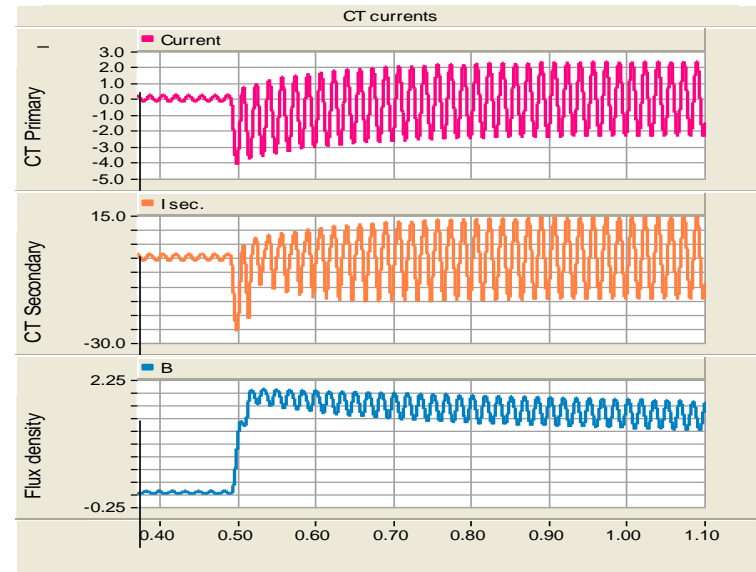
200 km long 230kV transmission line simulated in two segments to facilitate application of faults at different point on the line



Fault at 0.4876s and 0.49167s



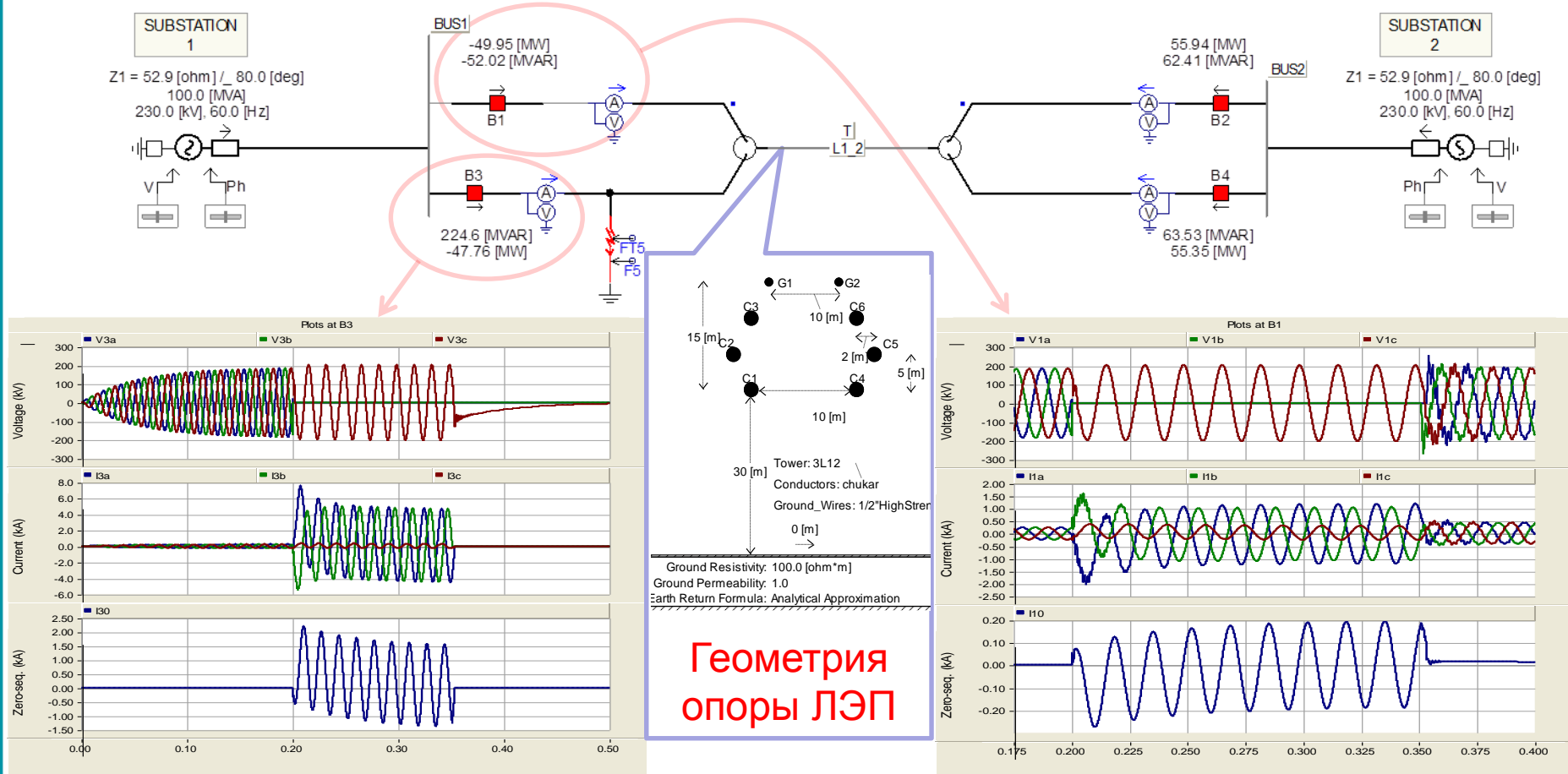
Burden resistance-  
0.5 Ohm and 2.5 Ohm





# Исследование традиционных систем переменного тока

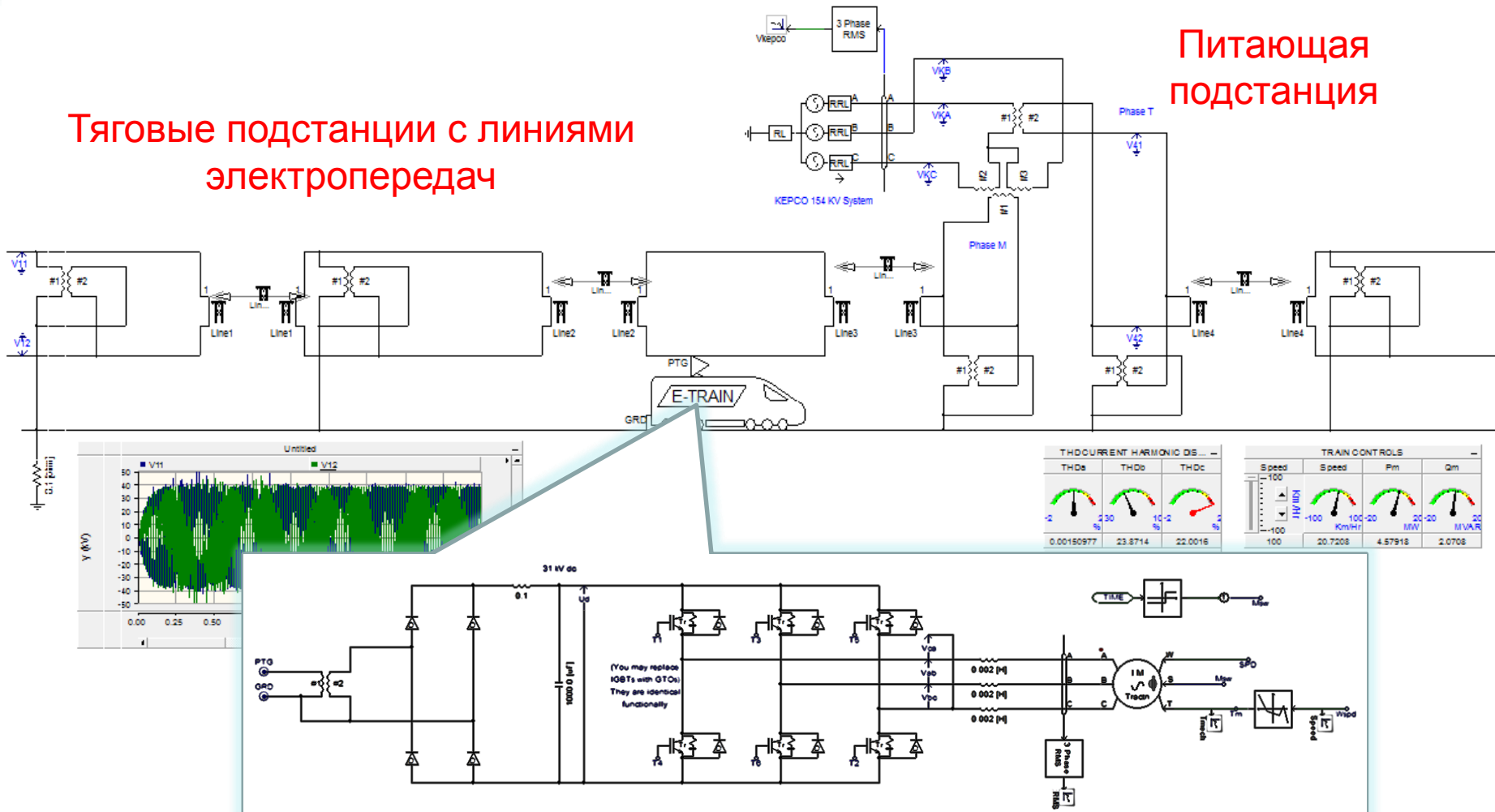
Пример анализа взаимной индукции в ВЛ при авариях



