RTDS Technologies

Более 20 лет в роли мирового стандарта

ЦИФРОВОЙ СИМУЛЯЦИИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

ВАША ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

План презентации

Введение

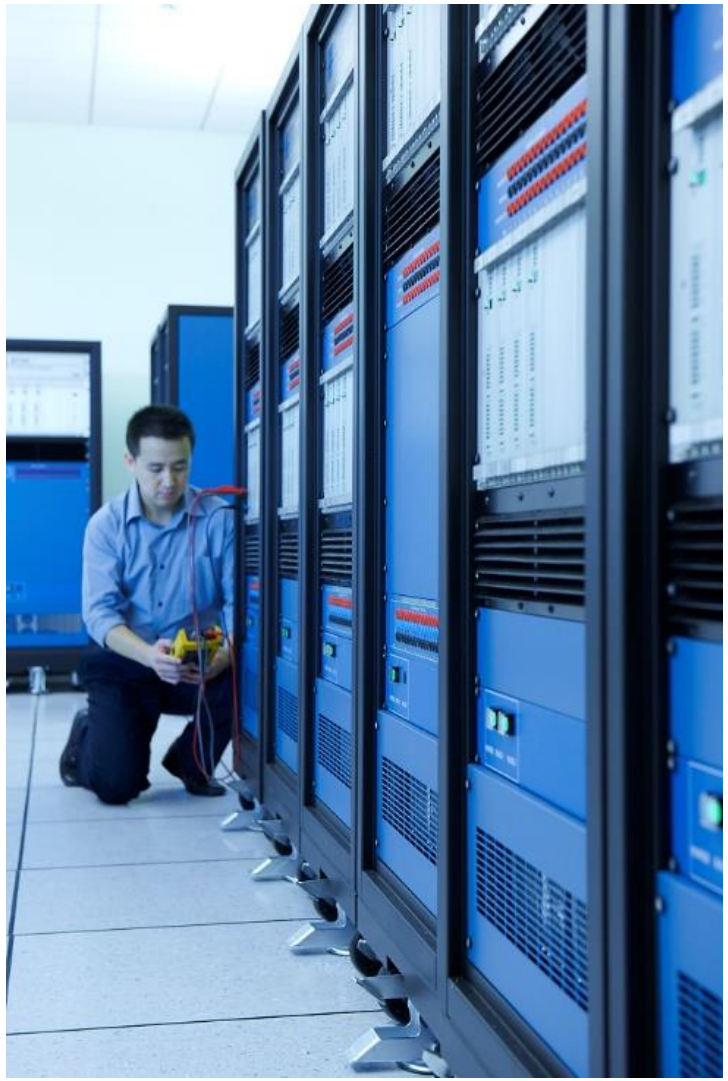
Теоретические основы

Аппаратная часть RTDS

Программная часть RTDS

Применение RTDS

Ответы на вопросы



История RTDS Technologies

1986
Старт работы над RTDS

1989
Первый в мире симулятор HVDC

1993
Первая коммерческая поставка

1994
Основана компания RTDS Technologies Inc.

- Технический Консультативный совет (спонсоры)
- Основное финансирование от Manitoba Hydro
- Дальнейшее развитие и совершенствование до коммерческого продукта

MANITOBA·HVDC RESEARCH CENTRE

Manitoba Hydro

Компания сегодня

- Первый в мире цифровой симулятор реального времени
- Лицензионное соглашение на использование технологии с Manitoba Hydro
- Эксклюзивные права на технологию во всем мире
- Около 60 сотрудников

Потребители из 37 стран

- Более 300 потребителей
- 60% из них постоянные клиенты
- Более 1100 поставленных кассет

Нашими клиентами являются ведущие …

- электроэнергетические компании
- производители электрооборудование
- научно-исследовательские и учебные заведения

