20.07.2020

ЗАО «ЭнЛАБ»

EnLAB

Программный комплекс моделирования энергосистем PSCAD

О компании «ЭнЛАБ»

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

RTDS Technologies (Канада)

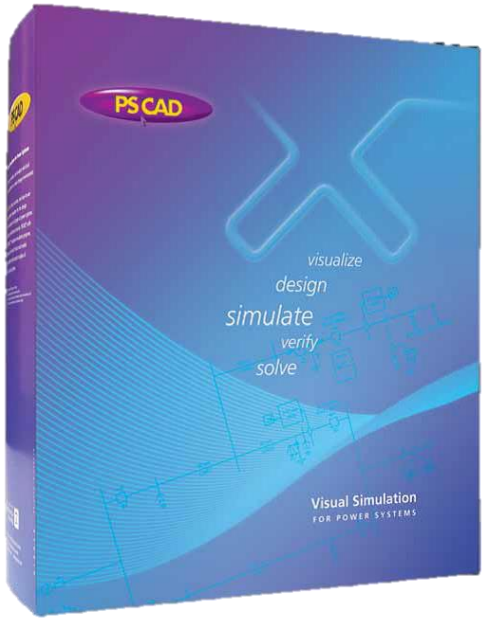
Manitoba Hydro International (Канада)

PONOVO POWER Co., LTD (КНР)

EnLAB

PSCAD

Manitoba HYDRO INTERNATIONAL

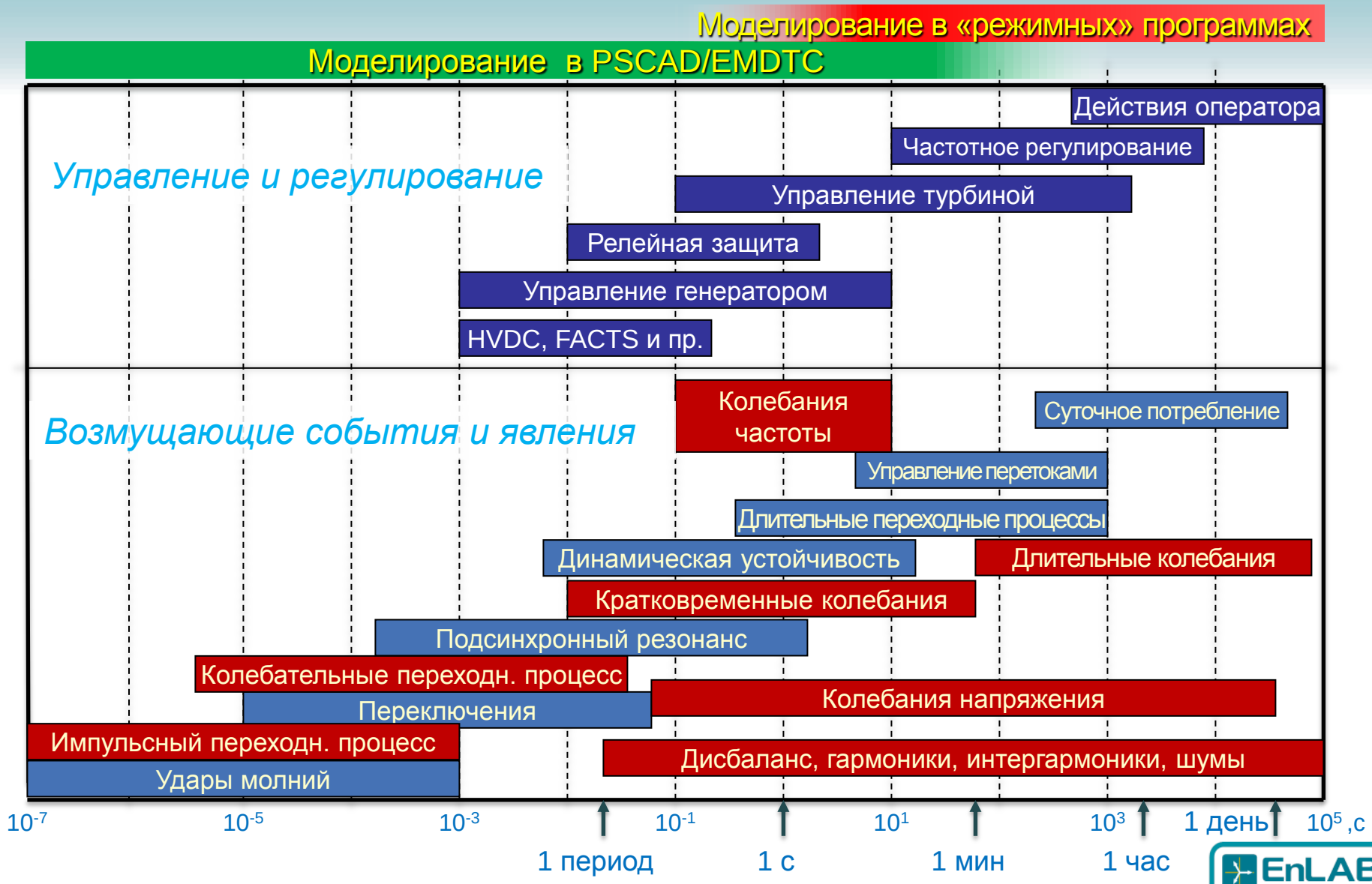


PSCAD является быстродействующим, точным и удобным инструментом для моделирования работы энергосистем и электрооборудования при их проектировании, анализе и оптимизации. PSCAD с модулем моделирование переходных процессов EMTDC™ предоставляет широкий выбор инструментов и богатую библиотеку компонентов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

С 1993 года PSCAD установлен более чем на 42000 рабочих мест в более чем 1600 предприятиях из более чем 88 стран.

EnLAB

Временная шкала процессов в электроэнергетике



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

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

EnLAB

Выбор средств моделирования

Для расчета электромагнитных переходных процессов (EMTP) используется алгоритм Г. Доммеля (H.Dommel) с преобразованием в эквивалентную схему замещения, состоящую из источников тока и сопротивлений.

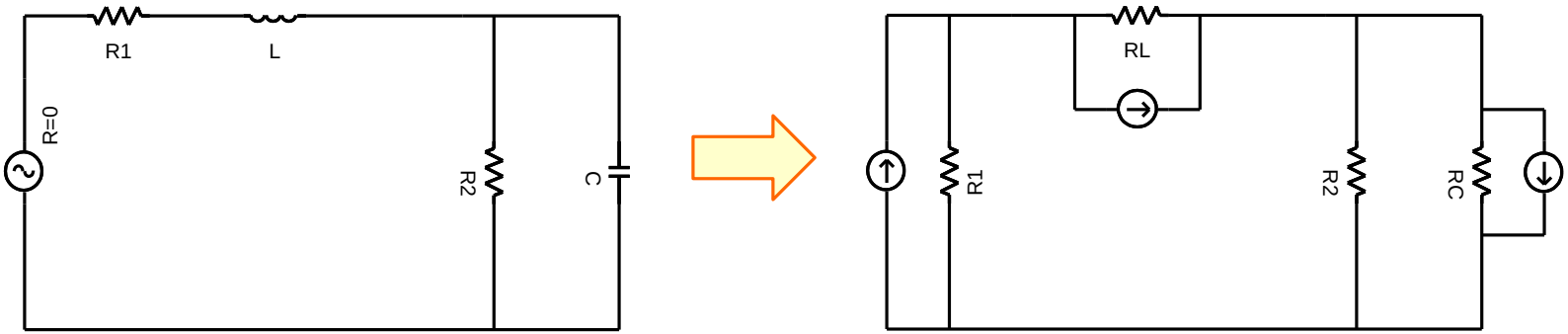
Дифференциальные уравнения преобразуются в алгебраические и выполняется численное интегрирование методом трапеций.

$$[I] = [Y][V]$$

[I]: *Узловая матрица токов*

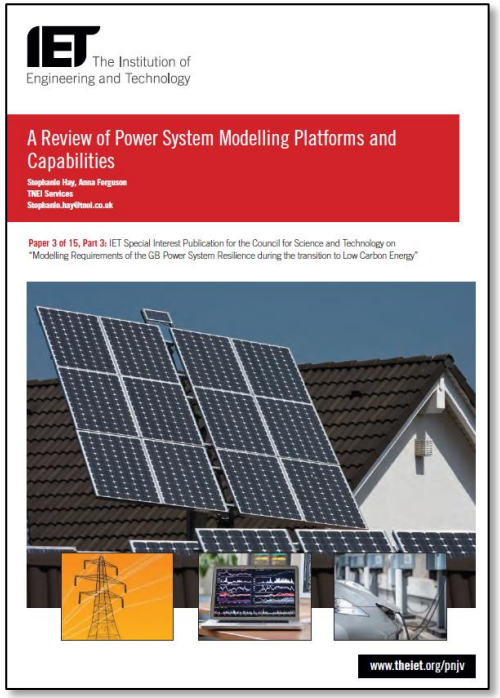
[V]: *Узловая матрица напряжений*

[Y]: *Системная матрица проводимостей*



Выбор средств моделирования

В обзоре средств моделирования института IET (Великобритания) PSCAD указан как основной инструмент моделирования переходных электромагнитных процессов (EMT) и для гибридного моделирования.

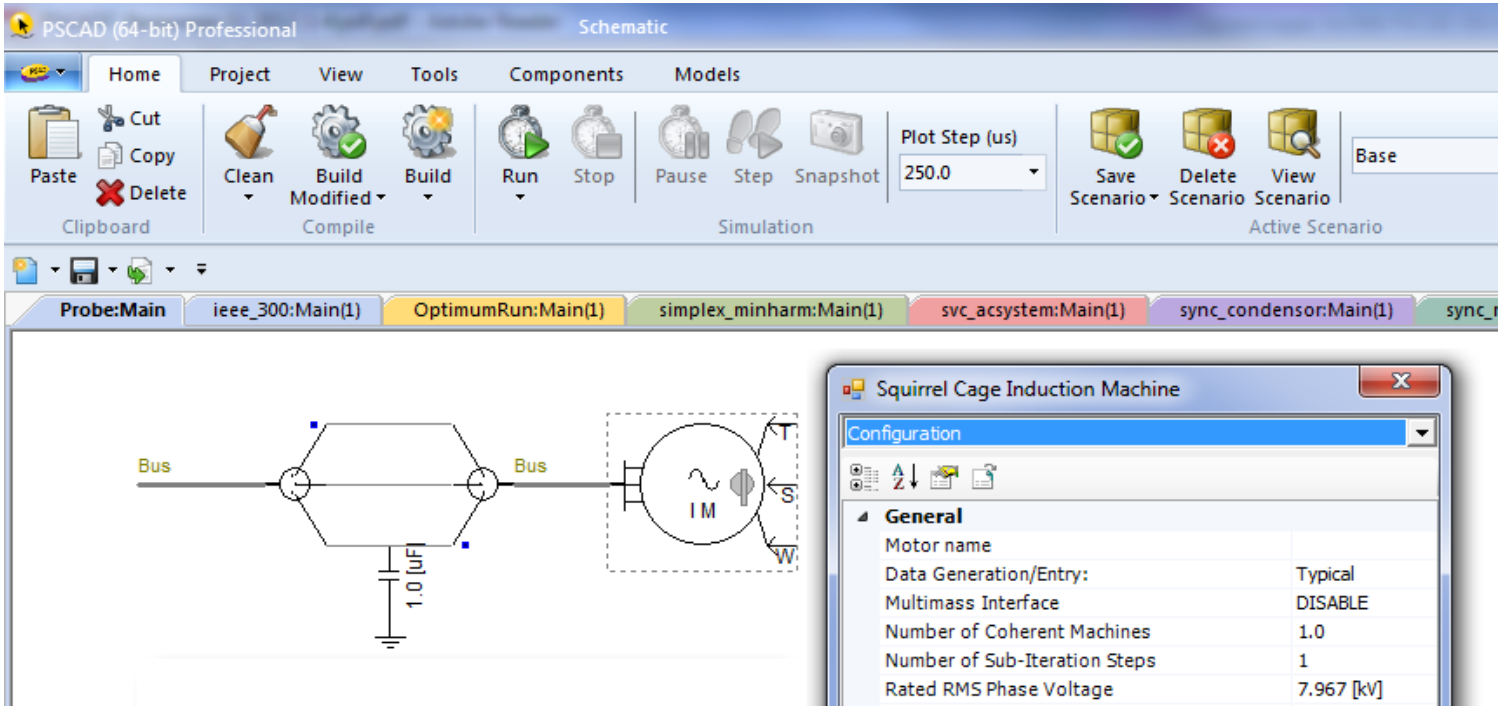


Type of Modelling	Purpose	Study Types	Examples of Software Packages
Steady state power system analysis	Assessment of voltage and thermal conditions, fault levels	Load flow, voltage step, fault level contribution of DG	DIgSILENT, DINIS, ERACS, ETAP, IPSA, Power World, PSS/E, SKM Power Tools, OpenDSS
Dynamic power system analysis	Assessment of the transient and dynamic behaviour of equipment e.g. generators, DFIGs, and/or the network	Transient stability, critical clearing time, dynamic voltage step/control, fault ride through	DIgSILENT, DINIS, ERACS, ETAP, IPSA, Power World, PSS/E, SKM Power Tools
Harmonic analysis	Assessment of harmonics, distortion levels and identification of resonances	Impedance scan, harmonic load flow (including impact of VSC)	DIgSILENT, ERACS, ETAP, IPSA, PSS Sincal, SKM Power Tools
Electro-Magnetic Transient (EMT) Analysis	Assessment of eletro-magnetic transients and phenomena	Insulation coordination (lightning, switching), HVDC/ FACTS equipment design, sub-synchronous resonance (SSR)	ATP-EMTP, EMTP-RV, PSCAD/ EMTDC
Real Time Simulation (RTS)	Closed loop and scenario testing in real time	Real time simulations, protection testing, control system testing	RTDS, Opal-RT
Hybrid Simulation	Assessment of multiple models/ programs in the same dynamic simulation environment	Dynamic analysis of the interaction between two systems	ETRAN (PSS/E and PSCAD)
Multi-Domain Analysis	Assessment of multiple systems and their interactions	Study of interactions between electrical, power electronic, mechanical and fluid dynamic systems	MATLAB (including Simulink and SPS/Simulink), DYMOLA

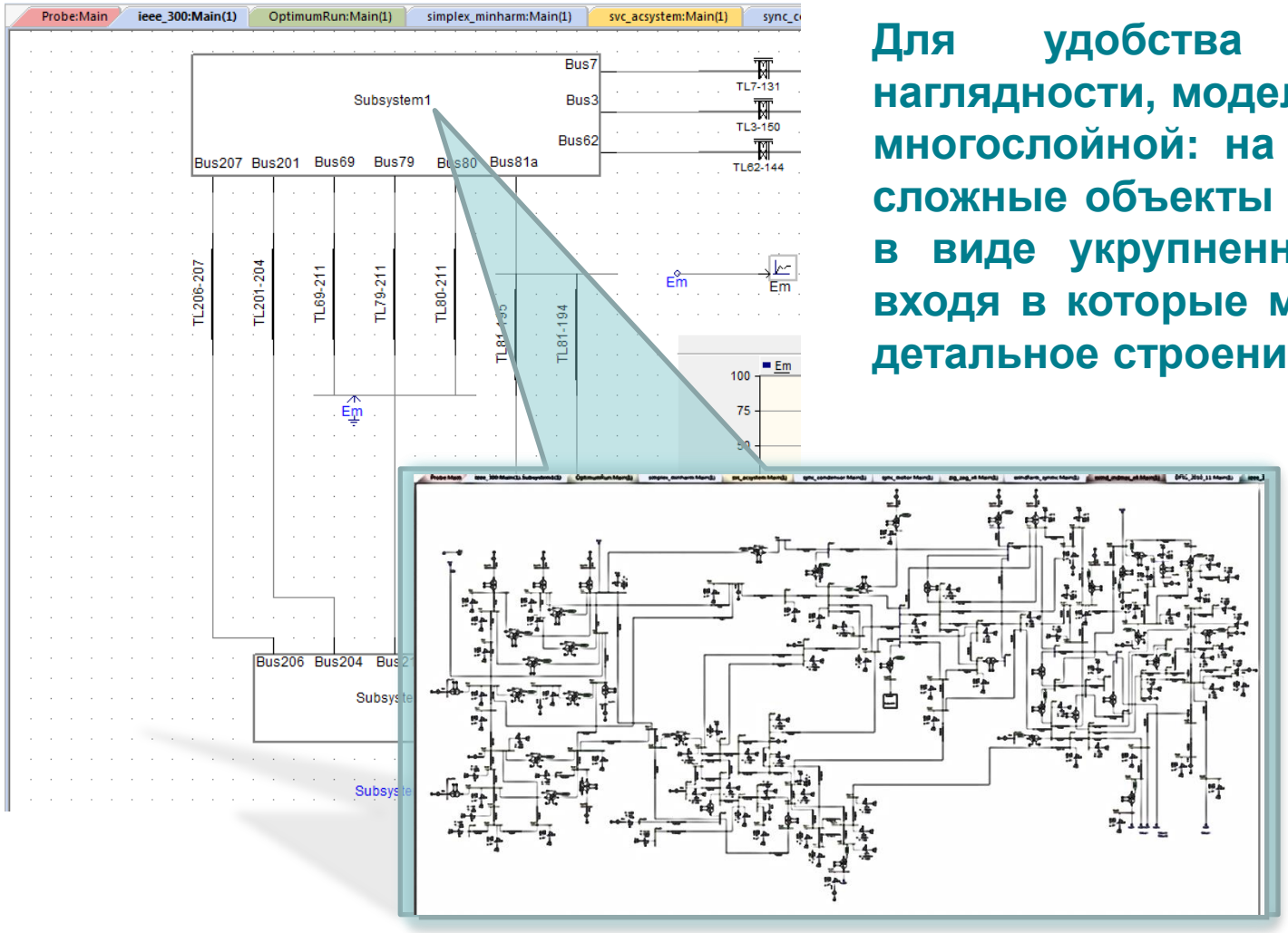
EnLAB

Визуальное построение моделей

Построение модели осуществляется максимально наглядно. Она оформляется в графическом виде как привычная электрическая схема. Характеристики и свойства каждого элемента модели задаются в виде табличных данных. Готовая модель удобна для анализа и проверки.