# Моделирование железнодорожного транспорта

Тяговые подстанции с линиями электропередач

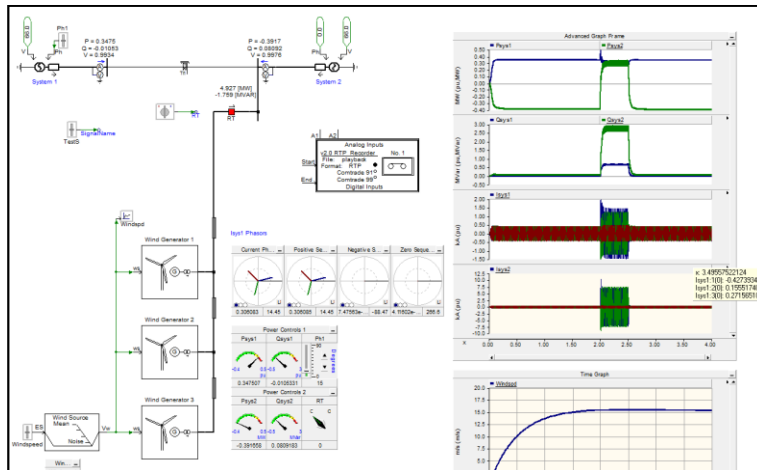
Питающая подстанция



Локомотив. Модель тягового привода на базе АД

# Проверка работы РЗА по файлам аварийных процессов, смоделированных в PSCAD

Модель аварийного процесса



COMTRADE файл

Устройство для проверки РЗА

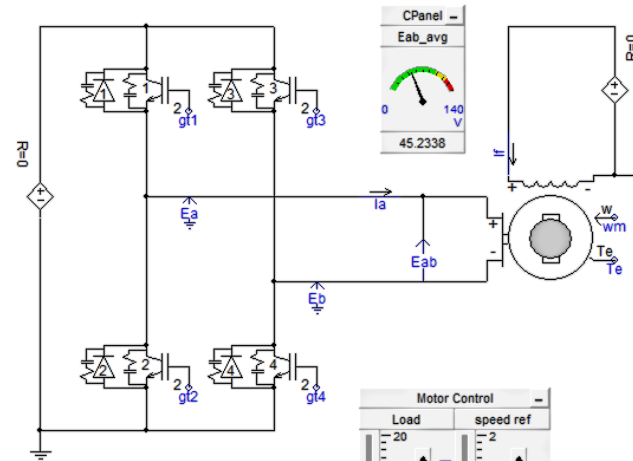
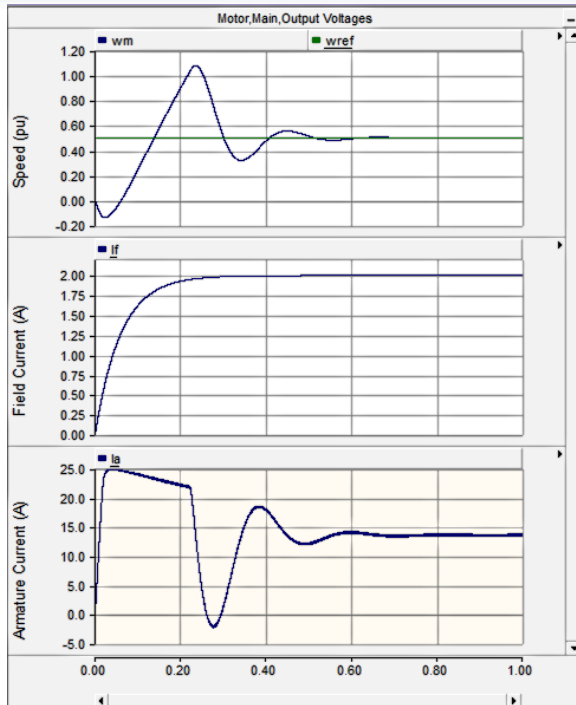