Нас выбрали производители

Некоторые из производственных компаний, которые нам доверяют

SIEMENS

ABB

ALSTOM

TOSHIBA

Schneider Electric

MITSUBISHI

GE

SEL

Нас выбрали исследователи

Некоторые из научно-исследовательских институтов , которые нам доверяют

DTU Technical University of Denmark

UNSW THE UNIVERSITY OF NEW SOUTH WALES

MANCHESTER 1824 The University of Manchester

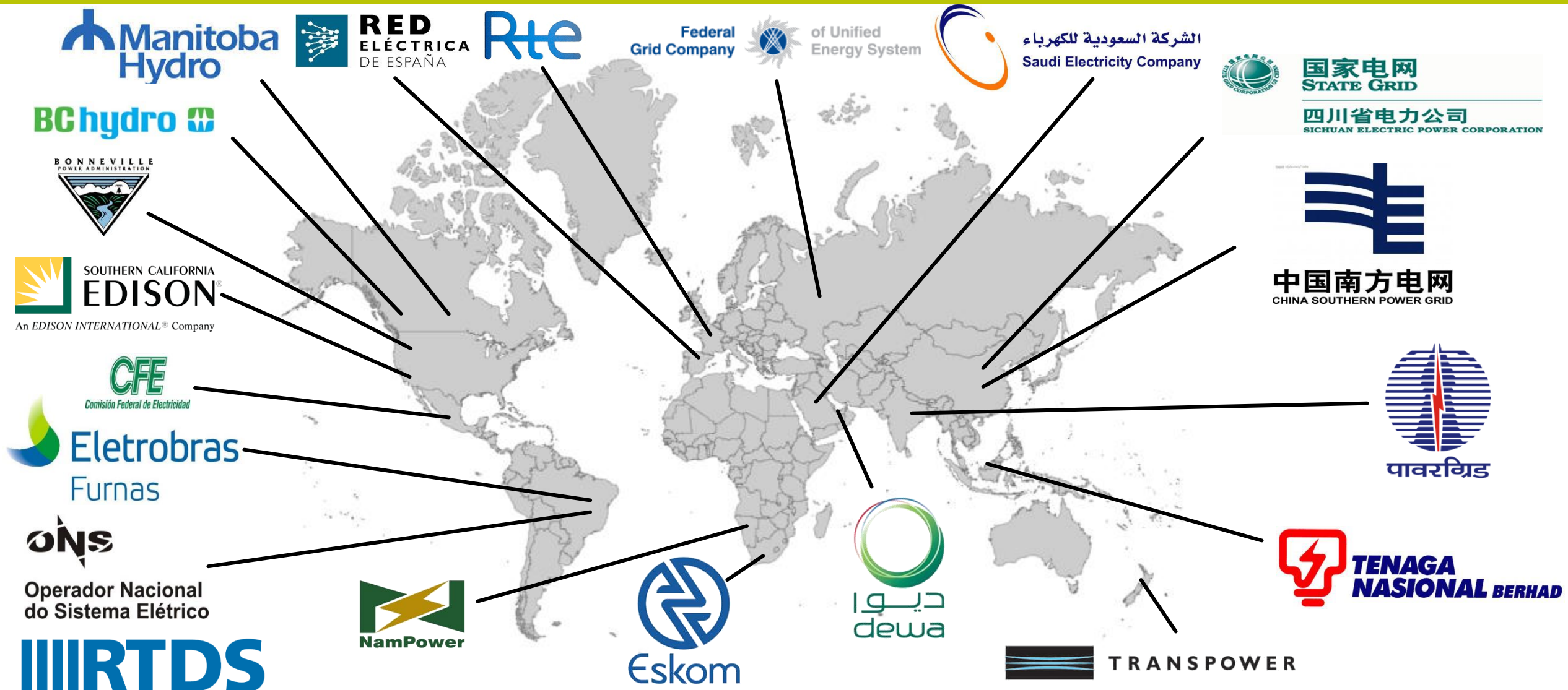
RWTH AACHEN UNIVERSITY

DUT DURBAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FLORIDA STATE UNIVERSITY 1851