Послойная структура модели

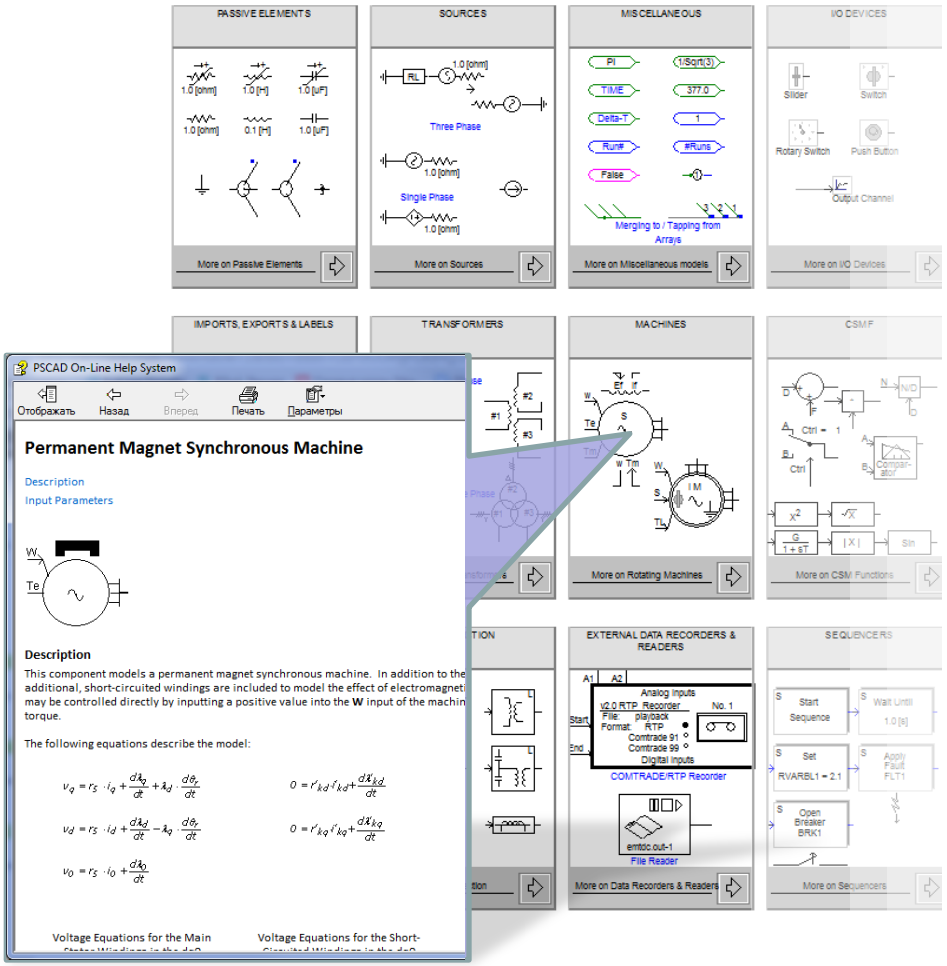


Для удобства работы и наглядности, модель может быть многослойной: на главном слое сложные объекты представлены в виде укрупненных объектов, входя в которые можно увидеть детальное строение объекта

Библиотека компонентов

Содержит около 300 компонентов:

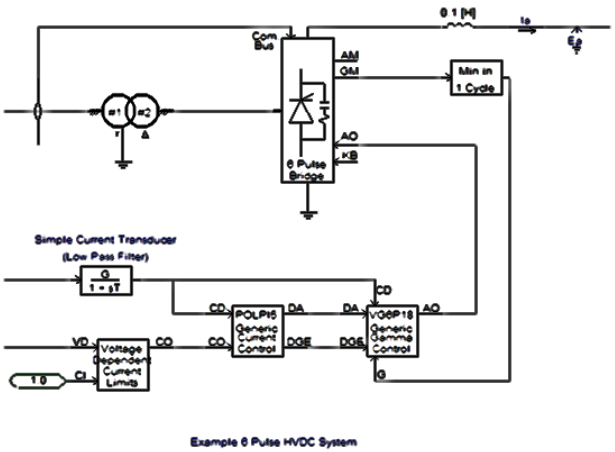
- Пассивные элементы
- Источники электроэнергии
- Выключатели
- Силовая электроника
- Трансформаторы
- Электрические машины
- ВЛ и КЛ
- Измерители
- Релейная защита
- Экспорт и импорт данных
- Логические функции
- Фильтры
- пр.

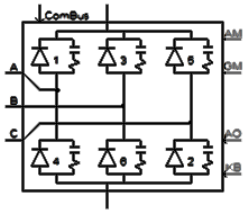


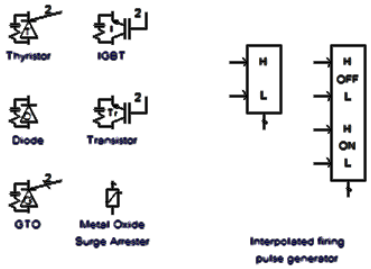
Каждый компонент имеет подробное описание в справочнике

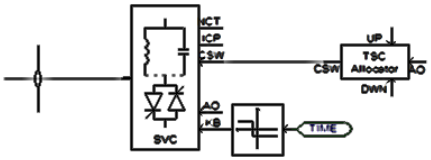
EnLAB

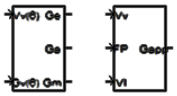
Компоненты силовой электроники

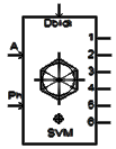


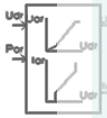








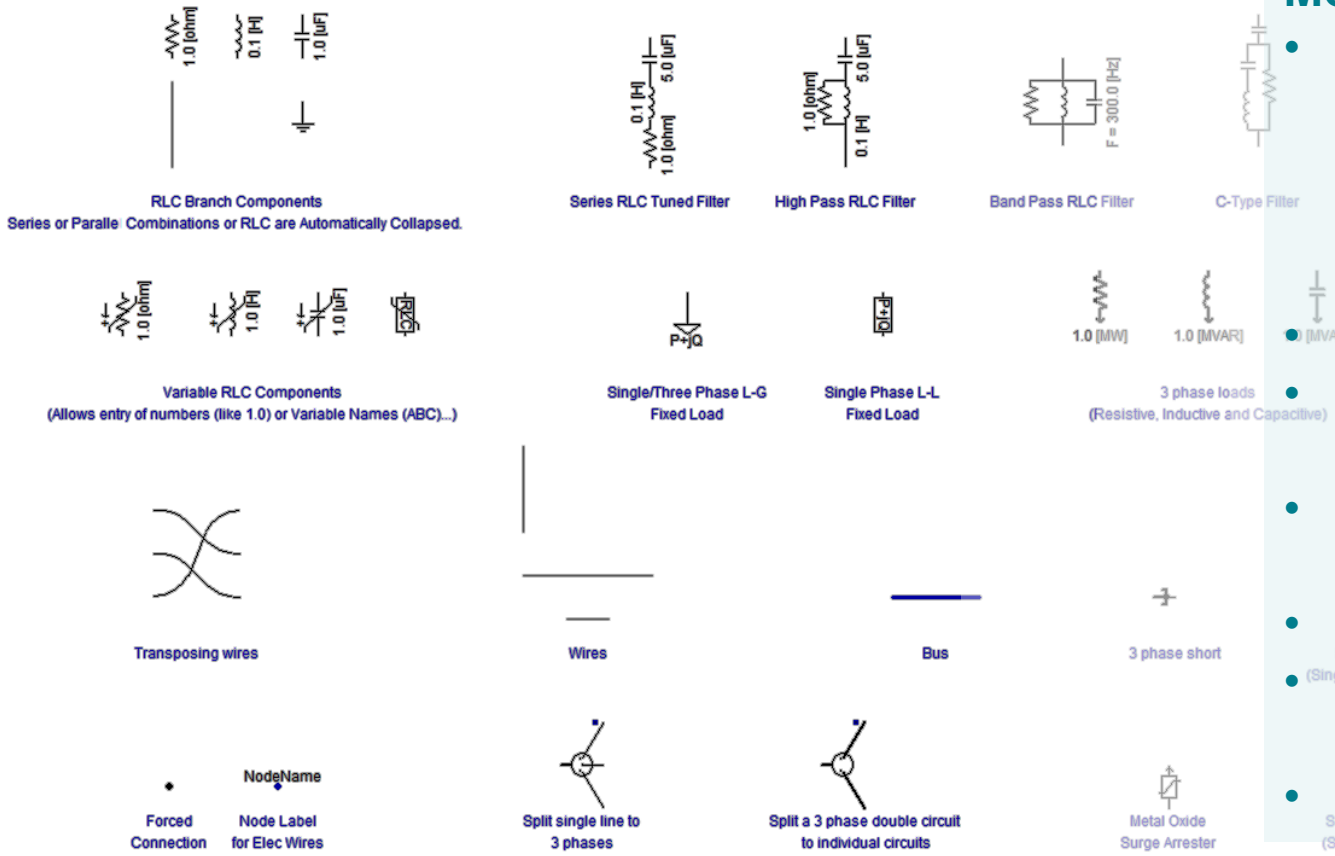




- Выпрямители и инверторы
- Тиристоры, транзисторы, диоды, варисторы
- Управление транзисторами и тиристорами
- Управление конденсаторами и тиристорами компенсаторов реактивной мощности
- Фазовые регуляторы
- Вставки постоянного тока

EnLAB

Пассивные электрические компоненты

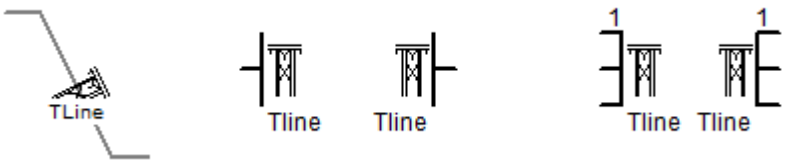


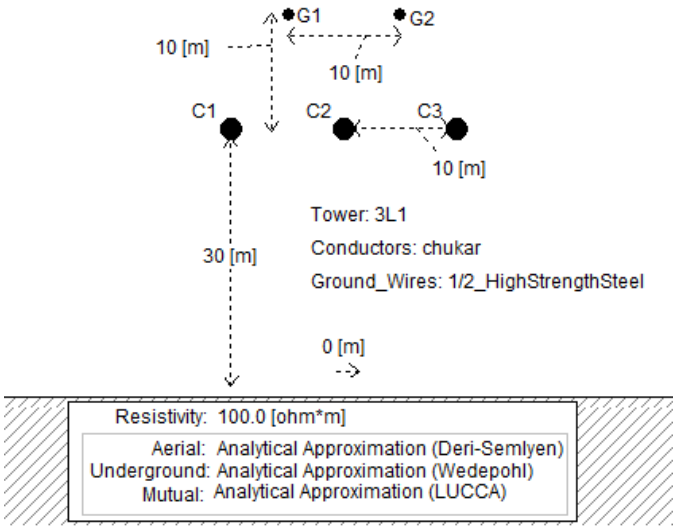
Модели:

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

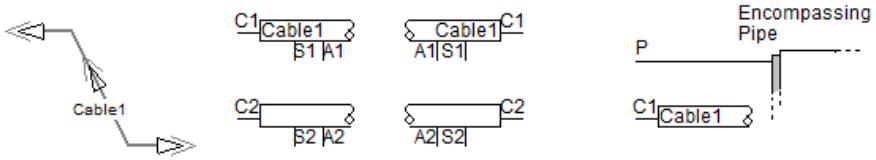
Компоненты передачи электрической энергии

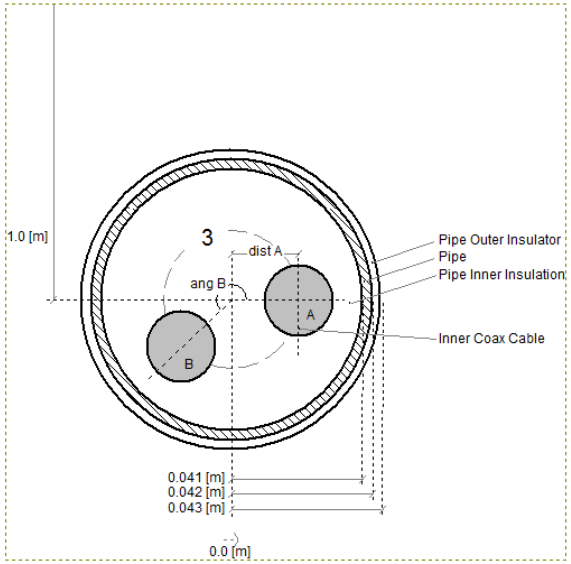
Воздушные линии





Кабельные линии



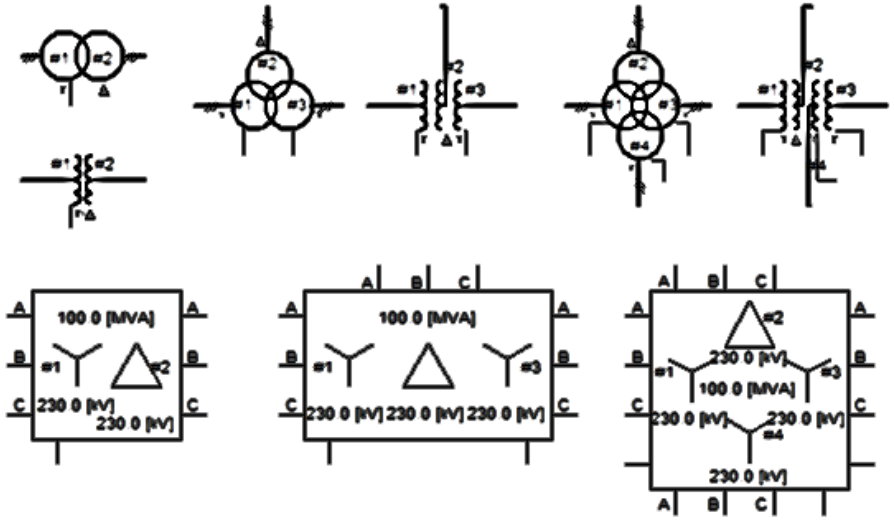


Описание моделей путем задания геометрических размеров

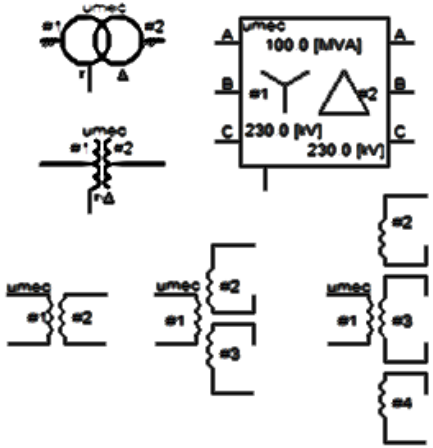
EnLAB

Трансформаторы

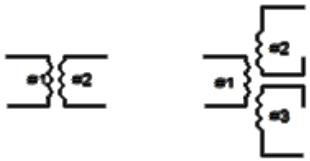
Группы трансформаторов (раздельные магнитные системы)