Устройства РЗА

Электрические сигналы

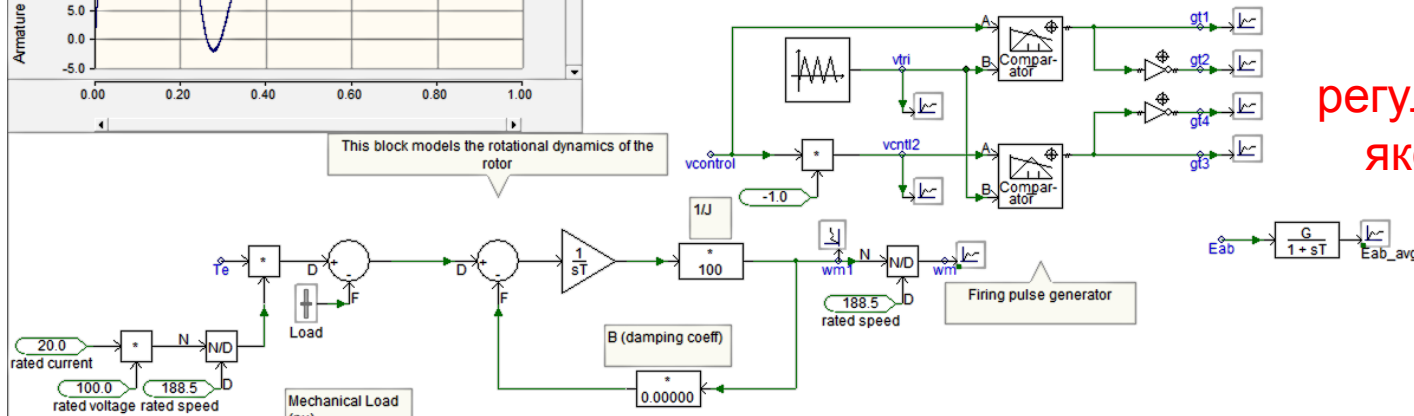


# Моделирование электропривода постоянного тока



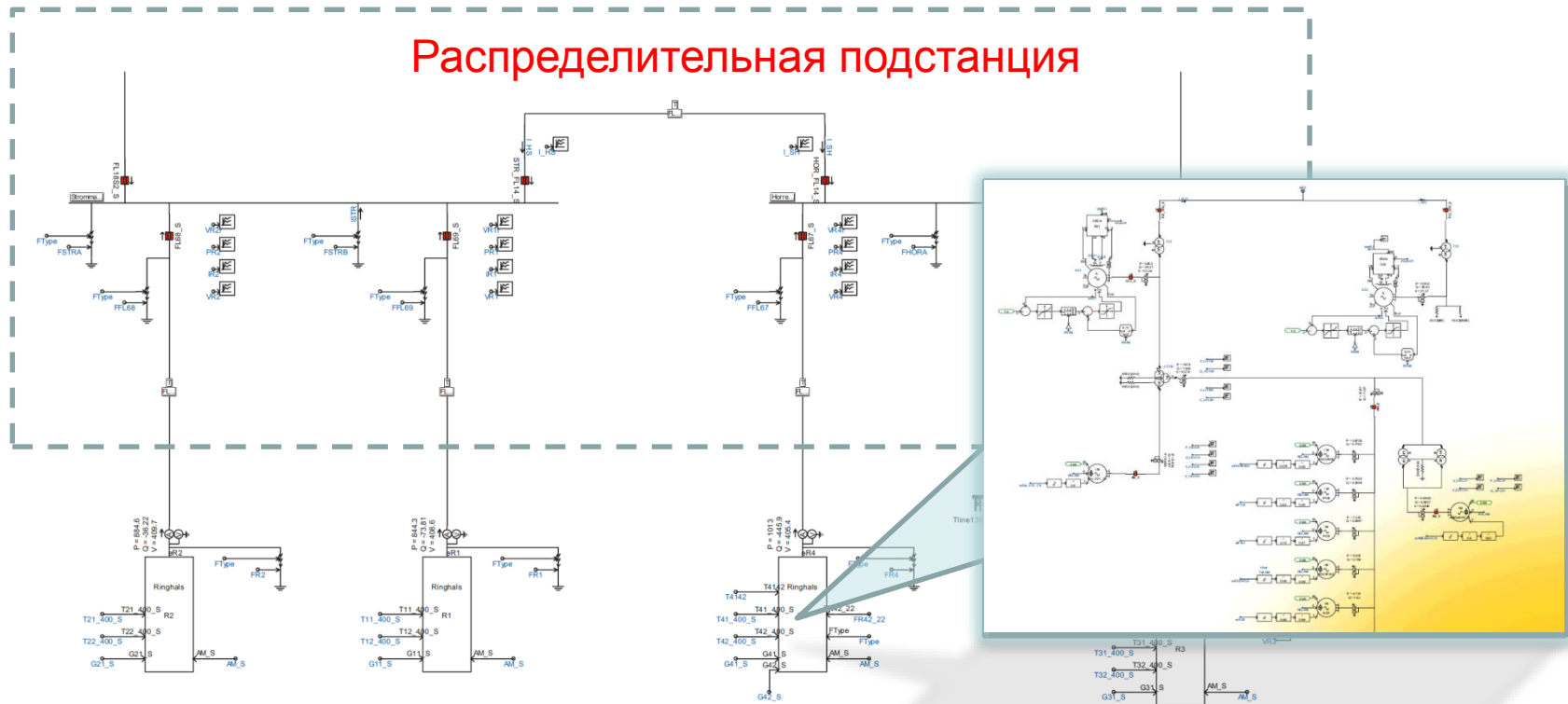
ДПТ с  
выходом в  
виде  
крутящего  
момента

ШИМ  
регулятор тока  
якоря ДПТ



Модель нагрузки как зависимость угловой скорости от момента

# Моделирование сбоя в работе АЭС Рингхальс, Швеция, возникшего при сочетании сброса нагрузки АЭС и междуфазного КЗ



Энергоблок №1

Энергоблок №2

Энергоблок №3

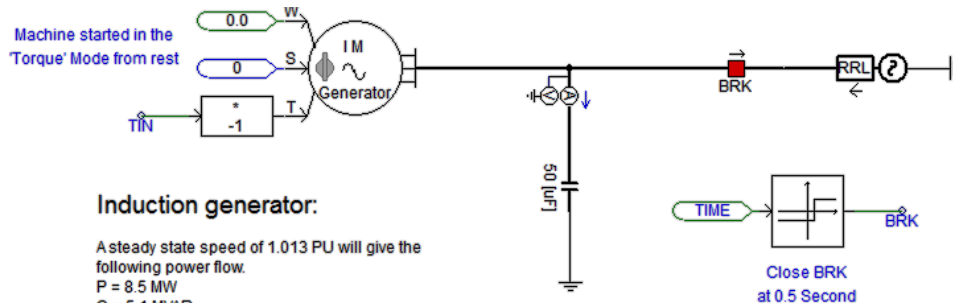
Энергоблок №4

Подробный отчет по моделированию этой аварии приведен в журнале “The Pulse”.

[https://hvdc.ca/uploads/ck/files/newsletters/Pulse\\_Jul2009.pdf](https://hvdc.ca/uploads/ck/files/newsletters/Pulse_Jul2009.pdf)

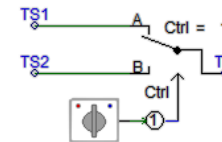
# Моделирование дизельгенератора с имитацией пропусков воспламенения

## Асинхронный генератор



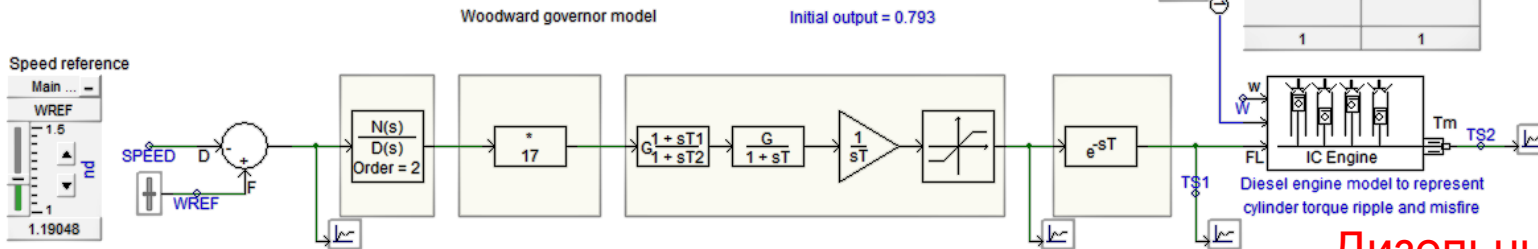
Induction generator:

A steady state speed of 1.013 PU will give the following power flow.  
 P = 8.5 MW  
 Q = 5.1 MVAR  
 The steady state torque under this condition is 0.793 PU



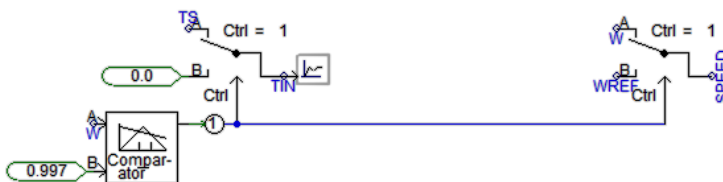
Select 'TS2' if IC Engine torque ripple to be included in the simulation.

## Регулятор топливоподдачи

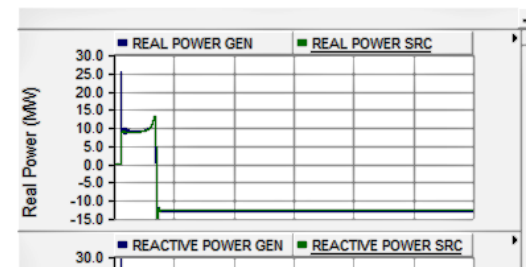


Once the simulation has reached a steady state, change the speed reference to observe the governor response.

Simulation controls:



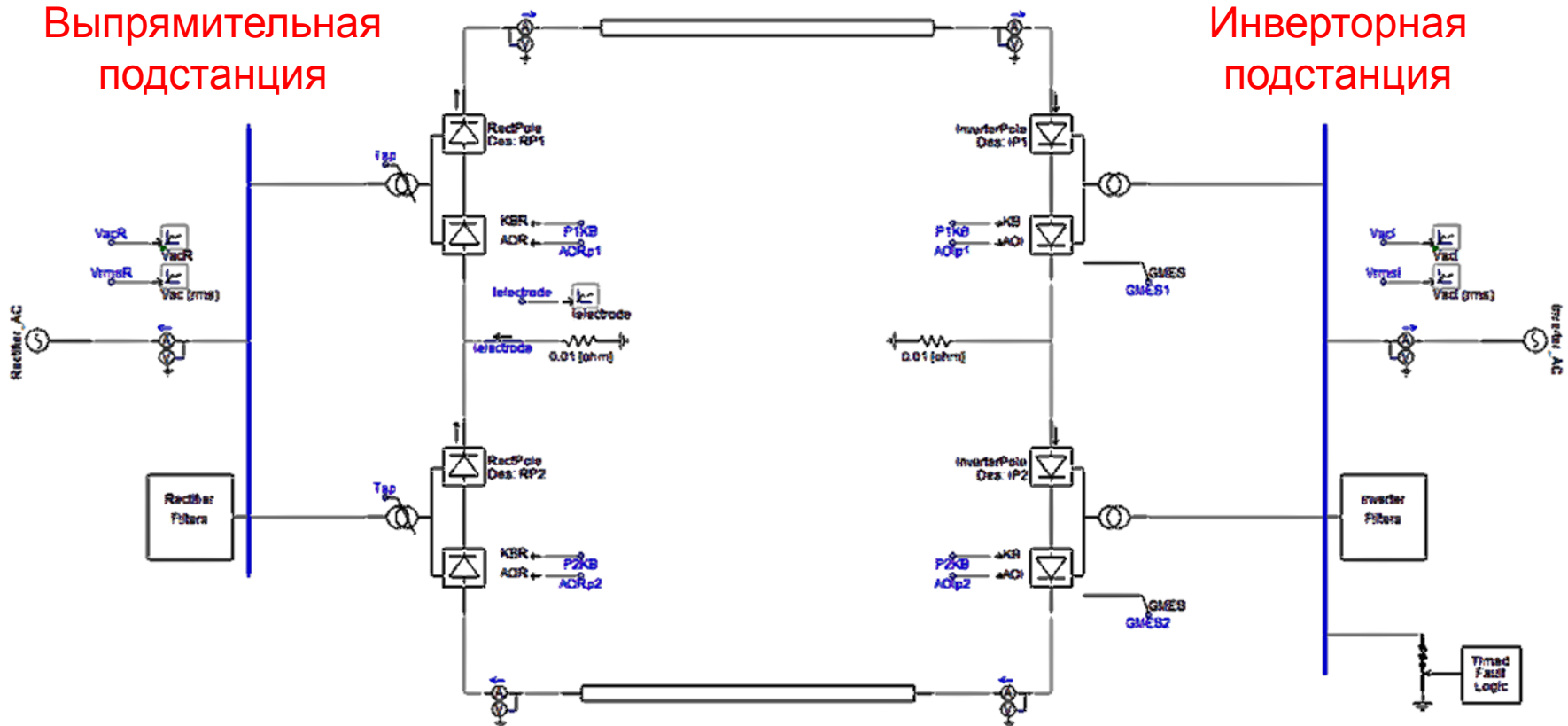
## Дизельный мотор



# Моделирование линий и вставок постоянного тока HVDC

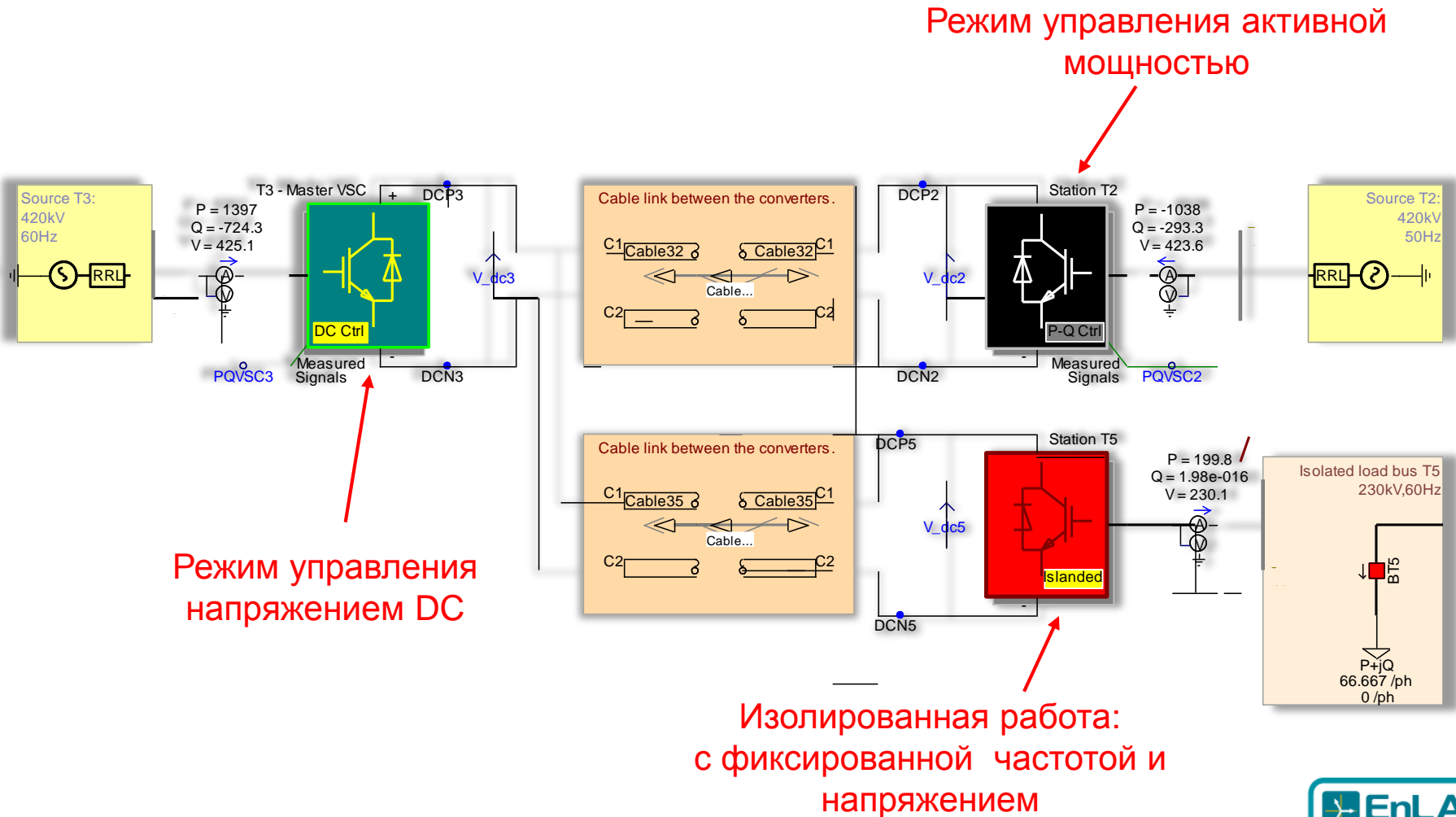
Выпрямительная подстанция

Инверторная подстанция



Биполярная высоковольтная линия электропередачи ПТ

# Модель HVDC сети с тремя конечными подстанциями типа VSC

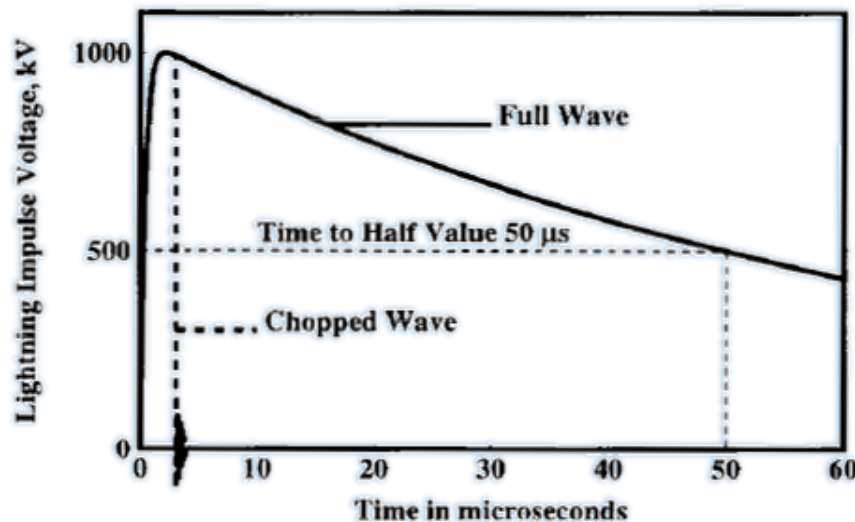




# Моделирование сверхбыстрых процессов и исследование прочности изоляции

Исследование переходных процессов с быстронарастающими фронтами и с частотами от 10 кГц до 1 МГц.

Моделирование выполняется с шагом расчета (20 – 50) нс.