CENTER FOR ADVANCED POWER SYSTEMS FSU

Нам доверяют энергокомпании



RTDS Technologies

celebrating over 20 years as the world standard for real time digital power system simulation

Мировая репутация и опыт

ALSTOM (Великобритания)

“Мы **очень довольны** работой нашего симулятора RTDS, а также услугами по **техническому обслуживанию и поддержке**, предоставляемой RTDS технологий "

SIEMENS (Германия)

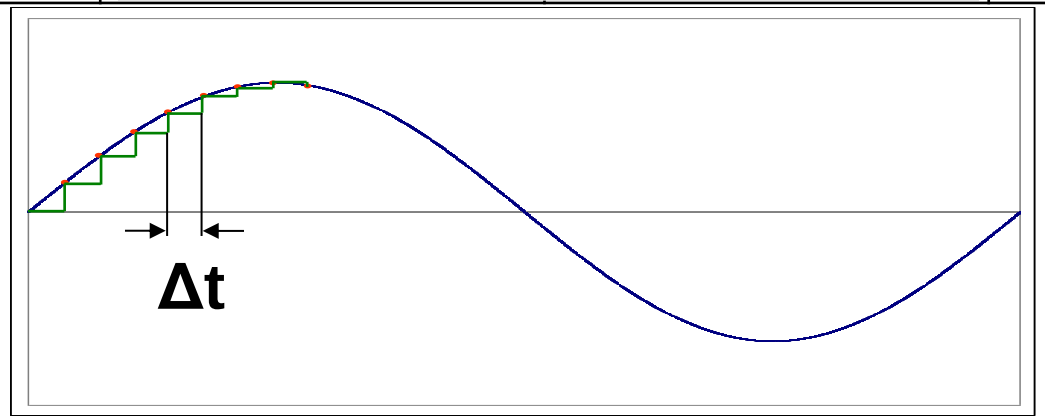
«Впечатлены и воодушевлены позитивными результатами, **широким спектром применения** и **отличной поддержкой**... Наш основной инструмент предварительной проверки новых концепций систем управления и защиты и для вне полигонных функциональных испытаний их эффективности... **неотъемлемая** составляющая для исследований и испытаний установок HVDC и FACTS компании SIEMENS»

CENTER FOR ADVANCED POWER SYSTEMS FSU (США)

«...RTDS Technologies поддержали нас и **оперативно отремонтировали и заменили** нескольких отказавших компонентов, которые мы протестировали, а также помогли с расширенной поддержкой программного обеспечения для существующих моделей и с **созданием новых моделей или требуемых функций»**

Виды цифровой симуляции

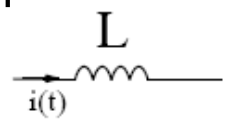
Вид симуляции	Потокорас-пределение	Динамическая устойчивость (TSA)	Электромагнитные переходные процессы (EMT)
Типовой шаг расчета	Рассчитывается 1 раз	~ 8 мс	~ 2 - 50 мкс
Выходные данные	Действующее значение и угол	Действующее значение и угол	Мгновенные значения
Диапазон частот	Основная частота	Основная частота и ее отклонения	0 – 3 кГц (>15 кГц)

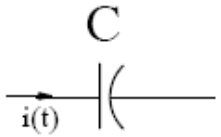


Базовые принципы симуляции

Алгоритм Доммеля

Преобразование дифференциальных уравнений в алгебраические уравнения и интегрирование методом трапеций