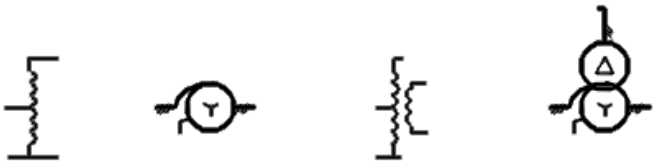
Многофазные трансформаторы



Однофазные трансформаторы

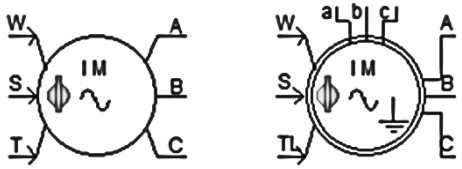


Автотрансформаторы

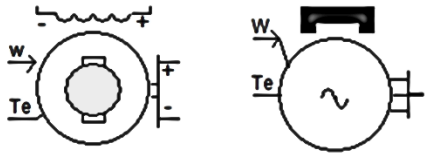


Электрические машины

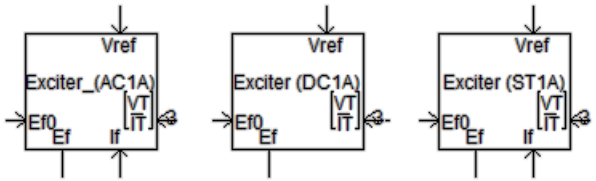
Машины индукционного типа



Машины постоянного тока

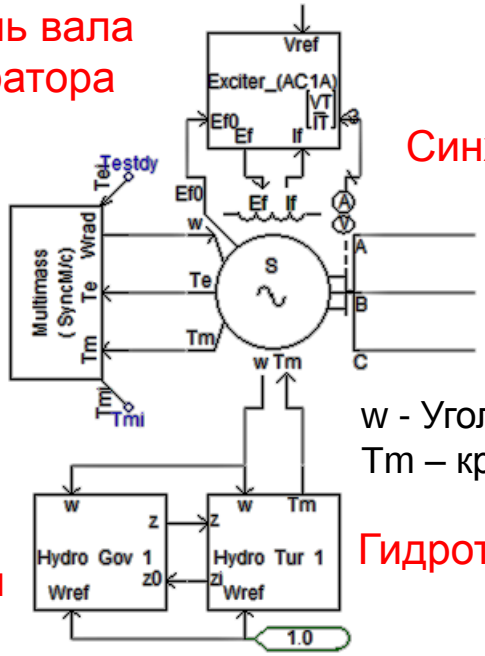


Возбудители



Модель вала генератора

Возбудитель



Синхронный генератор

Электрическая сеть

w - Угол поворота

Tm – крутящий момент

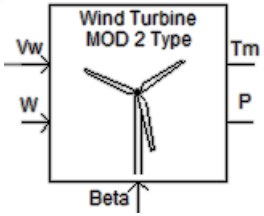
Регулятор гидротурбины

Гидротурбина

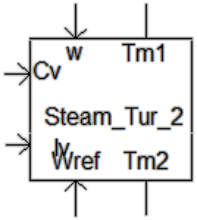
Пример модели синхронной машины с возбудителем, приводом от гидротурбины и навесными элементами на валу

EnLAB

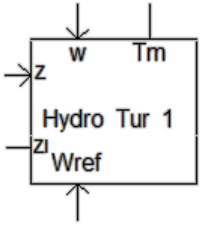
Компоненты механические



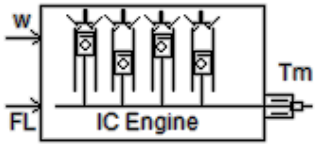
Ветротурбины



Паровые турбины

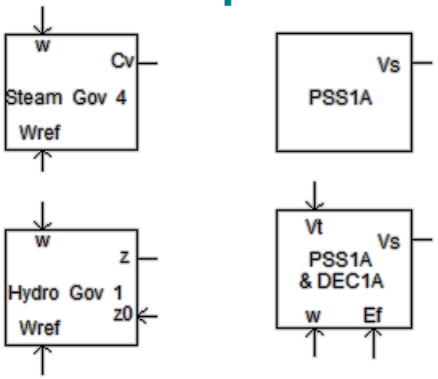


Гидротурбины

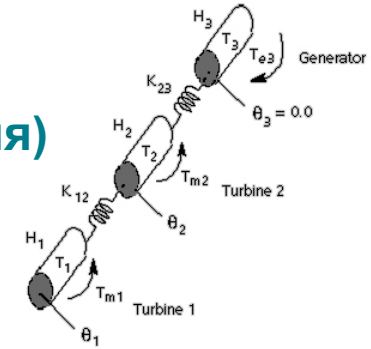


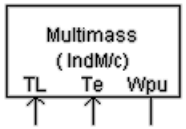
Дизельные двигатели (с моделированием пропусков воспламенения)

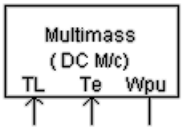
Механические регуляторы и стабилизаторы



Динамические модели валов

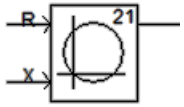




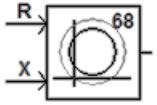


EnLAB

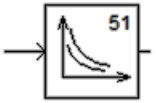
Устройства релейной защиты



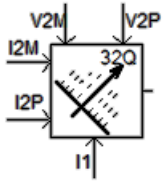
Дистанционная защита



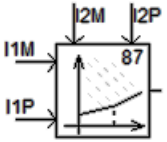
Блокировка при качаниях



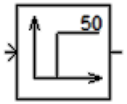
Максимальная токовая защита



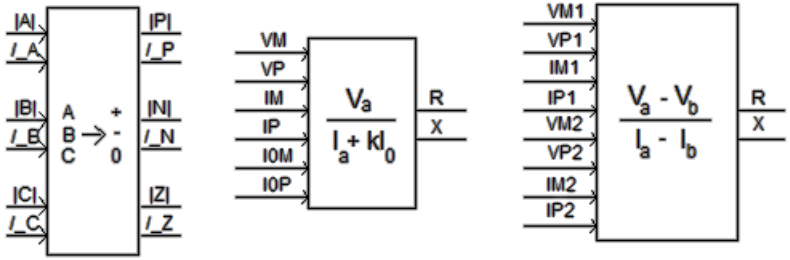
Направленная защита



Дифференциальная защита

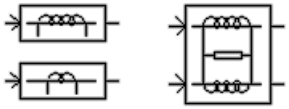


Токовая отсечка

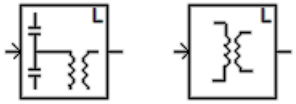


Модули вычисления импеданса и сигналов различных последовательностей (I0,I1,I2)

Измерительные трансформаторы с учетом характеристики насыщения



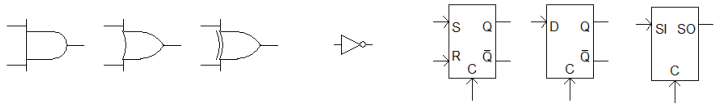
- Трансформаторы тока



- Трансформаторы напряжения

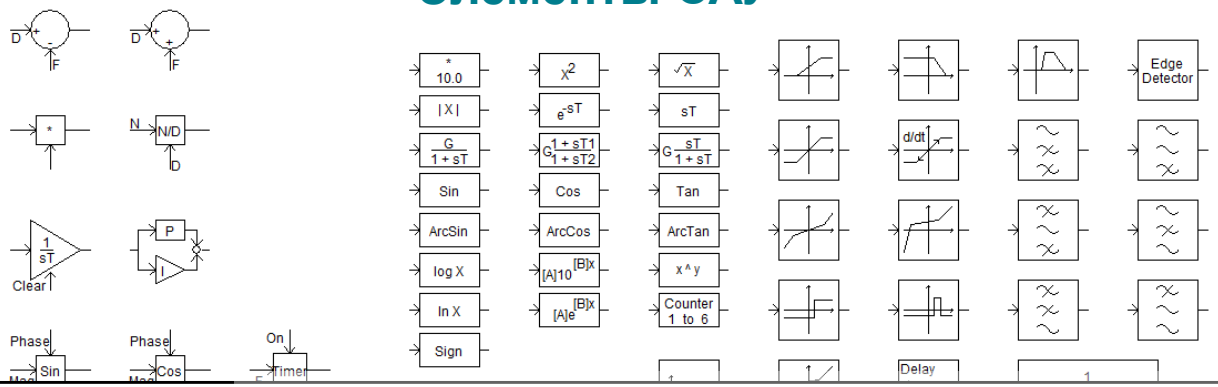
EnLAB

Логические элементы и элементы для построения систем автоматического управления

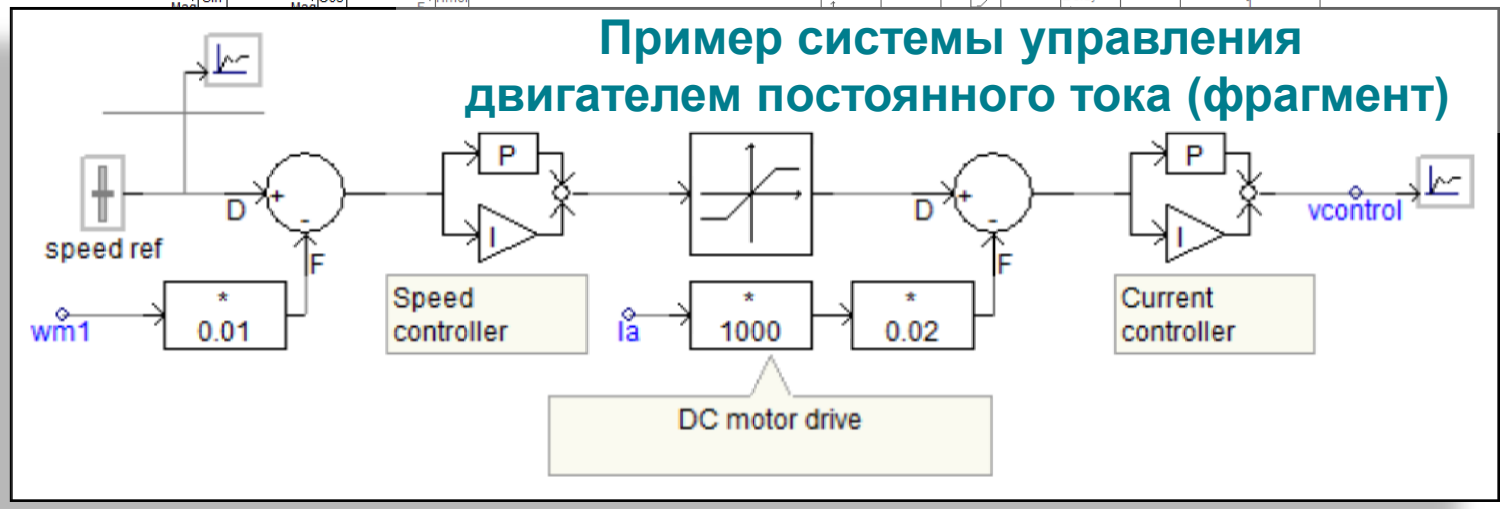


Логические элементы

Элементы САУ



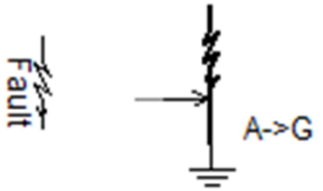
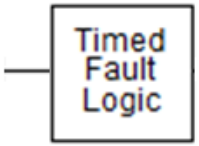
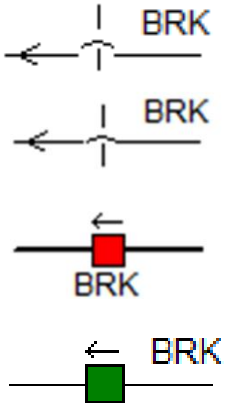
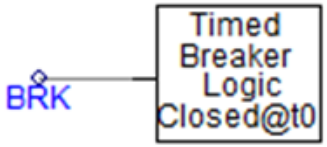
Пример системы управления двигателем постоянного тока (фрагмент)



EnLAB

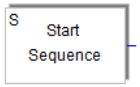
Элементы задания аварийных событий

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

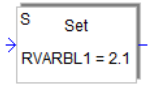
	Элементы управления электрическими цепями	Элементы задания момента возникновения события
Формирователь различных видов КЗ		
Выключатель для моделирования обрыва лини или подключения линии, источника или нагрузки		

Элементы создания сценариев поведения модели

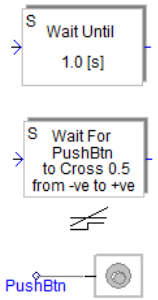
Секвенсоры служат для задания сценариев моделирования формируемых из последовательности состояний модели.



Начало

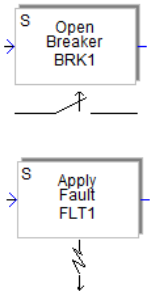


Задание переменной



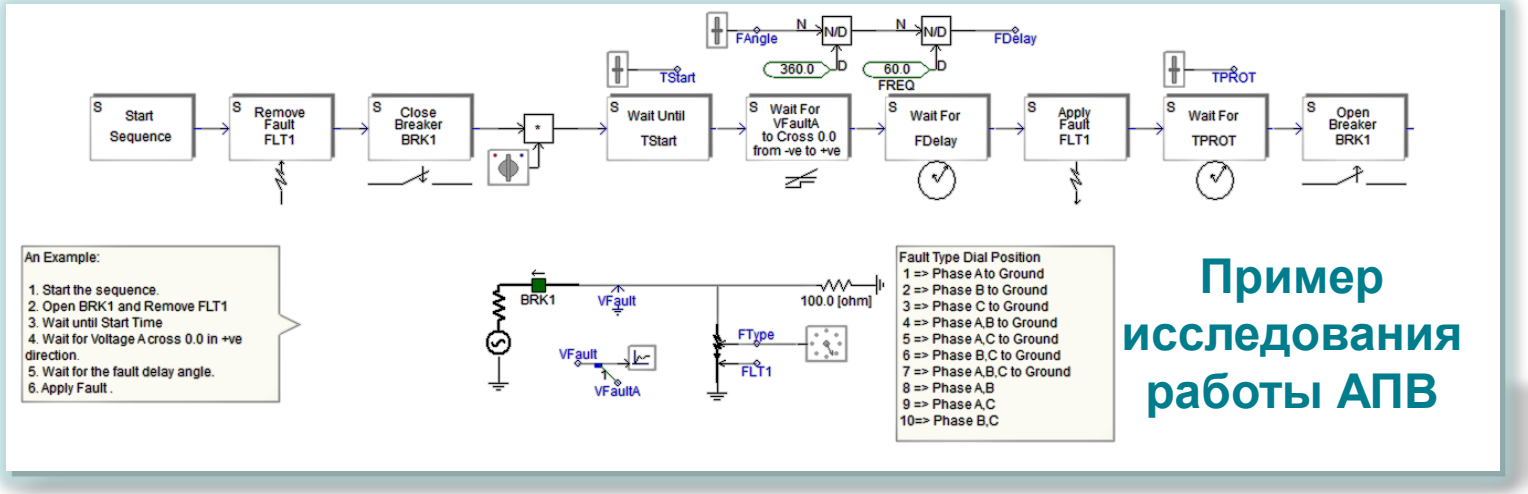
Пауза

Ожидание действия оператора



Воздействие на выключатель

Формирование КЗ

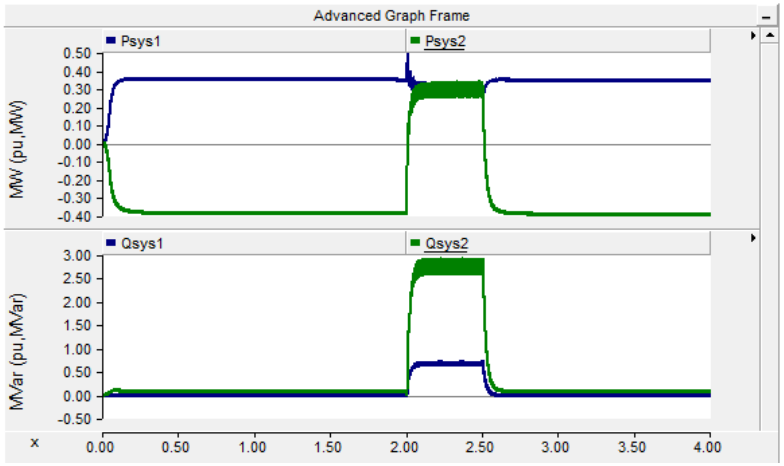


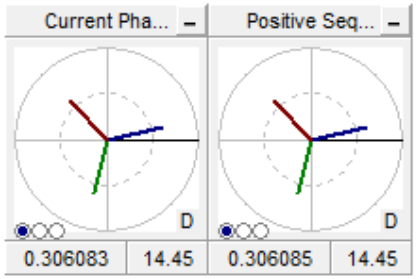
Пример исследования работы АПВ

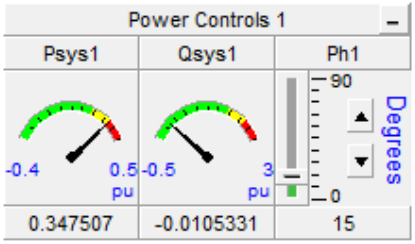
EnLAB

Элементы управления моделью и отображения ее состояния

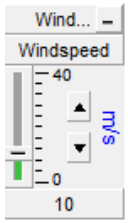
Визуализация измерений и построения графиков

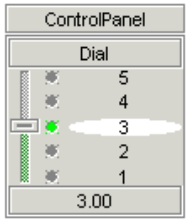


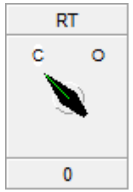


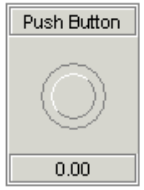


Элементы воздействия на состояние модели









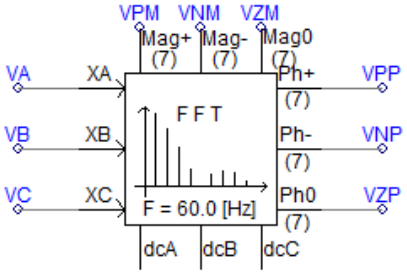
Наглядность PSCAD обеспечивается за счет совмещения на рабочем поле схемы модели, элементов управления ею и элементов отображения результатов моделирования.