Форма грозового импульса по IEEE Std. 1243-1997

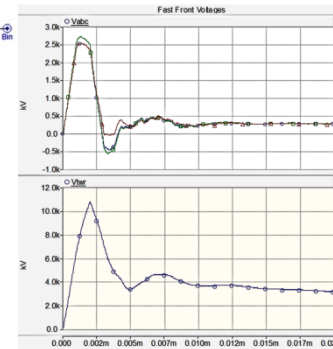
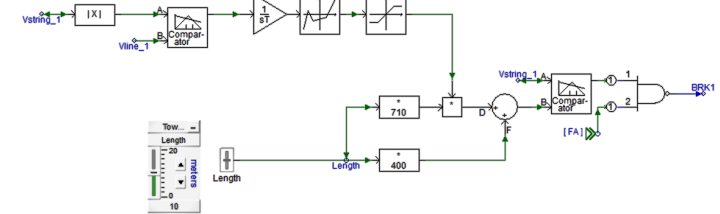
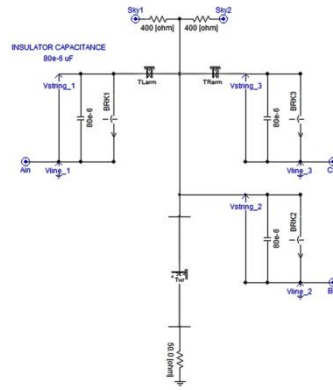
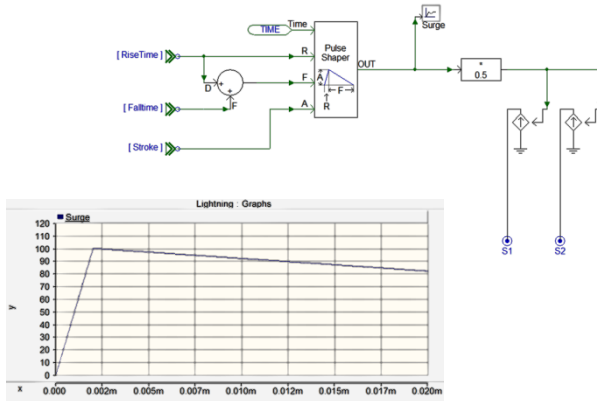


# Моделирование воздействия разряда молнии на ЛЭП

Модели: молнии,

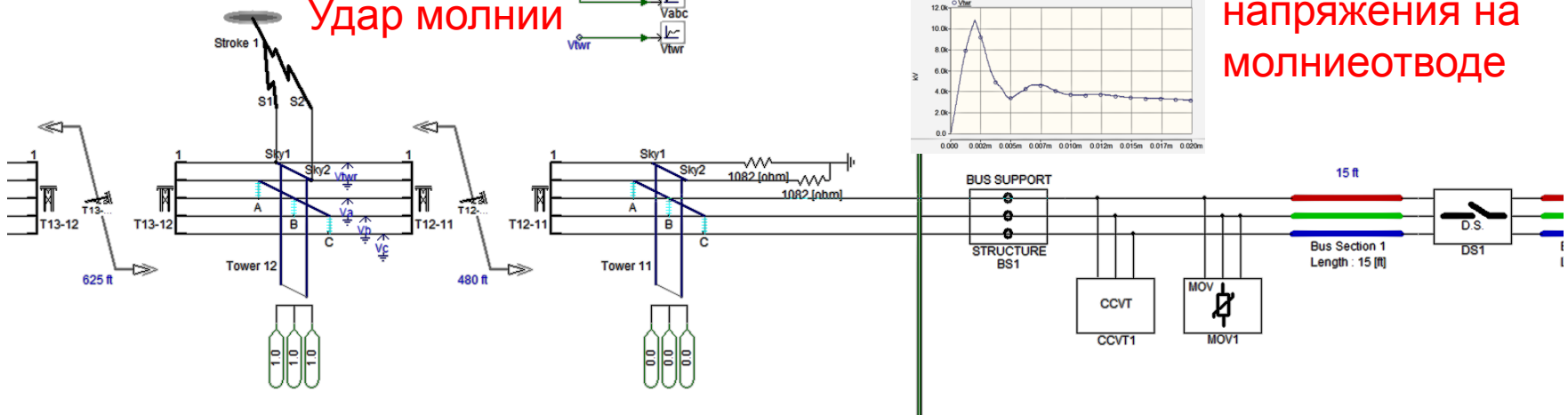
опоры ЛЭП,

гирлянды изоляторов



Графики фазных напряжений и напряжения на молниевотводе

Удар молнии

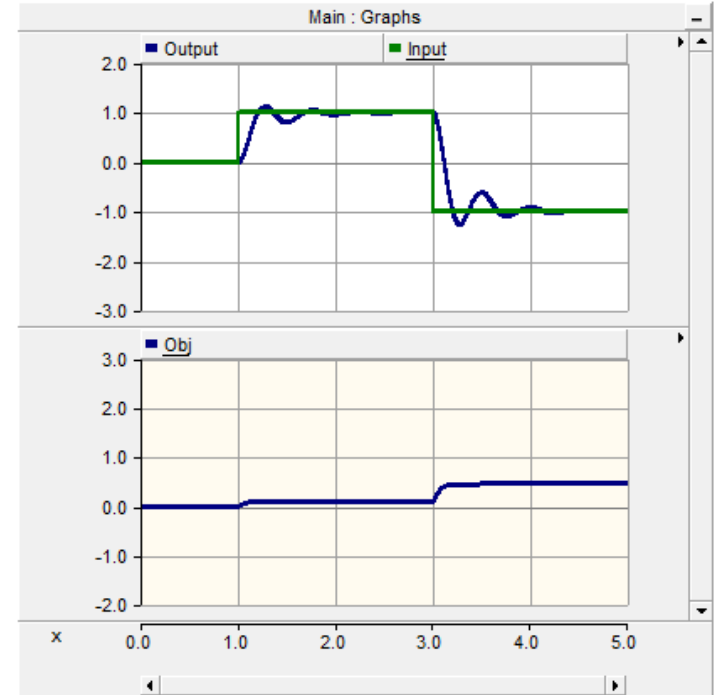
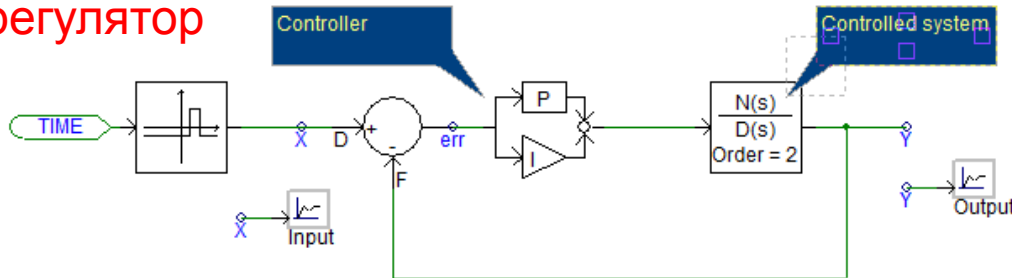


Модель ЛЭП с вводом на подстанцию

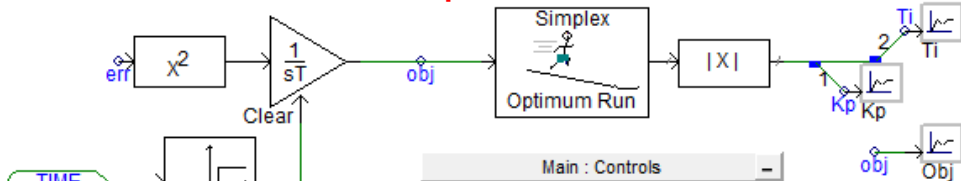
# Решение задачи оптимизация на примере подбора параметров ПИ-регулятора