$$v(t) = L * \frac{d\,i(t)}{dt}$$

$$i(t) = C * \frac{d\,v(t)}{dt}$$

$$i(t) = \frac{1}{L} \int v(t)\,dt$$

$$v(t) = \frac{1}{C} \int i(t)\,dt$$

applying trapezoidal rule of integration

$$i(t) = \frac{\Delta t}{2L}\, v(t) + I_h(t - \Delta t)$$

$$i(t) = \frac{2C}{\Delta t}\, v(t) - I_h(t - \Delta t)$$

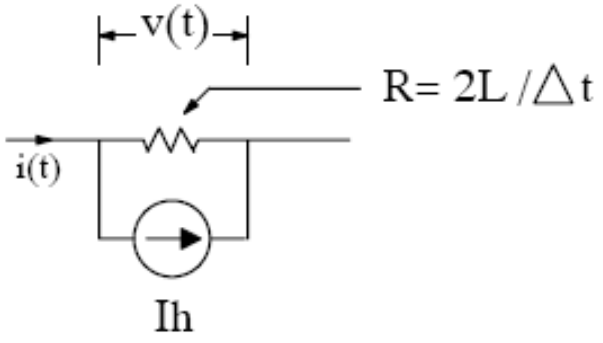
Базовые принципы симуляции

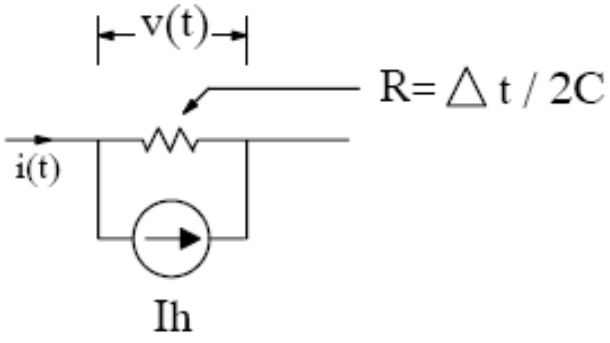
Алгоритм Доммеля

I_h: это хронологически сложившийся ток за предыдущие шаги – *v(t-Δt)* и *I(t-Δt)*