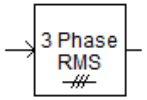
В процессе моделирования имеется возможность воздействия на модель и наблюдения за ее реакцией.

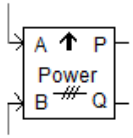
EnLAB

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.)

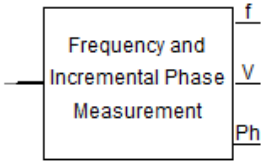




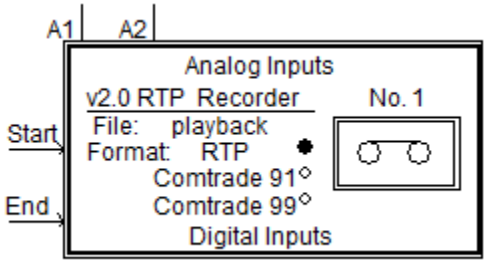


Volt Meters

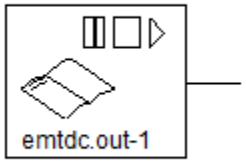
Current Meter



Экспорт и импорт сигналов производится в форматах RTP, COMTRADE



COMTRADE/RTP Recorder

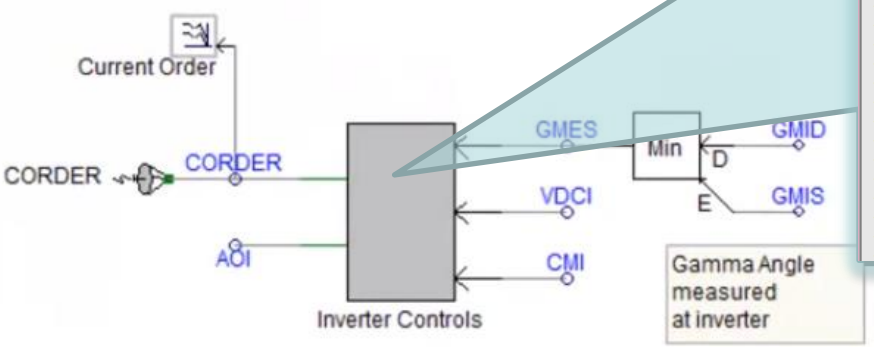


File Reader

EnLAB

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.).



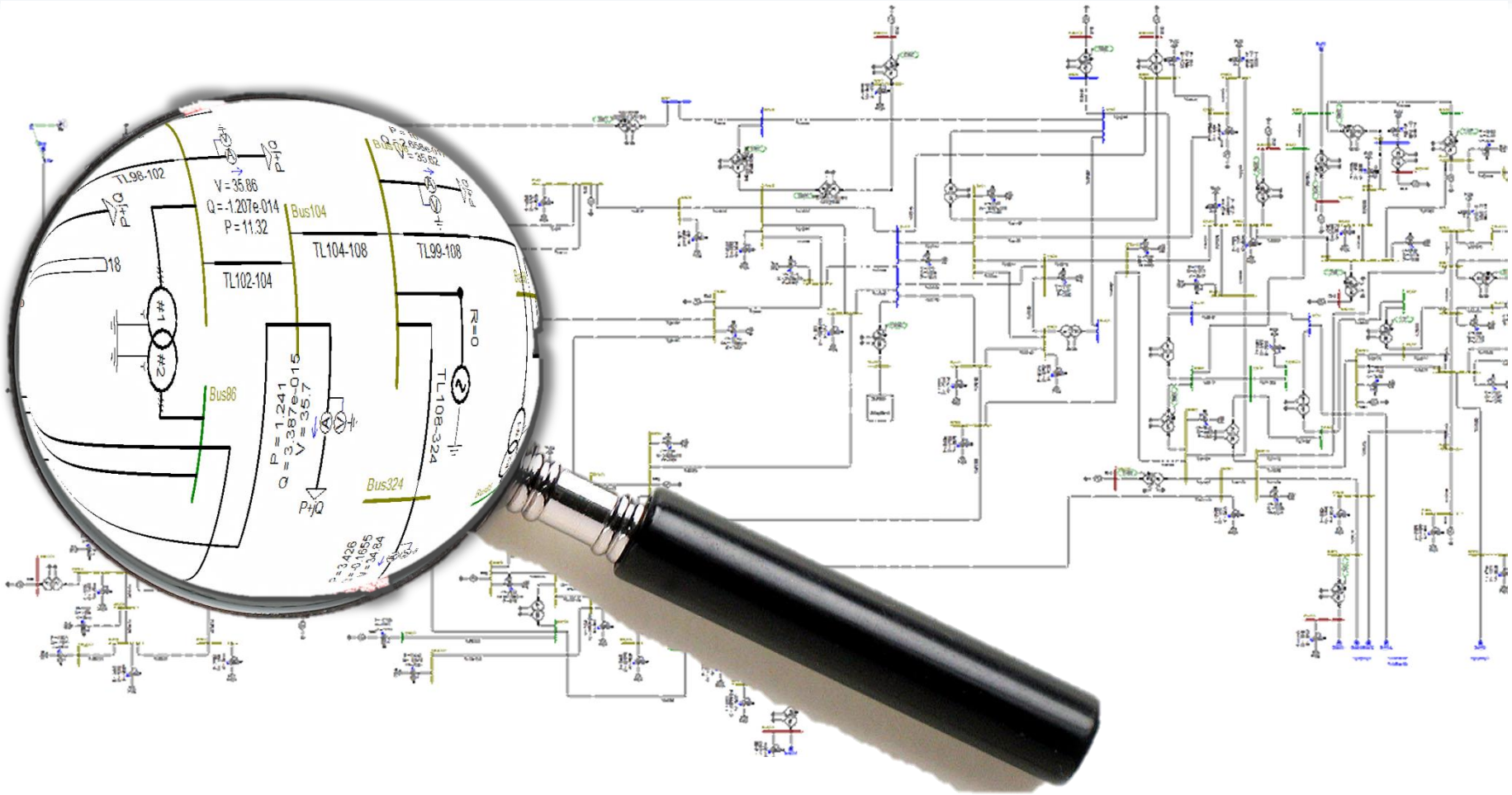
Diesel_Generator:Main(1) | HVDC5_mim:Main(1) | VFDInductionVector37kW:Main(1).Inverter(1) | DC_Machine_Drive:Main(1)

```
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+1&
507     &7),RTCF(IVD1_1+2),0)
508      IF (UPDATE_AG) CALL PSCAD_AGRG(58894414,RVD1_1,"Pd")
509      RVD1_1 = RTCF(IVD1_1) * Q3PH3(SS, (IBRCH+15), (IBRCH+16), (IBRCH+1&
510     &7),RTCF(IVD1_1+2),0)
511      IF (UPDATE_AG) CALL PSCAD_AGRG(58894414,RVD1_1,"Qd")
512      RVD1_1 = RTCF(IVD1_1+1) * VM3PH2(SS, NT_14(1), NT_14(2), NT_14(3),&
513     & RTCF(IVD1_1+2))
514      IF (UPDATE_AG) CALL PSCAD_AGRG(58894414,RVD1_1,"Vd")
515      VrmsR = RVD1_1
516      IF (FIRSTSTEP) THEN
517        CALL PSCAD_AGI(58894414,1,"hide1")
518        CALL PSCAD_AGI(58894414,1,"hide2")
519      ENDIF
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),&
```

EnLAB

Примеры использования PSCAD

Моделирование больших энергосистем

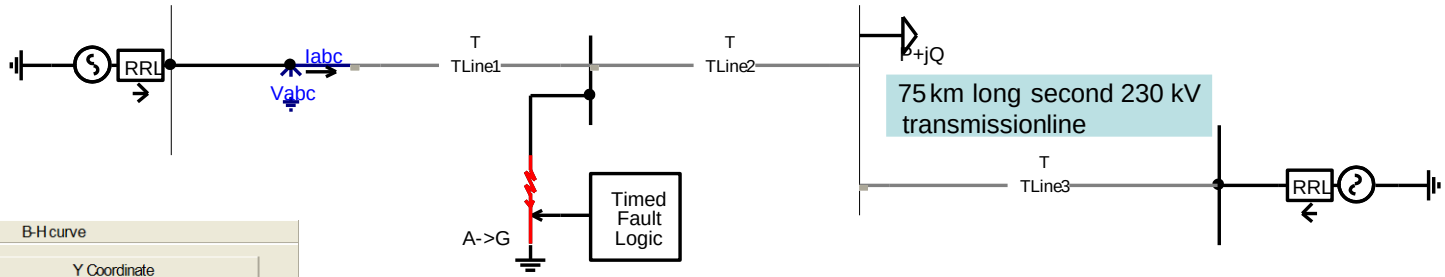


EnLAB

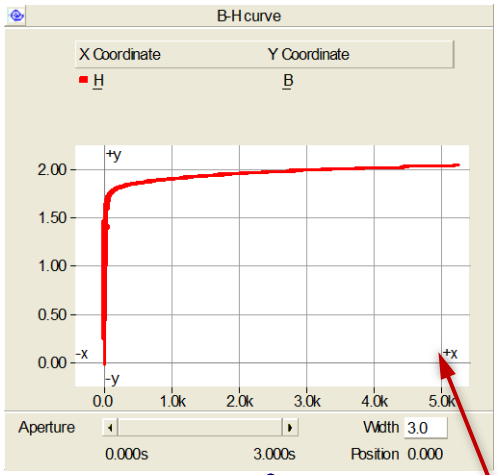
Исследование традиционных систем переменного тока

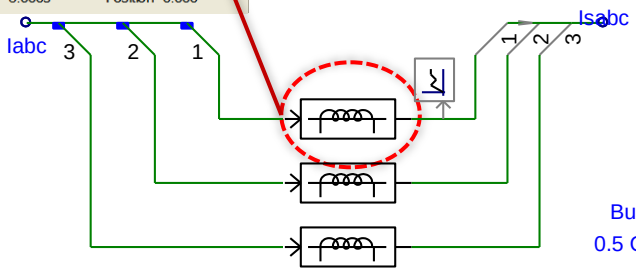
Пример анализа насыщения ТТ

200 km long 230kV transmissionline simulatedin two segmentsto facilitate applicationof faults at different point on the line