Оптимизируемый ПИ регулятор

Объект управления



Оптимизация ошибки рассогласования



Main : Controls

Kp	Ti	Obj
100.225	0.00137665	0.465903

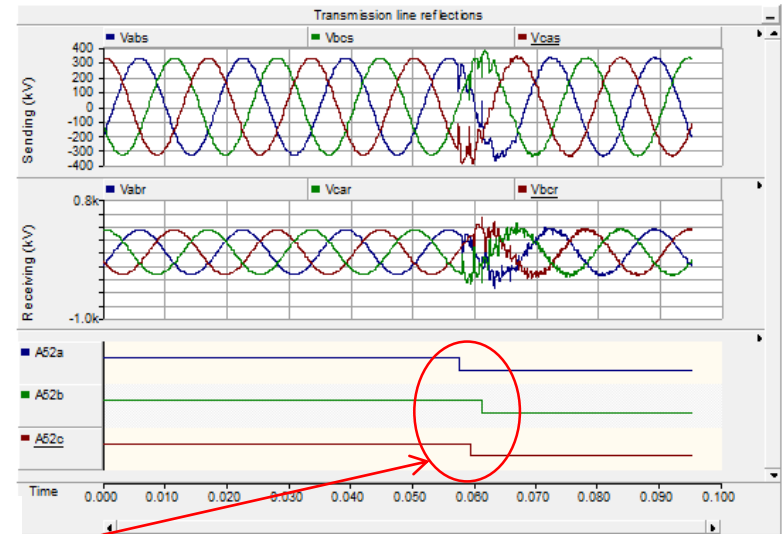
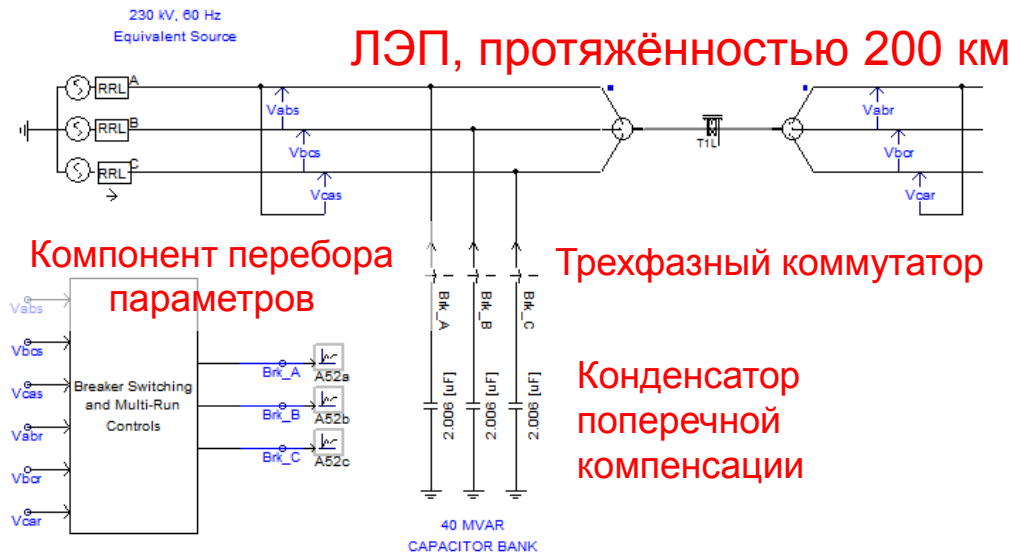
Протокол поиска решения

```

34 0.47770130931004 100.24094771349 -0.17030609301372E-02
55 0.46760737779002 100.22037959152 -0.12594878976961E-02
56 100.000000000000 100.21803672828 -0.33585039177406E-03
57 0.47706396272398 100.20562135795 -0.11247110800490E-02
58 0.47310087736008 100.18141477920 -0.11659727655489E-02
59 0.46824339558798 100.19646587067 -0.15001668693797E-02
60 0.46825474516667 100.25432737335 -0.12416049952330E-02
61 0.46627475381409 100.23137505222 -0.13107161893854E-02
62 0.48430990568503 100.25528877306 -0.10700372177018E-02
63 0.46602295902312 100.21117159627 -0.13926344546460E-02
64 0.46673936113546 100.22216705698 -0.14438627481496E-02
65 0.46605069454236 100.22172019061 -0.13977690355362E-02
66 0.46763103734773 100.20151673466 -0.14796873026110E-02
67 0.46589188528336 100.22391047283 -0.13529589676918E-02
68 0.46592774852538 100.21336187849 -0.13478243886158E-02
69 0.46632650623760 100.22610075505 -0.13081488998474E-02
70 0.46590426823680 100.21490388597 -0.13715130673070E-02
71 0.46590326129839 100.22545248031 -0.13766476463830E-02
    
```

Оптимальное решение

# Определение наибольшего перенапряжения в ЛЭП при коммутации конденсаторов методом перебора



Неодновременность замыкания контактов

	Brka	Brkb	Brkc	Vsmax	Vrmax
Minimum:	0.7326057543	0.7320992058	0.7325514986	339.9464582	377.9119024
Maximum:	0.7480833061	0.7484166629	0.7482991235	<u>420.7711263</u>	<u>653.0899413</u>
Mean:	0.7402888877	0.7410905593	0.7398844304	376.5891845	526.4320454
Std Dev:	0.3701554424E-02	0.3810469673E-02	0.3787974784E-02	15.88599870	61.48722584
2% Level:	0.7326868242	0.7332648113	0.7321048812	343.9633315	400.1527205
98% Level:	0.7478909512	0.7489163074	0.7476639796	409.2150375	652.7113704

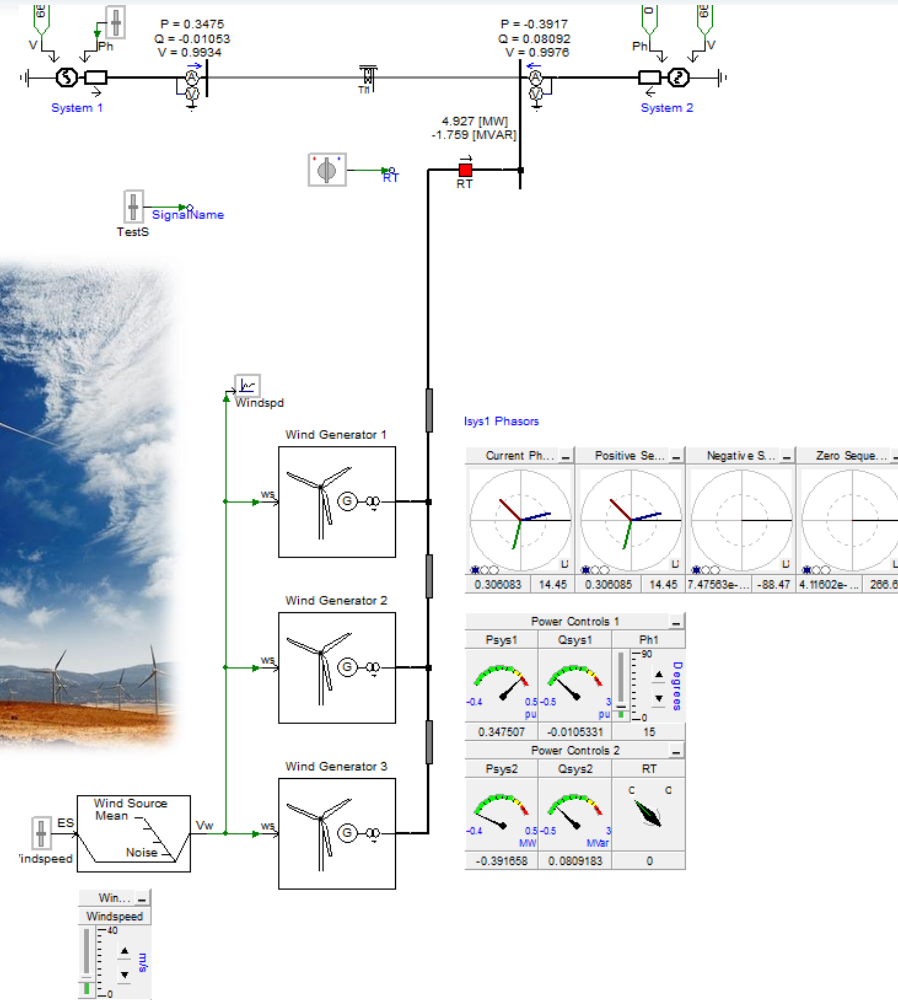
Probability Density Functions (%) for Variable 1, Vsmax

Centre of Range	Probability(%)	Cumulative Prob.(%)	100-Cumulative Prob.
343.9876916	7.200000000	7.200000000	92.80000000
352.0701584	6.400000000	13.60000000	86.40000000

Протокол моделирования

# Исследование распределенной генерации и нетрадиционных источников энергии

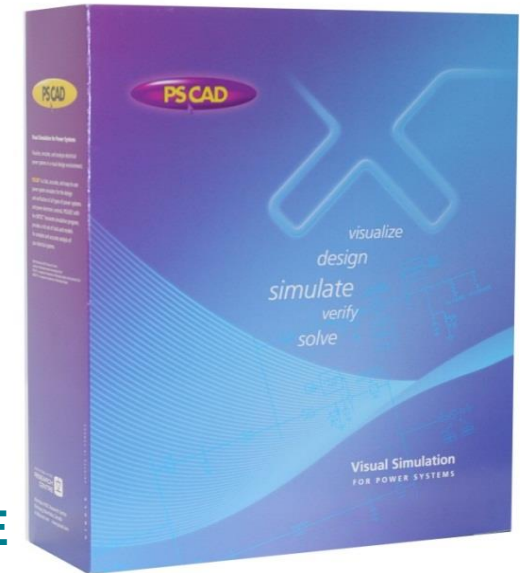
- Ветросиловые установки и комплексы;
- Солнечные батареи;
- Топливные элементы;
- Дизельгенераторы;
- Кинетические ГЭС.