$$i(t)= \frac{\Delta t}{2L} v(t) + I_h(t-\Delta t)$$

$$i(t)= \frac{2C}{\Delta t} v(t) - I_h(t-\Delta t)$$



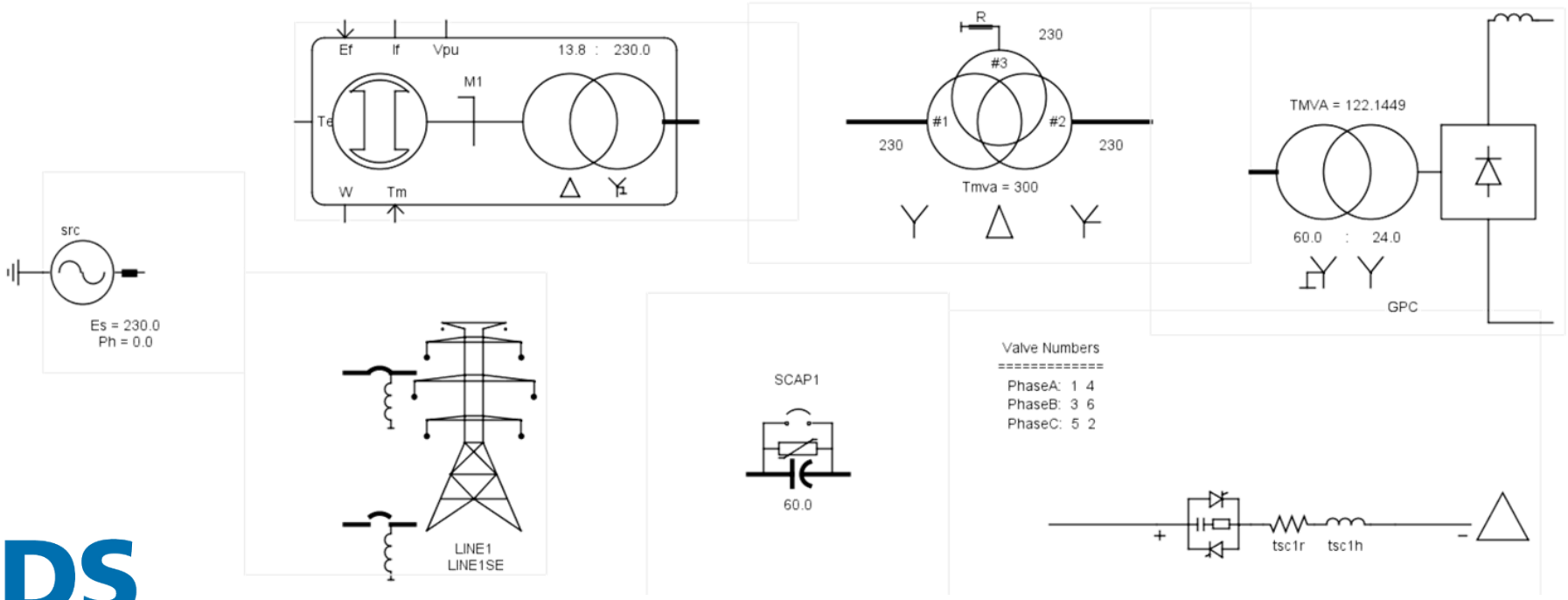


Базовые принципы симуляции

Алгоритм Доммеля

Все компоненты электрической сети представлены в виде эквивалентных источников тока и сопротивления

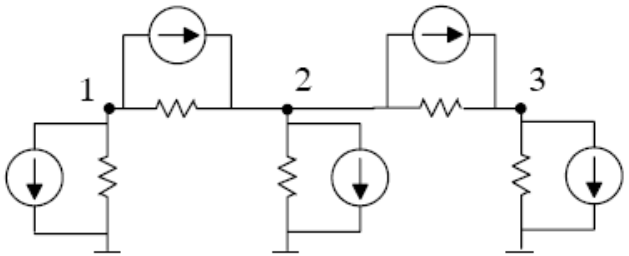
Расчет тока Ih для сложных компонентов энергосистемы может потребовать значительного количества вычислений.



Процедура расчета сети

1. Преобразование заданных пользователем параметров системы в эквивалентную сеть, состоящую только из источников тока и сопротивлений.

2. Заполнение матрицы проводимостей эквивалентной сети



$$\begin{bmatrix} V1 \\ V2 \\ V3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G11 & G12 & G13 \\ G21 & G22 & G23 \\ G31 & G32 & G33 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} I1 \\ I2 \\ I3 \end{bmatrix}$$

3. Вычисление новые значений токов [I] , по результатам расчета на предыдущем шаге (для первого шага - по начальным условиям)

4. Расчет напряжений [U] по рассчитанным значениям тока [I]

5. Расчет токов в ветвях по [U] и [I]

И повторять...

Что такое «Реальное время» ?