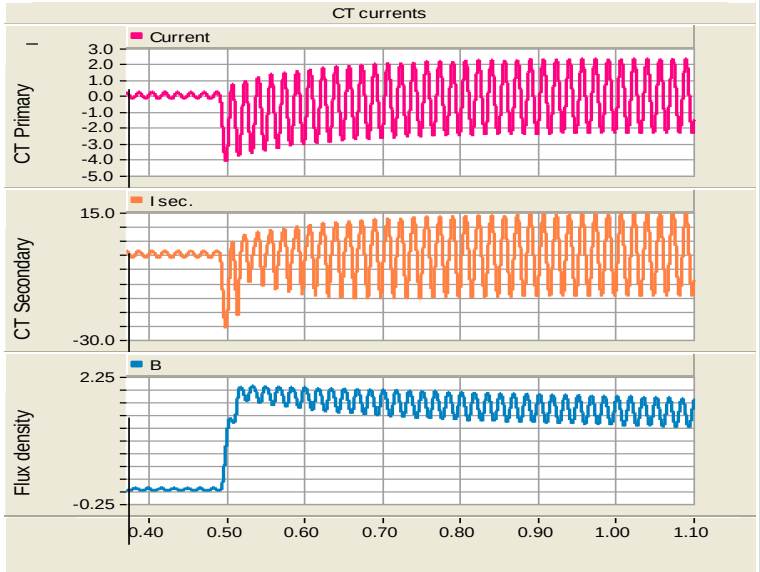


Fault at 0.4876s and 0.49167s





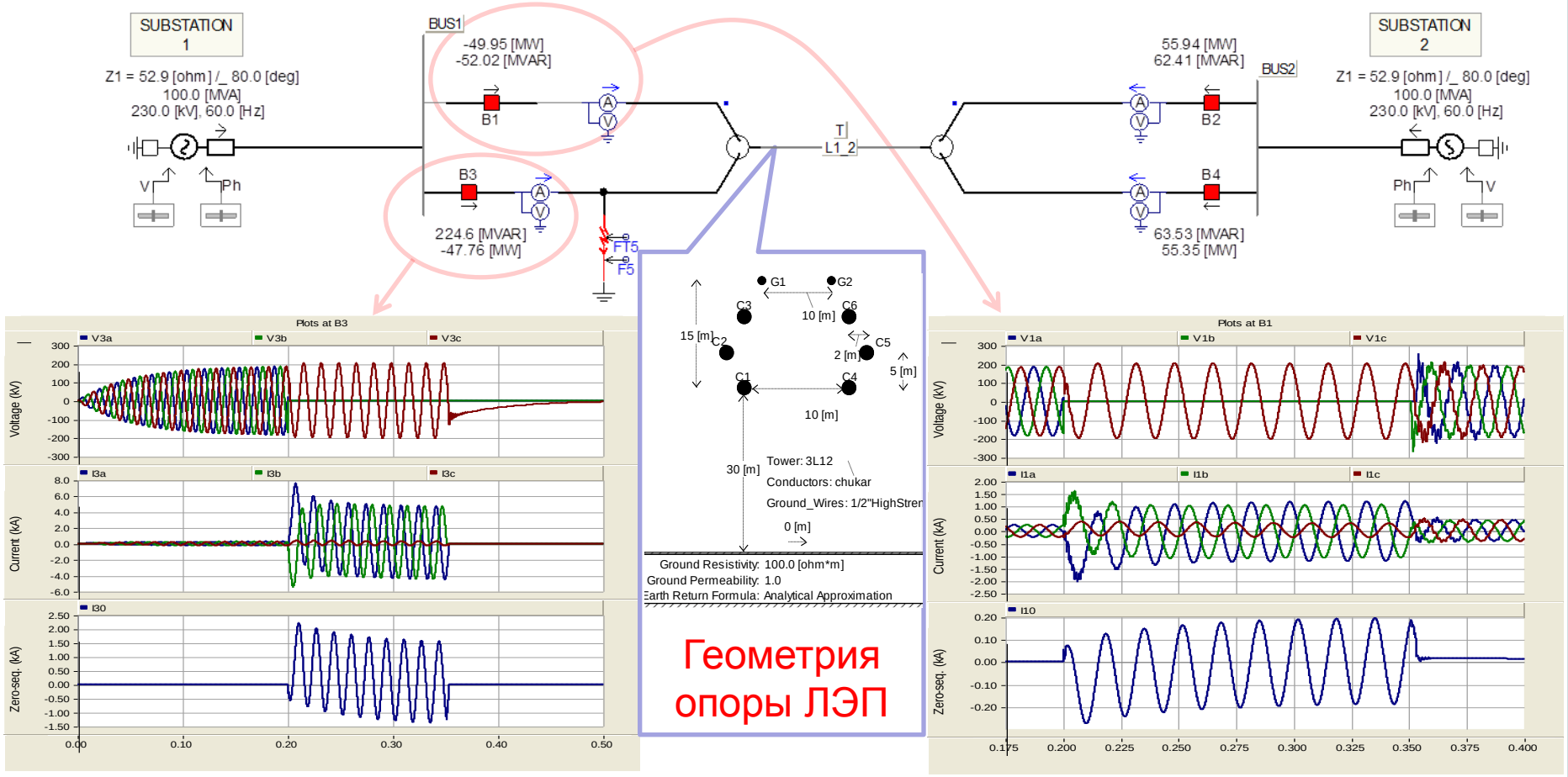
Burden resistance- 0.5 Ohm and 2.5 Ohm



EnLAB

Исследование традиционных систем переменного тока

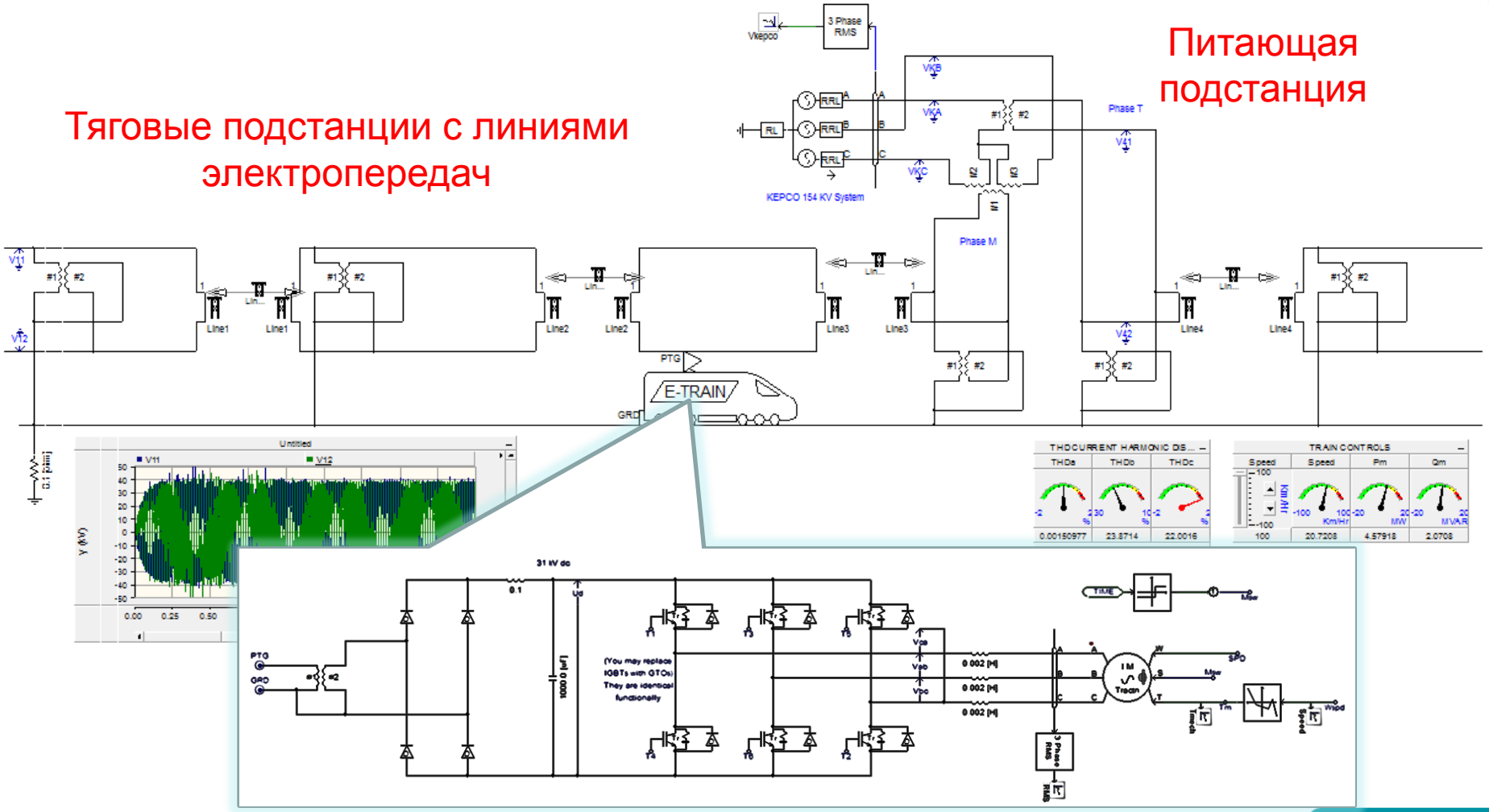
Пример анализа взаимоиндукции в ВЛ при авариях



Моделирование железнодорожного транспорта

Питающая подстанция

Тяговые подстанции с линиями электропередач

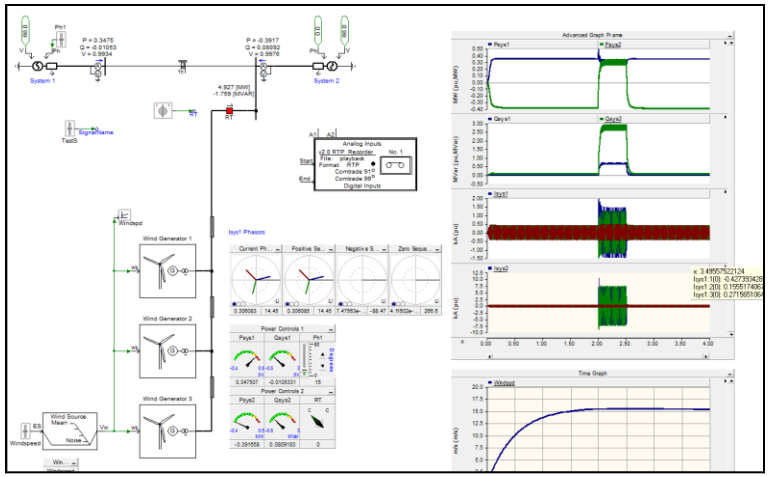


Локомотив. Модель тягового привода на базе АД

EnLAB

Проверка работы РЗА по файлам аварийных процессов, смоделированных в PSCAD

Модель аварийного процесса



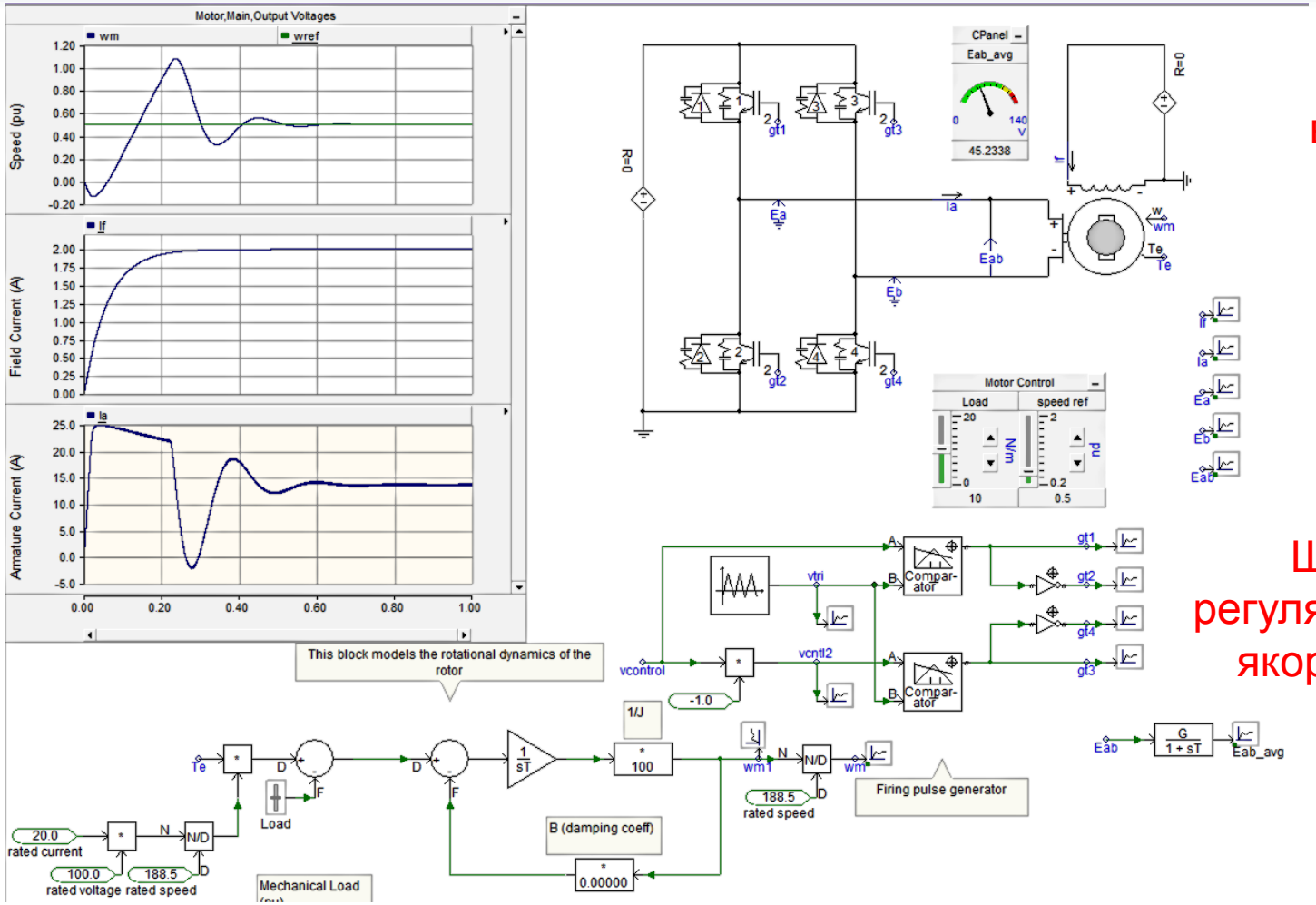
COMTRADE файл

Устройство для проверки РЗА

Электрические сигналы

Устройства РЗА

Моделирование электропривода постоянного тока



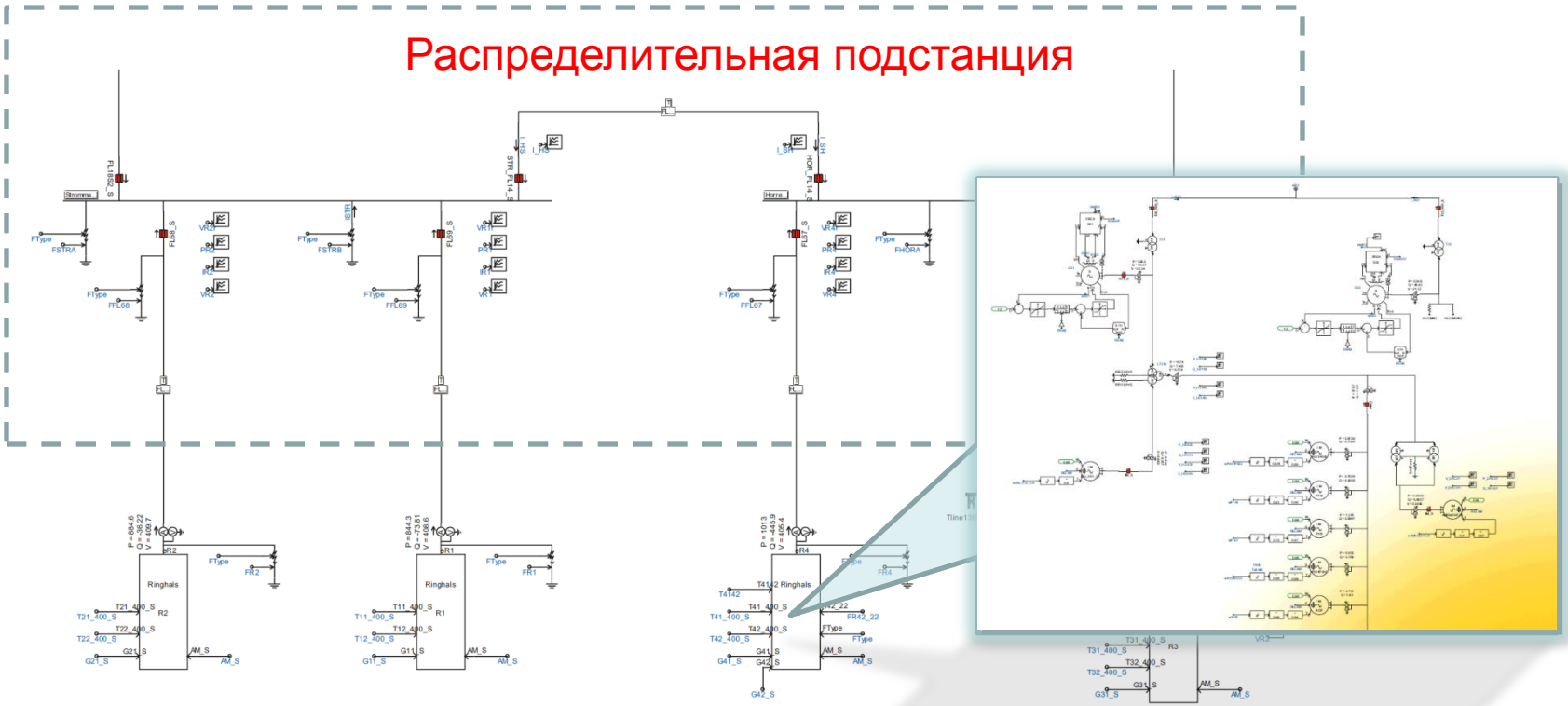
ДПТ с выходом в виде крутящего момента

ШИМ регулятор тока якоря ДПТ

Модель нагрузки как зависимость угловой скорости от момента

EnLAB

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



Энергоблок №1 Энергоблок №2 Энергоблок №3 Энергоблок №4

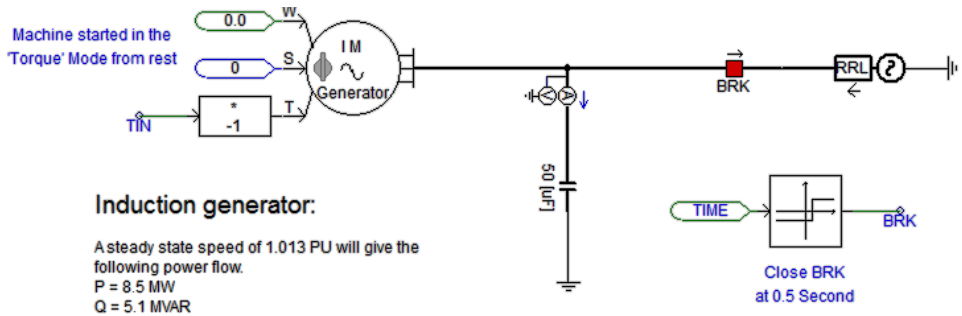
Подробный отчет по моделированию этой аварии приведен в журнале “The Pulse”.
https://hvdc.ca/uploads/ck/files/newsletters/Pulse_Jul2009.pdf

EnLAB

Моделирование дизельгенератора с имитацией пропусков воспламенения

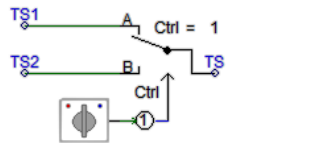
Асинхронный генератор

Нагрузка



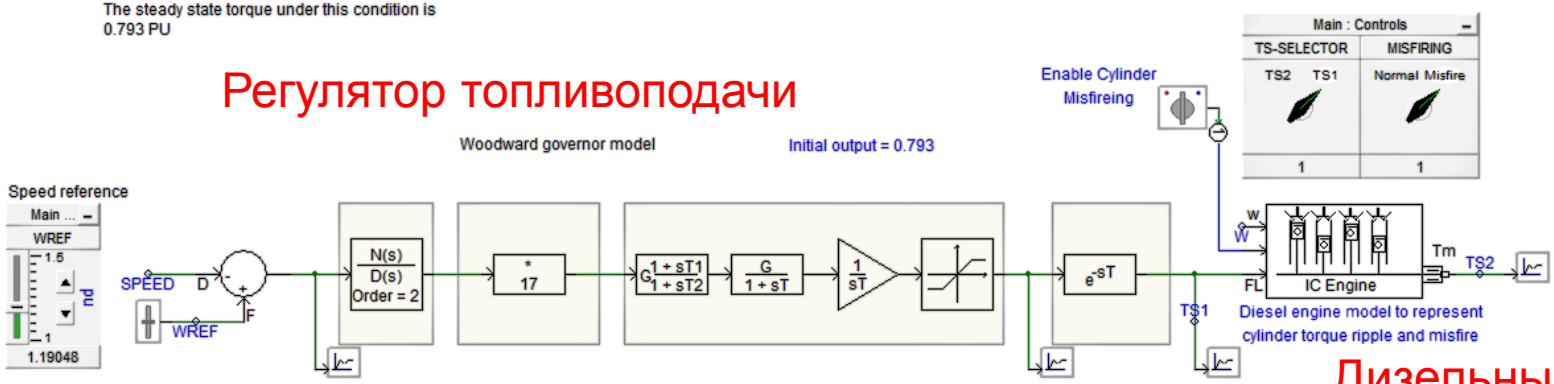
Induction generator:

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.