# Новая версия PSCAD X 4.5 доступна с 2012 года

## Особенности новой версии

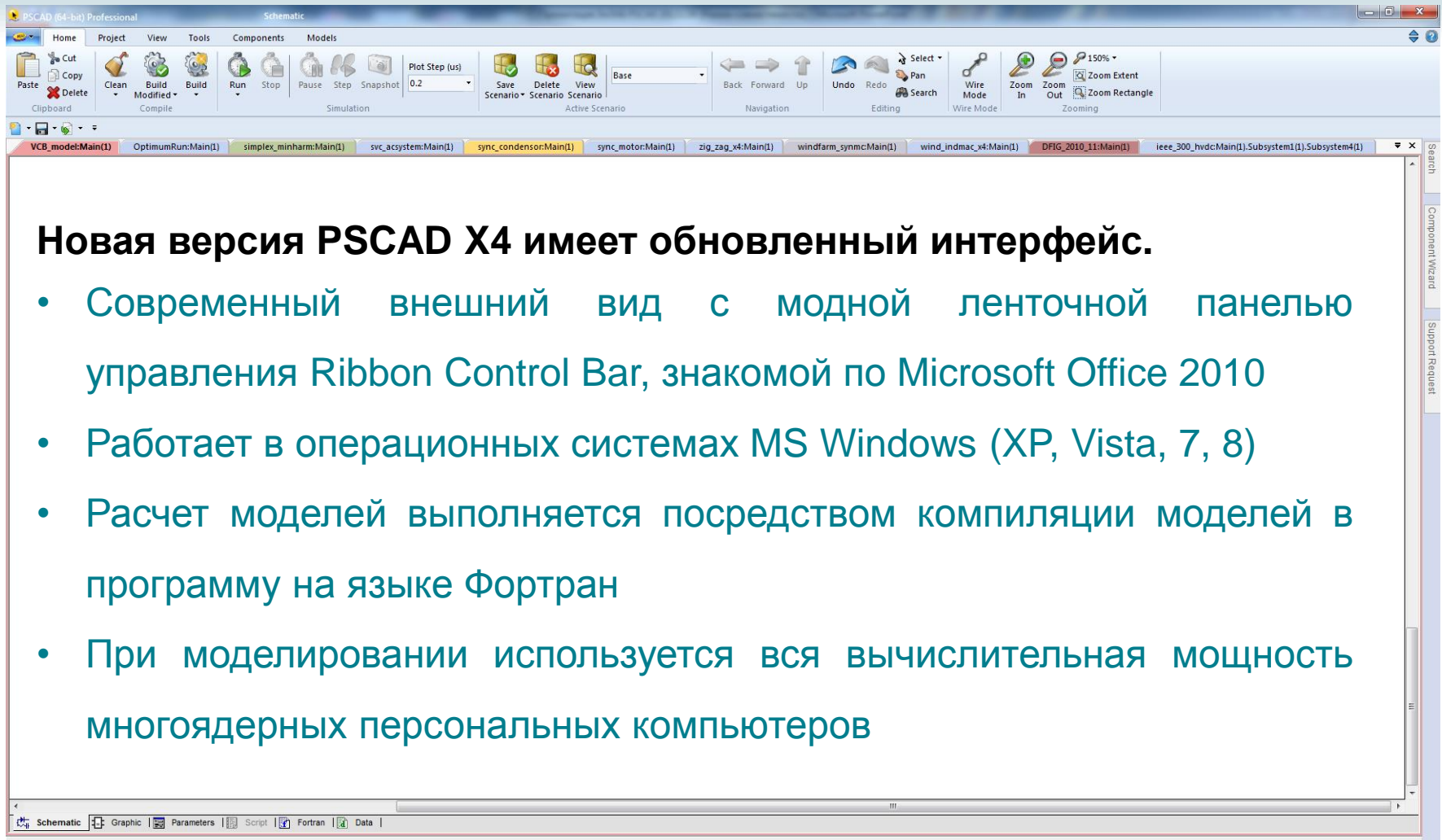
- Загрузка одновременно нескольких проектов
- Интерфейсный модули «Черный ящик»
- 32/64-битная версия
- Параллельные вычисления для многоядерных ЭВМ
- Добавлены модели источников на фотоэлементах
- Возбудители / стабилизаторы по стандарту IEEE 2005



Подробная информация по изменениям приведена по ссылке <https://hvdc.ca/knowledge-library/reference-material:>

- «What\_s\_New\_in\_PSCAD\_v4.5.0.pdf»
- «What's New in PSCAD v4\_5\_1.pdf»

# Обновленный интерфейс программы



The screenshot displays the PSCAD (64-bit) Professional software interface. The top ribbon control bar includes sections for Clipboard, Compile, Simulation, Active Scenario, Navigation, Editing, Wire Mode, and Zooming. Below the ribbon, a list of open project files is visible, including VCB\_model:Main(1), OptimumRun:Main(1), simplex\_minharm:Main(1), svc\_acytem:Main(1), sync\_condensor:Main(1), sync\_motor:Main(1), zig\_zag\_x4:Main(1), windfarm\_synmc:Main(1), wind\_indmac\_x4:Main(1), DFIG\_2010\_11:Main(1), and ieee\_300\_hvdc:Main(1). The main workspace area contains the text:

**Новая версия PSCAD X4 имеет обновленный интерфейс.**

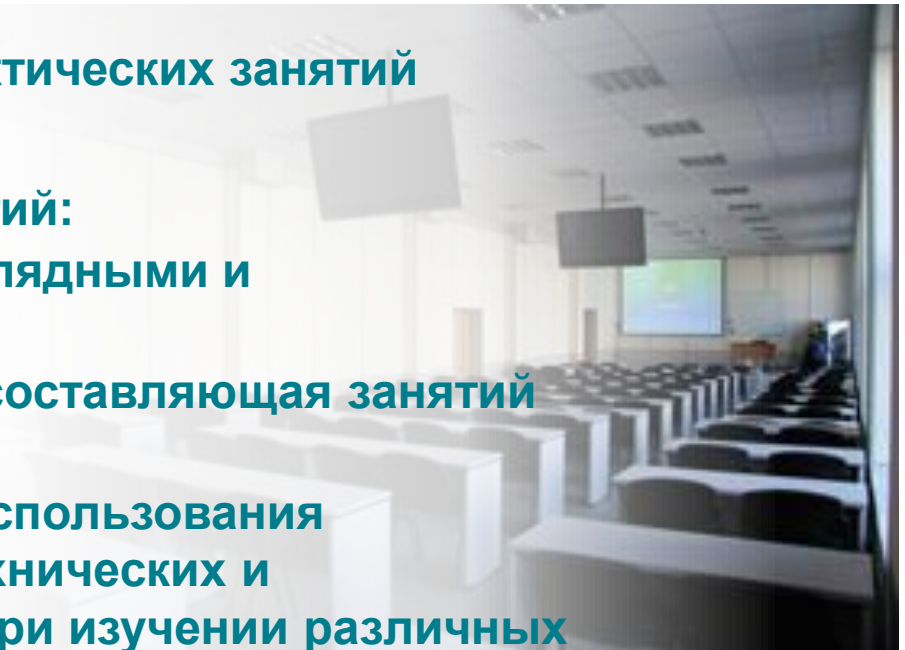
- Современный внешний вид с модной ленточной панелью управления Ribbon Control Bar, знакомой по Microsoft Office 2010
- Работает в операционных системах MS Windows (XP, Vista, 7, 8)
- Расчет моделей выполняется посредством компиляции моделей в программу на языке Фортран
- При моделировании используется вся вычислительная мощность многоядерных персональных компьютеров

# Применение PSCAD при обучении студентов

- Демонстрация переходных процессов в энергосистемах
- Анализ поведения изучаемого электрооборудования
- Выполнение расчетов и исследований при курсовом и дипломном проектировании
- Выполнение лабораторных и практических занятий

## Достоинства применения PSCAD

- Повышение эффективности занятий:
  - ✓ занятия становятся более наглядными и интенсивными;
  - ✓ усиливается эмоциональная составляющая занятий и их связь с практикой.
- Универсальность: возможность использования студентами различных электротехнических и энергетических специальностей при изучении различных учебных дисциплин.
- Образовательные лицензии PSCAD предоставляются по очень низкой цене