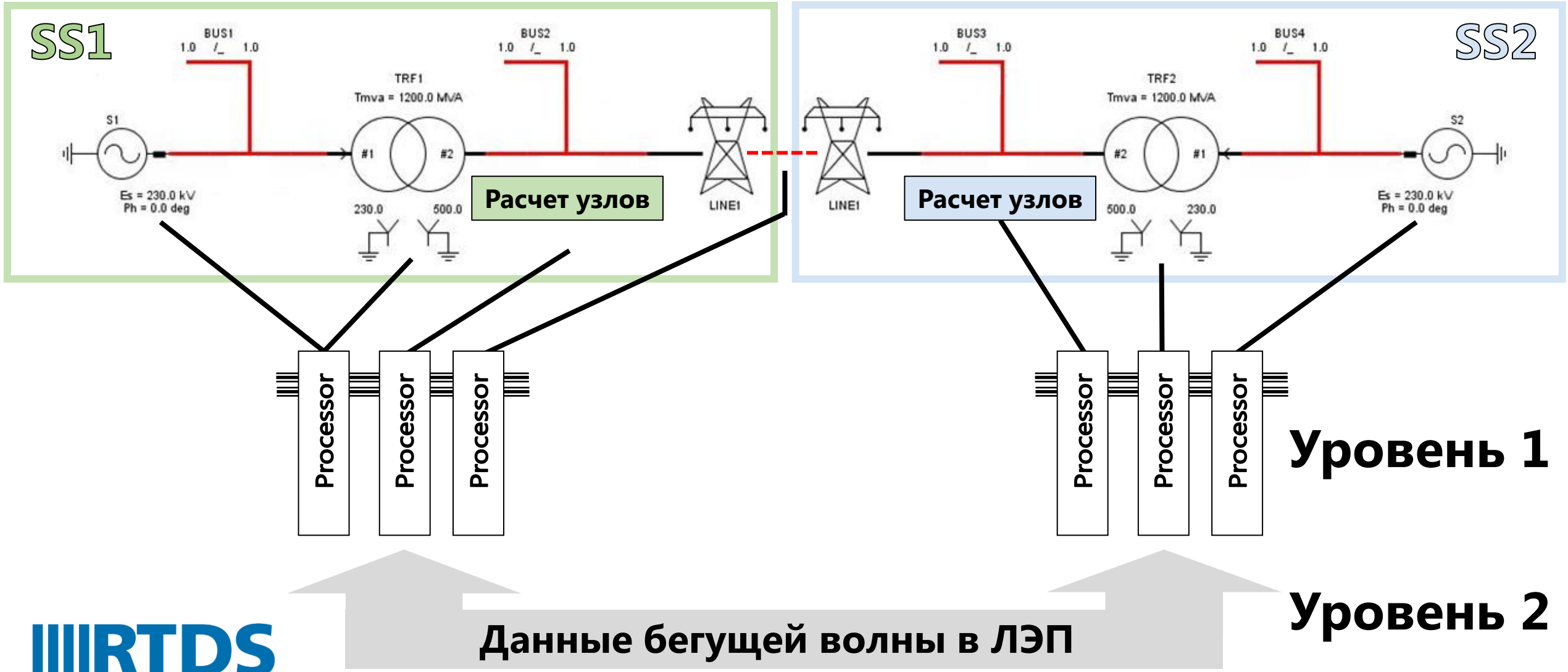
- Расчеты выполняются чуть быстрее чем реальное время в течении шага расчета (timestep)
- Шаг расчета имеет постоянный период и выполняется строго в реальном масштабе времени
- Устройства ввода/вывода обновляются с постоянным периодом равным шагу расчета
- Используются параллельные вычисления
- Синхронизация по тактовым импульсам