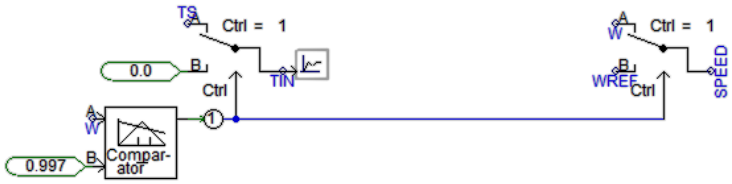
Регулятор топливоподачи

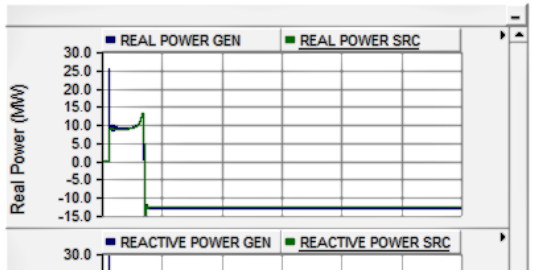


Дизельный мотор

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

Simulation controls:



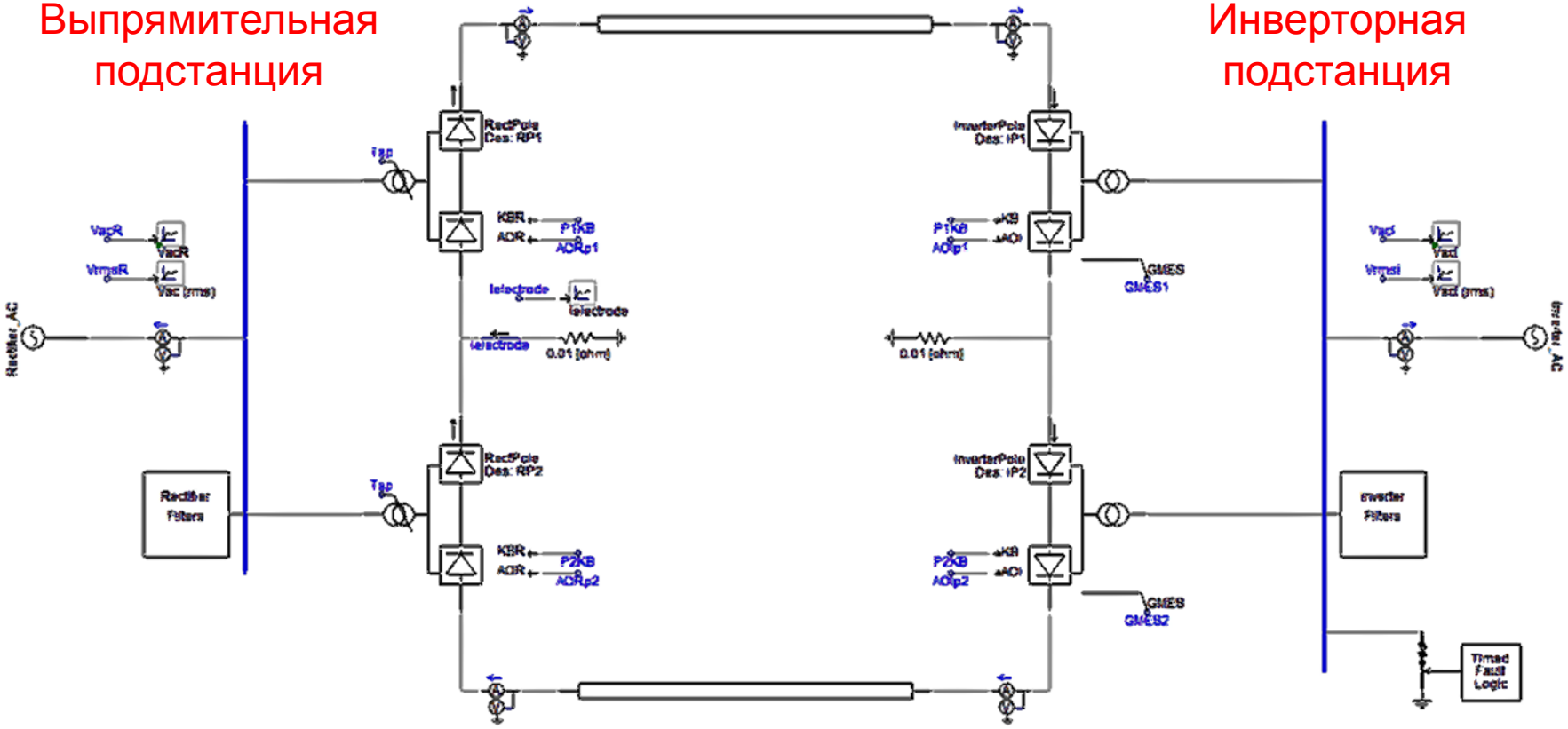


EnLAB

Моделирование линий и вставок постоянного тока HVDC

Выпрямительная подстанция

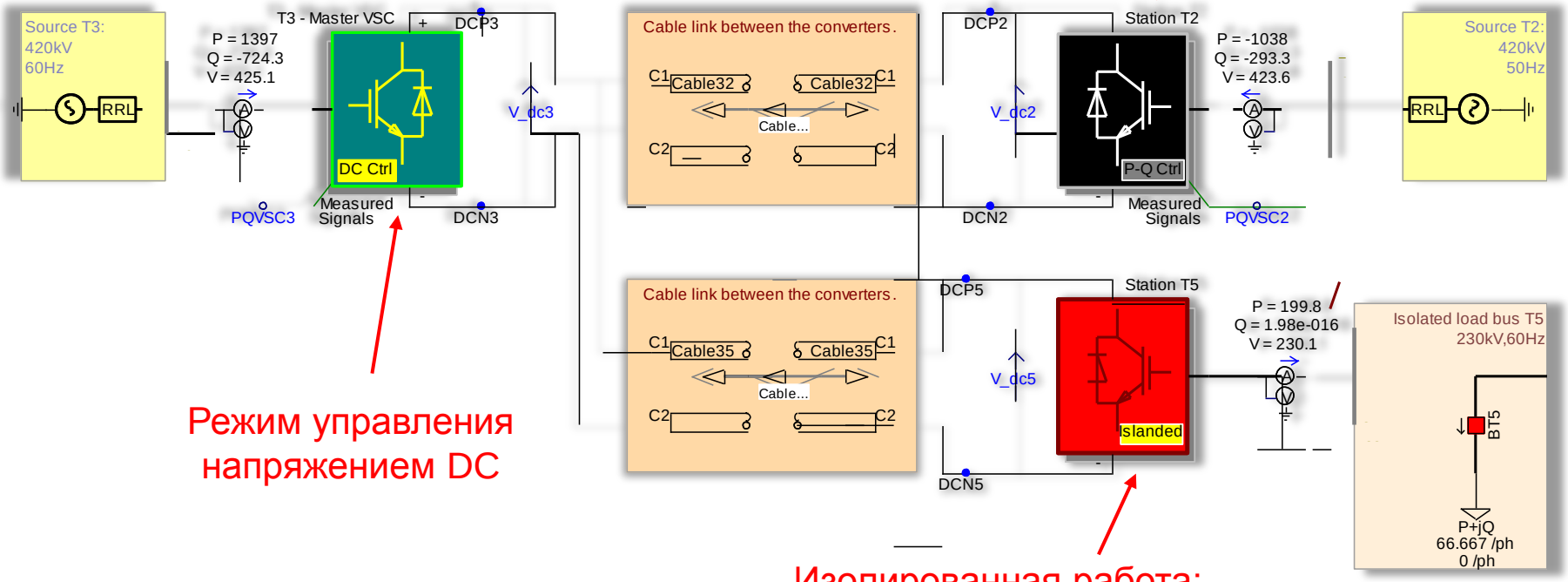
Инверторная подстанция



Биполярная высоковольтная линия электропередачи ПТ

Модель HVDC сети с тремя конечными подстанциями типа VSC

Режим управления активной мощностью



Режим управления напряжением DC

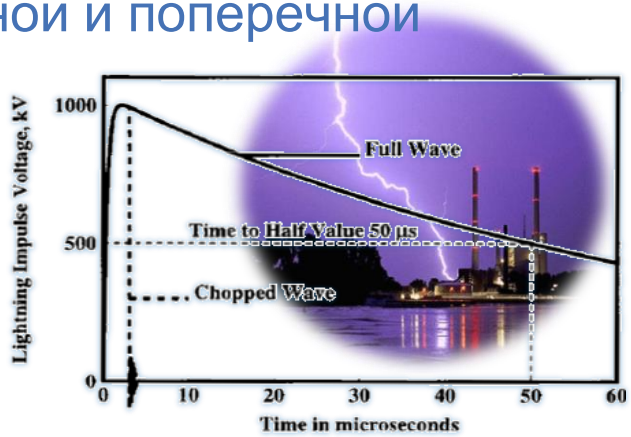
Изолированная работа: с фиксированной частотой и напряжением

Моделирование сверхбыстрых процессов

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

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

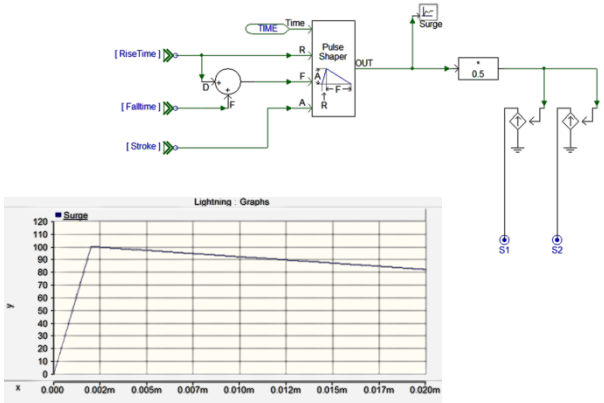
- Коммутации ЛЭП и удары молний
- Моделирование восстанавливающегося напряжения на контактах вакуумных и элегазовых выключателей
- Коммутация банок конденсаторов продольной и поперечной компенсации
- АПВ на линиях сверхвысокого напряжения
- Исследования волновых процессов

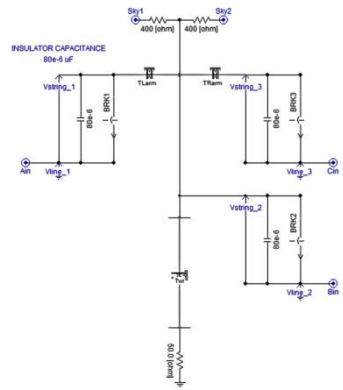


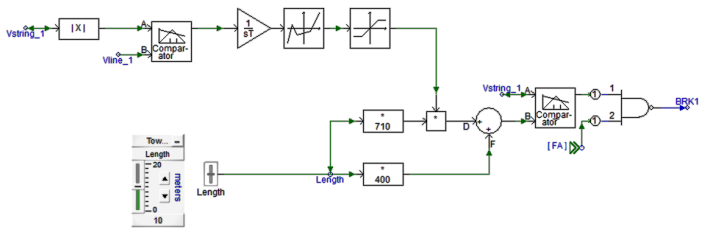
Форма грозового импульса по IEEE Std. 1243-1997

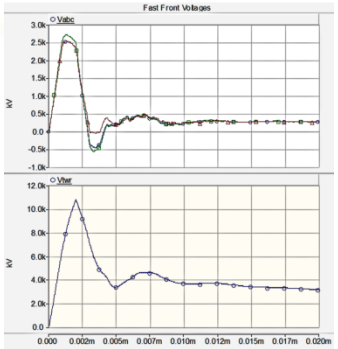
Моделирование воздействия разряда молнии на ЛЭП