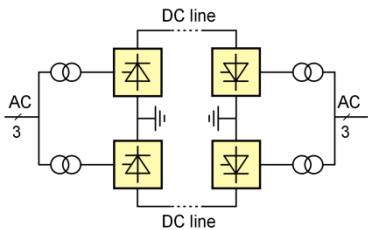
# Референс лист пользователей PSCAD в России и СНГ

№	Предприятия, имеющие PSCAD	Год	Вид лицензии
1	ООО «ИНТЭКО», г. Санкт-Петербург	2005	1 профессиональная лицензия
2	ОАО «ВНИИР», г. Чебоксары	2008	4 профессиональные лицензии
3	НИУ «МЭИ», г. Москва	2013	Образовательная лицензия на 10 мест
4	НГТУ , г. Новосибирск	2013	Образовательная лицензия на 10 мест
5	ТПУ, г. Томск	2013	Образовательная лицензия на 25 мест
6	АмГУ, г. Благовещенск	2013	Образовательная лицензия на 10 мест
7	ЧувГУ, г. Чебоксары	2013	Образовательная лицензия на 10 мест
8	НУБиП, г Киев	2014	Образовательная лицензия на 10 мест

# Достоинства PSCAD



- Всесторонние исследования работы реального оборудования в условиях, максимально электрически близких к тем, которые имеют место в реальных энергосистемах.
- Моделирование устройств FACTS, HVDC, SVC с элементами силовой электроники и систем, в составе которых имеются эти устройства.

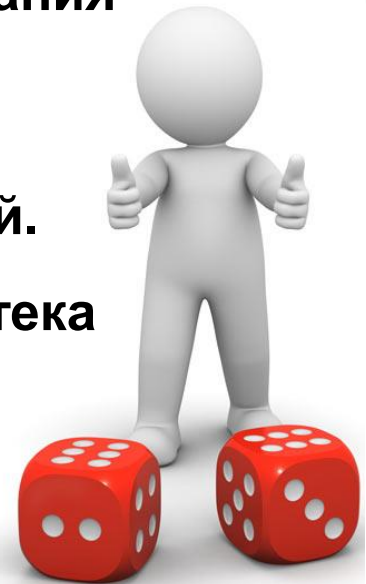


- Возможность разработки и отладки алгоритмов действия устройств управления, регулирования и защиты.
- Возможность создания крупномасштабных моделей сетей с расчетом распределения потоков энергии.
- Моделирование быстродействующих процессов, таких как: удары молнии; пробой изоляции и изоляторов; восстановление прочности промежутка в дугогасительной камере.



# Достоинства PSCAD

- **Быстрота создания модели в следствие использования графической оболочки и быстрота расчетов с максимальным использованием ресурсов ПК.**
- **Высокая апробированность используемых решений.**
- **Очень обширная и регулярно обновляемая библиотека моделей компонентов.**
- **Легкость, простота и удобство работы.**
- **От оператора не требуется углубленных знаний математических методов и умения программировать. PSCAD ориентирован на специалистов энергетиков, электротехников.**
- **Постоянная техническая поддержка пользователей.**
- **Универсальность используемых решений, возможность применения для решения широкого круга задач.**



# Виды лицензий PSCAD

Полная профессиональная версия **PSCAD Pro** (PSCAD Professional Edition).

Образовательная версия **PSCAD EE** (PSCAD Educational Edition). Используется в университетах для обучения студентов. Имеет ограничение на размер моделируемой системы. На порядок **дешевле** профессиональной версии.

Академическая версия **PSCAD Pro for Academic Use**. Аналогична по функционалу профессиональной версии PSCAD Pro, но ее стоимость меньше. Используется только в некоммерческих целях в официальных учебных заведениях.



# Аппаратный ключ защиты PSCAD

## Персональная лицензия - SUL (single user license).

Программа PSCAD может быть выполняться только на том компьютере, который имеет подключенный ключ защиты (Dongle). Возможен переноса ключа с одного компьютера на другой. SUL удобен для пользователей, которые хотят работать с PSCAD в разных местах, например, на работе, дома, в командировке.



## Сетевая лицензия - MUL (multi-user license).

Сетевая лицензия для использования в компьютерной сети. Количество компьютеров в сети не лимитируется, однако ограничивается количество пользователей, которые одновременно могут использовать PSCAD. При этом состав пользователей может изменяться со временем. MUL удобен для предприятий, где имеется большое число сотрудников, желающих использовать PSCAD.



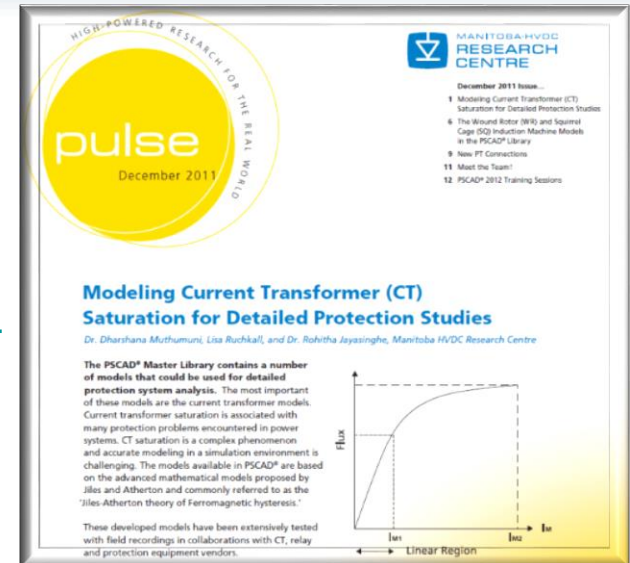
# ДемOVERсия PSCAD

Полнофункциональную профессиональную версию PSCAD Pro можно получить на пробный период 30 дней. Для этого необходимо направить официальный запрос на электронную почту [mail@ennlab.ru](mailto:mail@ennlab.ru) или по факсу (8352) 40-66-26.

**НАЖМИТЕ, ЧТОБЫ**  
**ПОПРОБОВАТЬ БЕСПЛАТНО**

# Поддержка пользователей

- Поддержка российских пользователей от компании ЭнЛАБ  
<http://ennlab.ru/>
- Сайт технической поддержки PSCAD  
<https://hvdc.ca/knowledge-library/reference-material>  
Содержит обширную базу справочных материалов, примеров применения, руководства пользователя и пр.
- Форум пользователей PSCAD  
<http://bb.pscad.com/forum.php>  
Содержит более 2000 открытых тем.
- Периодический журнал «**The Pulse**»  
Содержит подробное описание решений вопросов возникших у пользователей PSCAD при моделировании.  
<https://hvdc.ca/knowledge-library/the-pulse>



# Обучение пользователей

## Тренировочные курсы

- Основы электроэнергетики
- Теория и управления системой постоянного тока (LCC and VSC)
- Устройства переменного тока: SVC, STATCOM и FACTS Devices
- Комплексы ветрогенераторов
- Отключение в сети переменного тока
- Распределенная генерация и качество электроэнергии
- Индивидуальные курсы PSCAD™ используют для улучшения инженерной подготовки и повышения навыков пользователей



Курсы ведут инженеры и эксперты по моделированию, работающие в «Manitoba HVDC Research Center».



# ВЫВОДЫ

Программный комплекс моделирования энергосистем PSCAD является современным, передовым и надежным инструментом для научно-исследовательского и инженерного персонала электроэнергетических компаний:

- разработчики и изготовители оборудования;
- проектно-конструкторские организации;
- научно-исследовательские организации;
- учебные заведения;
- разработчики стандартов и документации.



Комплекс PSCAD крайне необходим при проектировании и исследовании:

- воздушных и кабельных линий переменного и постоянного тока;
- устройств релейной защиты;
- устройств сетевой автоматики;
- SCADA систем;
- силовых полупроводниковых преобразователей;
- изоляторов;
- выключателей;
- средств защиты от ударов молнии;
- и многого другого...



# *Спасибо за внимание!*

С уважением ЗАО «ЭнЛАБ»

Сайт: [www.enlab.ru](http://www.enlab.ru) [энлаб.рф](mailto:enlab@enlab.ru)

Эл-почта: [mail@enlab.ru](mailto:mail@enlab.ru)

Телефон: [\(8352\) 40-66-26](tel:(8352)40-66-26)