Модели: молнии, опоры ЛЭП, гирлянды изоляторов



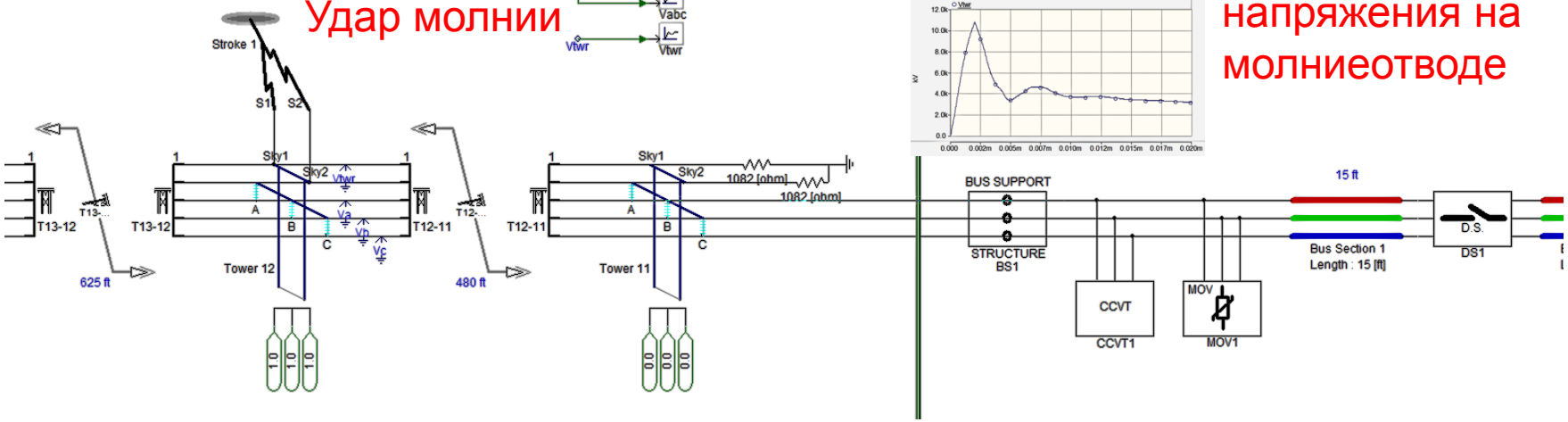






Графики фазных напряжений и напряжения на молниеотводе

Удар молнии



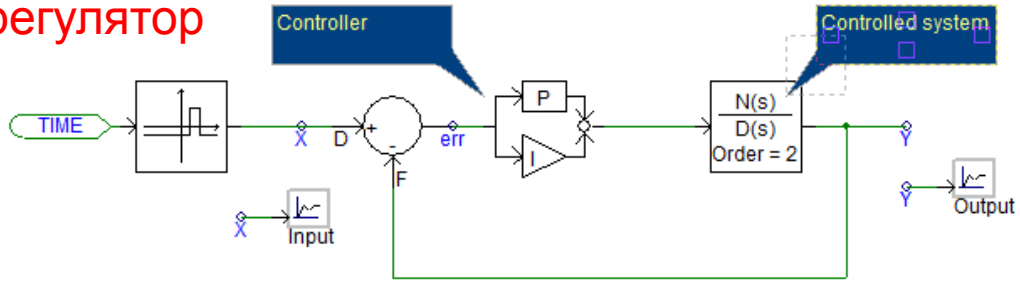
Модель ЛЭП с вводом на подстанцию

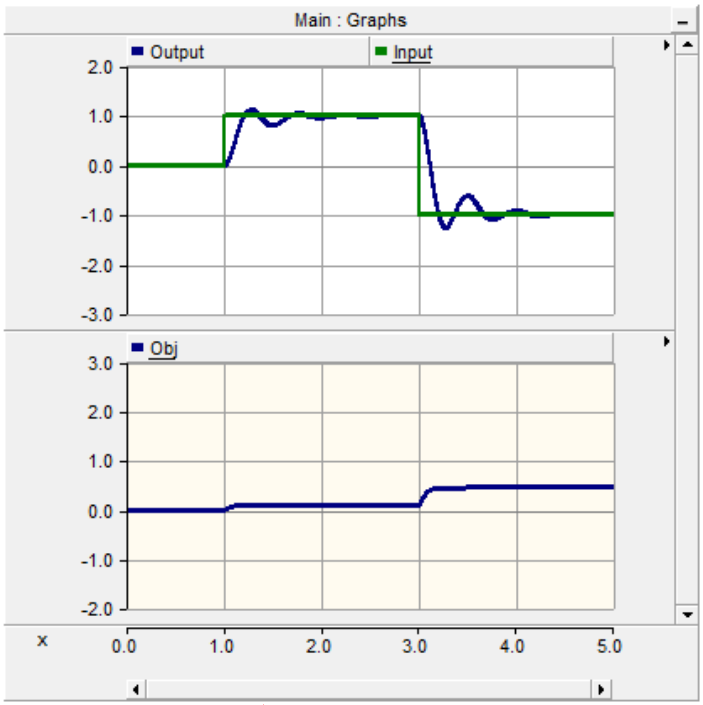
EnLAB

Решение задачи оптимизации на примере подбора параметров ПИ-регулятора

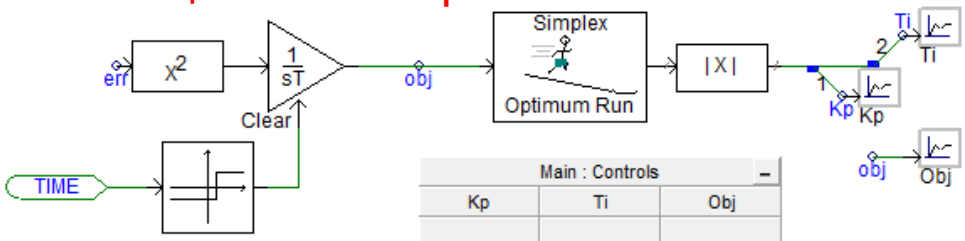
Оптимизируемый ПИ регулятор

Объект управления

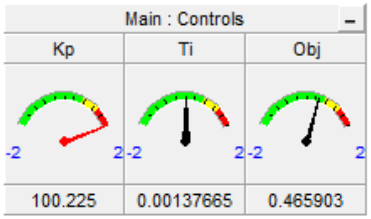




Оптимизация ошибки рассогласования



Протокол поиска решения

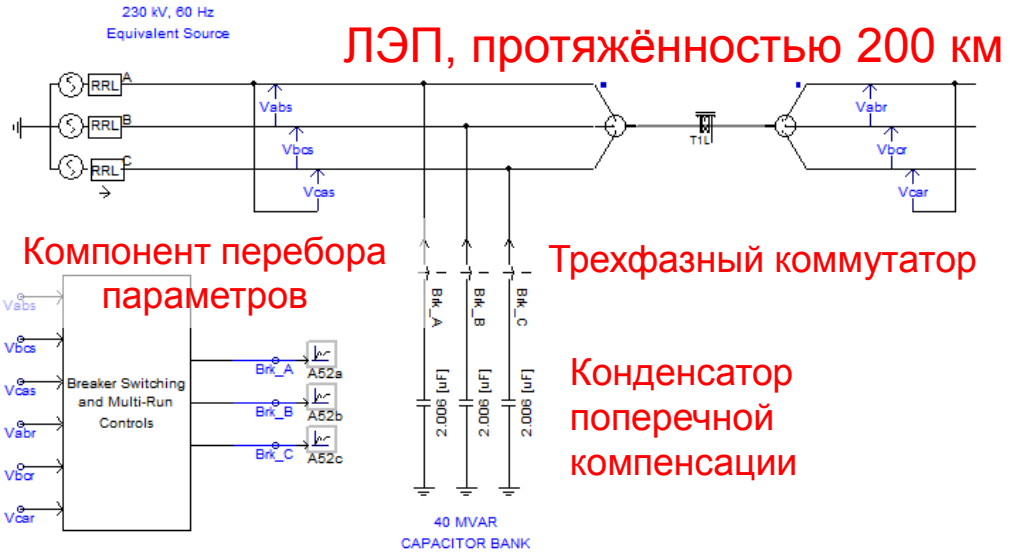


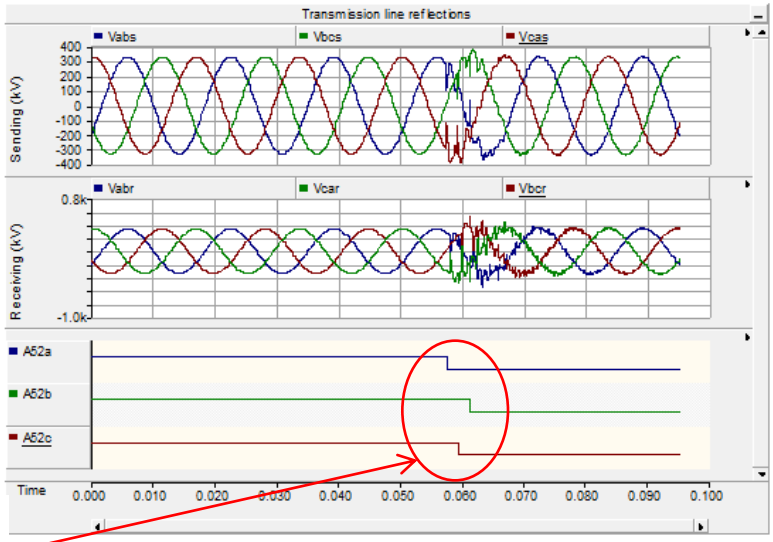
54	0.47778135491681	100.24044771349	-0.17058003581372E-02
55	0.46760737779002	100.22037959152	-0.12594878976961E-02
56	100.00000000000	100.21803672828	0.33585039177406E-03
57	0.47706396272398	100.20562135795	-0.11247110800490E-02
58	0.47310087736008	100.18141477920	-0.11659727655489E-02
59	0.46824339558798	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	-0.13926344564602E-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	0.46592774885238	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

EnLAB

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	420.7711263	653.0899413
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

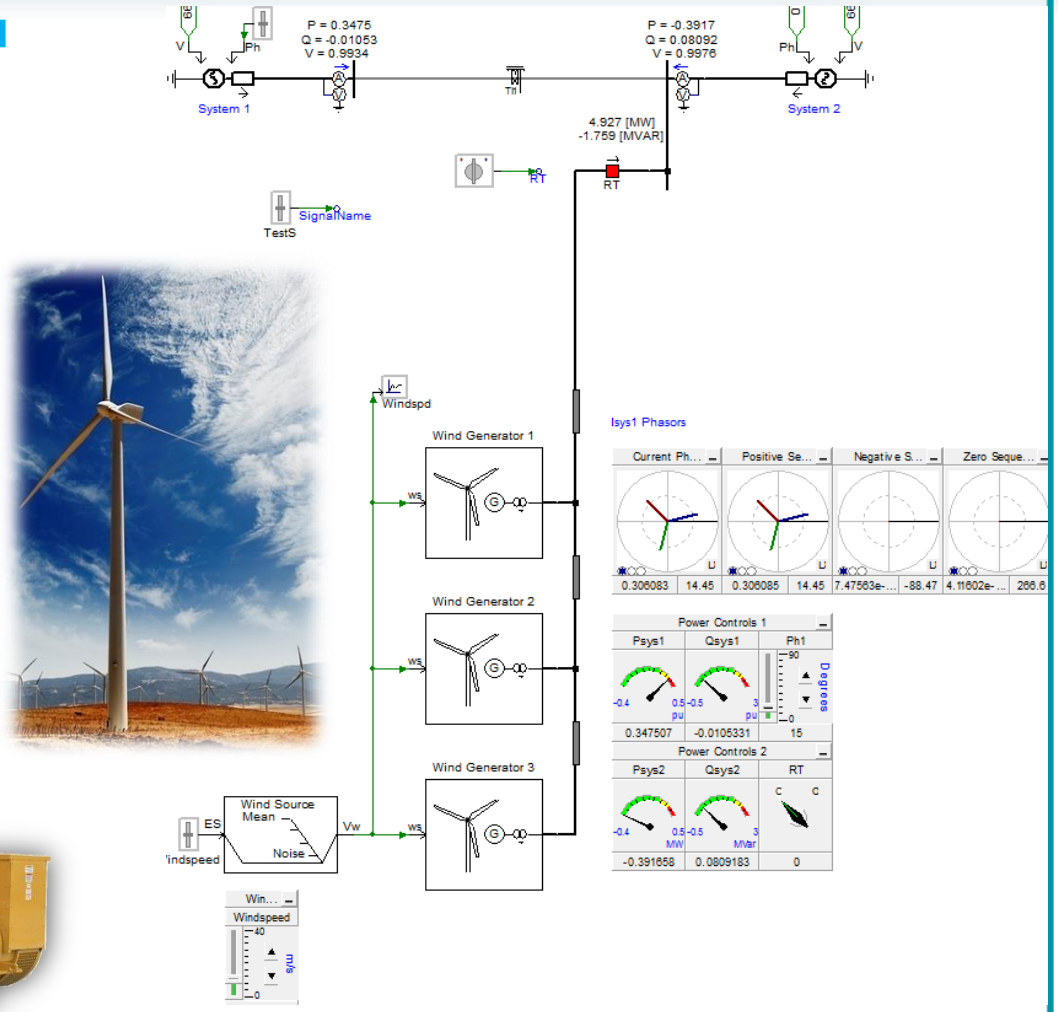
Centre of Range	Probability(%)	Cumulative Prob.(%)	100-Cumulative Prob.
343.9876916	7.200000000	7.200000000	92.80000000
352.0701584	6.400000000	13.60000000	86.40000000

Протокол моделирования

EnLAB

Исследование сетей с распределенной генерацией и нетрадиционных источников энергии

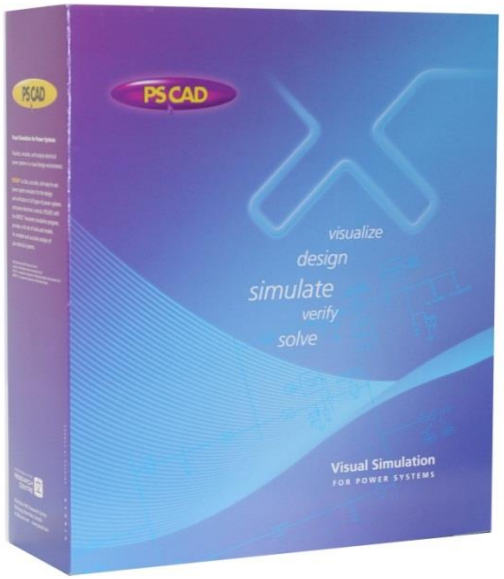
- Ветросиловые установки и комплексы;
- Солнечные батареи;
- Топливные элементы;
- Дизельгенераторы;
- Кинетические ГЭС.



Версия PSCAD X 4.6

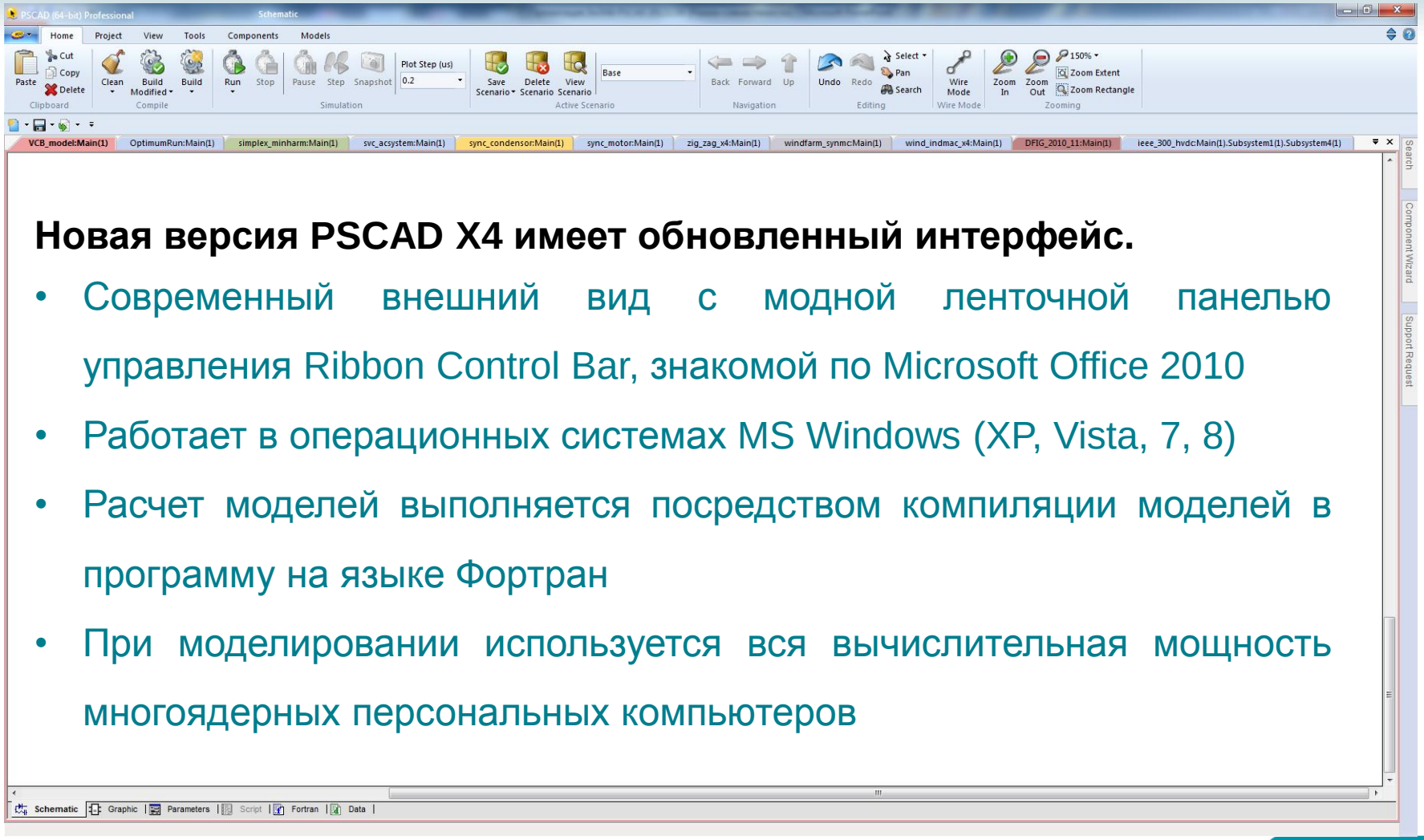
Особенности новой версии

- Симуляция одновременно нескольких проектов
- Поддержка кириллических шрифтов в заметках
- Режим замедления симуляции
- 32/64-битная версия
- Параллельные вычисления для многоядерных ЭВМ
- Предоставление бесплатной и пробной лицензии через «облачный» сервис
- И многое другое. Подробнее смотрите на сайте.



EnLAB

Обновленный интерфейс программы



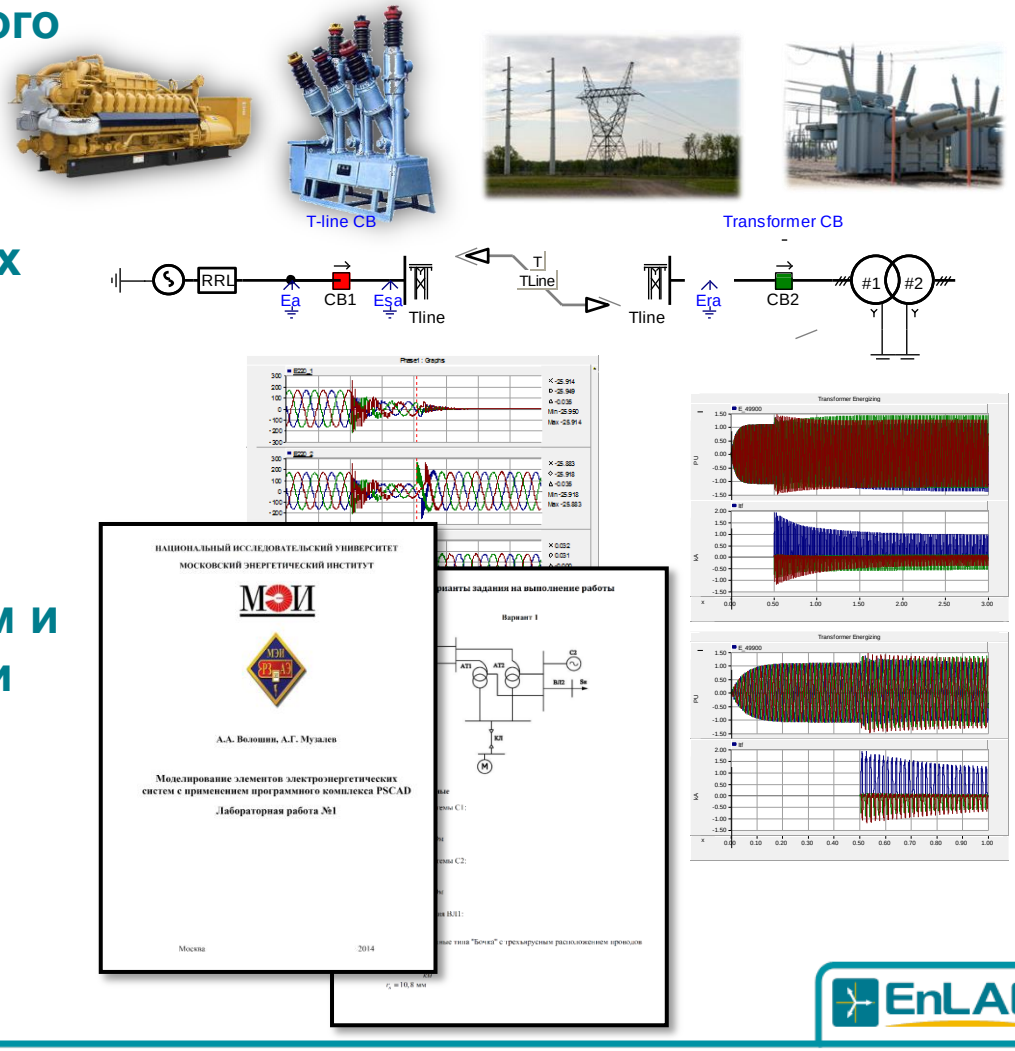
Новая версия PSCAD X4 имеет обновленный интерфейс.

- 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

EnLAB

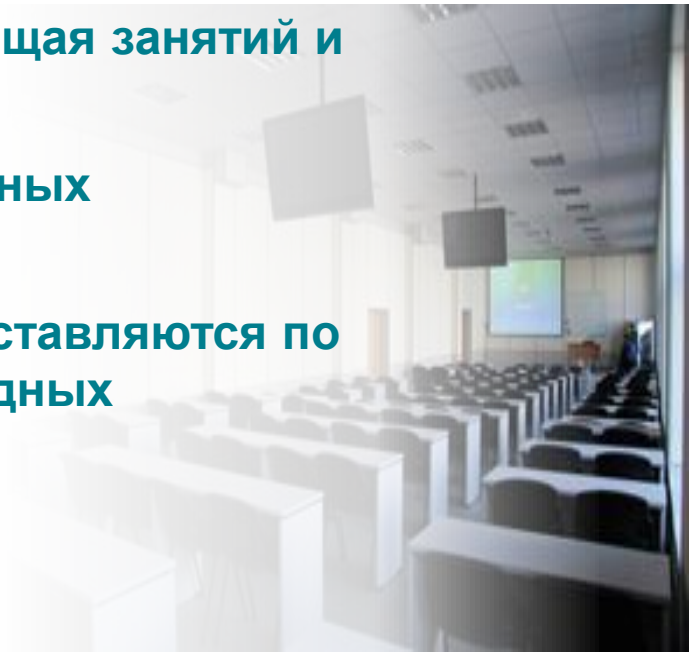
Применение PSCAD при обучении студентов

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



Достоинства применения PSCAD в учебном процессе

- **Повышение эффективности занятий:**
  - ✓ **занятия становятся более наглядными и интенсивными;**
  - ✓ **усиливается эмоциональная составляющая занятий и их связь с практикой.**
- **Универсальность применения для различных специальностей и дисциплин.**
- **Образовательная лицензия PSCAD предоставляются по очень НИЗКИМ ЦЕНАМ и не требует ежегодных платежей.**



EnLAB

Методическая поддержка внедрения PSCAD в учебный процесс

- Первоначальное обучение сотрудников работе в среде PSCAD.
- Ежегодные семинары по применению PSCAD
- Бесплатные учебно-методические материалы.
  - ✓ Лабораторные работы, разработанные на кафедре РЗиАЭ в НИУ «МЭИ»:

    1. Моделирование элементов электроэнергетических систем с применением программного комплекса PSCAD
    2. Моделирование дифференциальной защиты воздушной линии 220кВ с применением программного комплекса PSCAD
    3. Моделирование электромеханических переходных процессов с применением программного комплекса PSCAD
  - ✓ Иностранные методические пособия на английском языке

Повышение интереса студентов к использованию наших симуляторов

- Конкурс на лучшую студенческую квалификационную работу, выполненную с применением симуляторов PSCAD и RTDS.
- «PSCAD-овский квартатлон» – соревнования университетских студенческих команд по использованию PSCAD.

Пользователи PSCAD в России

№	Предприятия, имеющие PSCAD	Год	Вид лицензии
1	ООО «**ИНТЭКО**», г. Санкт-Петербург	2005	1 профессиональная
2	ОАО «**ВНИИР**», г. Чебоксары	2008,2020	5 профессиональные
3	НИУ «**МЭИ**», г. Москва	2013,14	Образовательная на 25 мест + 1 профессиональная
4	**НГТУ** , г. Новосибирск	2013	Образовательная на 10 мест
5	**ТПУ**, г. Томск	2013	Образовательная на 25 мест
6	**АмГУ**, г. Благовещенск	2013	Образовательная на 10 мест
7	**ЧувГУ** им. И.Н. Ульянова , г. Чебоксары	2013	Образовательная на 25 мест
8	ОАО «**ЭНИН** им. Г.М. Кржижановского», г. Москва	2014	1 профессиональная
9	**НГТУ** им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород	2014	Образовательная на 25 мест
10	ЗАО «**РАДИУС** Автоматика» г. Москва	2015	1 профессиональная
11	АНО "Энергетический колледж" г. Каспийск	2015	Образовательная на 10 мест
12	**ИГЭУ**, г. Иваново	2015	Образовательная на 10 мест
13	**КубГТУ**, г. Краснодар	2015	Образовательная на 25 мест
14	**ДВФУ** г. Владивосток	2015	Образовательная на 10 мест
15	**ЮРГПУ** (НПИ) г. Новочеркасск	2015	Образовательная на 10 мест
16	**АУЭС**, г. Алма-Ата, Казахстан	2016	Образовательная на 10 мест
17	**АГНИ**, г. Альметьевск	2017	Образовательная на 25 мест + 1 профессиональная
18	**КГЭУ**, г. Казань	2017	Образовательная на 25 мест
19	**РКСС**, г. Москва	2018	1 профессиональная
20	**МФТИ**, г. Долгопрудный	2018	1 профессиональная
21	**ОмГТУ**, г. Омск	2018	Образовательная на 25 мест
22	**ТГУ**, г. Тольятти	2019	Образовательная на 10 мест
23	**ООО «СКРМ»**, г. Москва	2019	1 профессиональная
24	**НВГУ**, г. Нижневартовск	2019	Образовательная на 10 мест

EnLAB

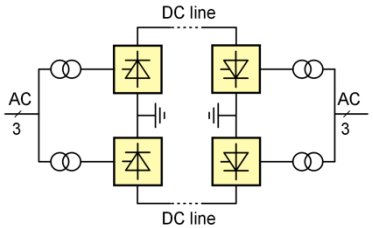
Референс-лист пользователей PSCAD в мире

По состоянию на 2018 год лицензией PSCAD оснащены более **42 000** рабочих мест в **88** странах.

№	Страна	Лицензиатов / Лицензий	№	Страна	Лицензиатов / Лицензий	№	Страна	Лицензиатов / Лицензий
1	США	**536** / 4106	16	Дания	**57** / 961	**31**	**Россия**	**21 / 281**
2	Индия	**461** / 7609	17	Финляндия	**56** / 443	32	Греция	**16** / 196
3	Япония	**460** / 2701	18	Польша	**42** / 350	33	Румыния	**15** / 355
4	Китай	**429** / 2530	19	Таиланд	**41** / 809	34	Словения	**14** / 320
5	Южная Корея	**272** / 2090	20	Саудовская Аравия	**41** / 166	35	Колумбия	**14** / 196
6	Канада	**265** / 2811	21	Тайвань	**38** / 185	36	Шри Ланка	**13** / 268
7	Великобритания	**186** / 1947	22	Франция	**37** / 156	37	Индонезия	**13** / 232
8	Германия	**125** / 571	23	Турция	**36** / 529	38	Швейцария	**13** / 22
9	Швеция	**124** / 662	24	Италия	**35** / 492	39	Бельгия	**12** / 154
10	Испания	**119** / 1256	25	ОАЭ	**34** / 161	40	Египет	**10** / 332
11	Бразилия	**108** / 1011	26	Нидерланды	**32** / 299	41	Чили	**9** / 183
12	Малайзия	**103** / 1163	27	Сингапур	**25** / 238	42	Пакистан	**8** / 138
13	Австралия	**88** / 1107	28	Новая Зеландия	**25** / 195	43	Филиппины	**8** / 17
14	Мексика	**67** / 389	29	Норвегия	**25** / 146	44	Эстония	**7** / 212
15	ЮАР	**66** / 917	30	Иран	**21** / 937			

EnLAB

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 изоляторов; восстановление прочности промежутка в дугогасительной камере.

EnLAB

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.

Совместимость PSCAD

MathWorks
MATLAB

PSCAD имеет интерфейс с моделями, разработанными в симуляторе MATLAB.

etap
Powering Success

Импортирование из пакета моделирования ETAP.

GCC

C++

Fortran

Для создания собственных моделей на языке высокого уровня используются языки программирования C++ и Fortran

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.

Интернет- лицензия и USB-ключ

Интернет-лицензия

Программа PSCAD может запускаться с подключенного к Интернету компьютера посредством организованного доступа из личного кабинета на сайте http://mycentre.hvdc.ca/. Администратор предоставляет коллегам код доступа к Интернет–лицензии.

Аппаратный ключ защиты

В локальной сети предприятия можно организовать сервер лицензий с USB-ключом аппаратной защиты. Компьютеры через сеть могут получать с сервера лицензию на требуемое время работы в PSCAD.

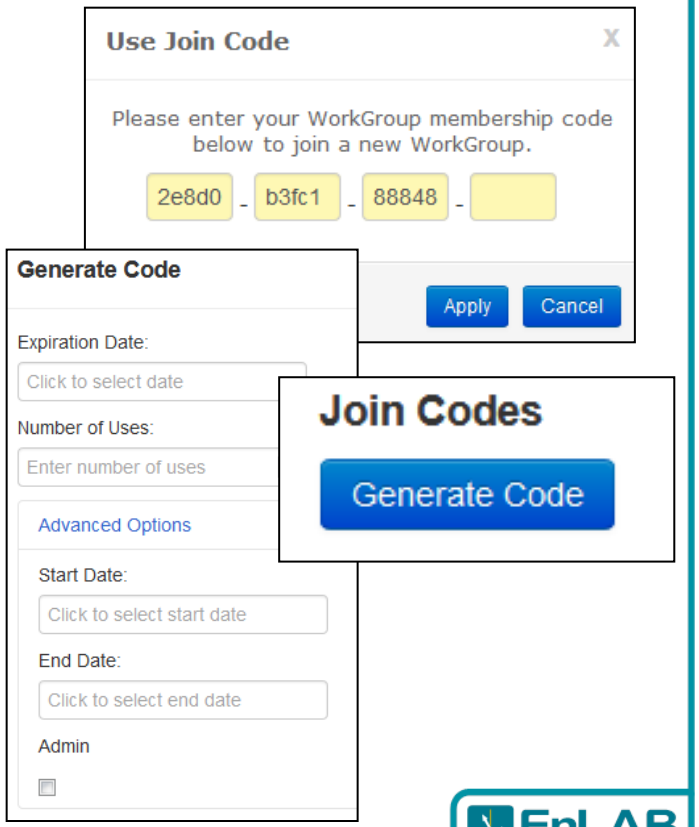
Многопользовательская интернет-лицензия

Учебные заведения с 10 / 25 рабочими местами могут управлять кругом лиц, которые могут получить доступ к лицензии и скачивать сертификат PSCAD на свой ПК. После окончания работы сертификат должен быть возвращен на интернет-сервер (MHI).

Администратор вуза формирует код доступа **Join code** для вступления в рабочую группу и распределяет его среди студентов и преподавателей т.е. среди Пользователей.

Пользователь в своем личном кабинете MyCentre вводит код участника и присоединяется к рабочей группе вуза.

Администратор может исключать из рабочей группы участников по мере необходимости. Либо может сформировать код участника, который позволяет быть в составе рабочей группы только в указанный период.



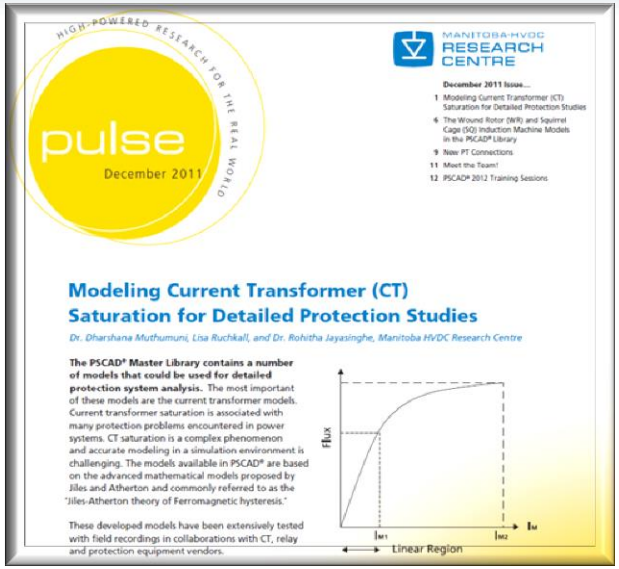
Демоверсия PSCAD

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

EnLAB

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


HIGH-POWERED RESEARCH FOR THE REAL WORLD

pulse

December 2011

MANITOBA-HVDC RESEARCH CENTRE

December 2011 Issue...

1 Modeling Current Transformer (CT) Saturation for Detailed Protection Studies

6 The Wound Rotor (WR) and Squirrel Cage (SQ) Induction Machine Models in the PSCAD® Library

9 New PT Connections

11 Meet the Team!

12 PSCAD® 2012 Training Sessions

Modeling Current Transformer (CT) Saturation for Detailed Protection Studies

Dr. Dharshana Muthumuni, Lisa Ruchkall, and Dr. Rohitha Jayasinghe, Manitoba HVDC Research Centre

The PSCAD® Master Library contains a number of models that could be used for detailed protection system analysis. The most important of these models are the current transformer models. Current transformer saturation is associated with many protection problems encountered in power systems. CT saturation is a complex phenomenon and accurate modeling in a simulation environment is challenging. The models available in PSCAD® are based on the advanced mathematical models proposed by Jiles and Atherton and commonly referred to as the "Jiles-Atherton theory of Ferromagnetic hysteresis."

These developed models have been extensively tested with field recordings in collaborations with CT, relay and protection equipment vendors.

Обучение пользователей

Тренировочные курсы в Виннипеге

- Применение PSCAD для исследования переходных процессов
- 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

Тренировочные курсы используют для улучшения инженерной подготовки и повышения навыков пользователей . Курсы ведут инженеры и эксперты по моделированию, работающие в «MHI». С 2008 по 2012 проведено более 100 курсов для 1500 из 20 стран.

EnLAB

Обучение пользователей

ЗАО «ЭнЛАБ» совместно с НИУ «МЭИ» проводит занятия для российских пользователей «Применение симуляторов PSCAD для исследования переходных процессов в энергосистемах». Слушателям выдается сертификат.

При приобретении PSCAD возможно организовать выезд наших специалистов для обучения ваших сотрудников.

Мы регулярно проводим вебинары по применению PSCAD.

EnLAB

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.ennlab.ru энлаб.рф
Эл-почта: mail@ennlab.ru
Телефон: (8352) 40-66-26

EnLAB