<1 s

<10 ms

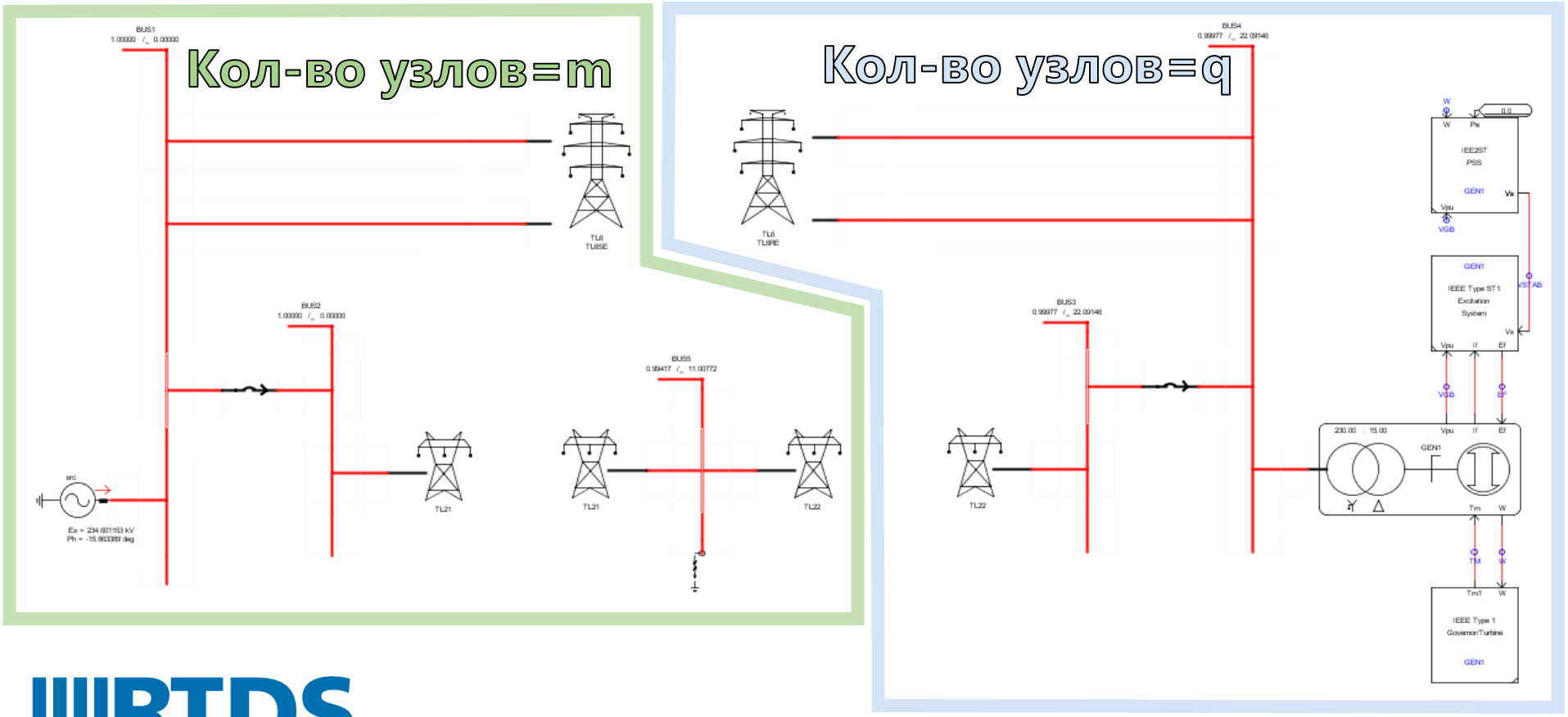
2 µs ~ 50 µs

2 уровня параллельных вычислений



Применимость для больших сетей

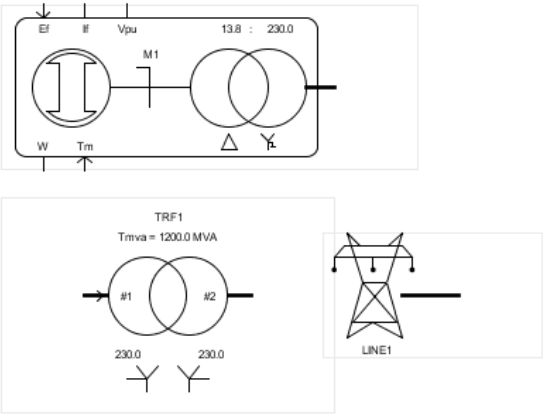
Когда сеть становится слишком большой для производительности процессора, ее можно разделить на подсистемы за счет модели бегущей волны по ВЛ и КЛ.



n x n matrix

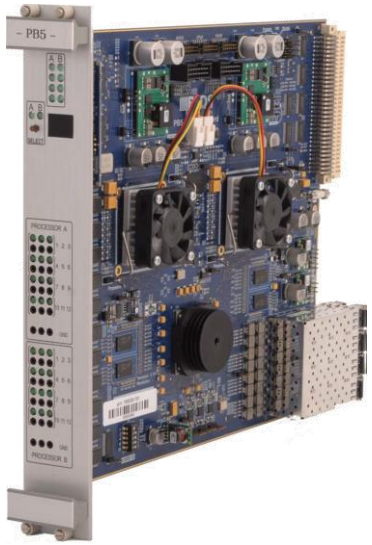
$$\begin{pmatrix} \{m \times m\} & 0 \\ 0 & \{q \times q\} \end{pmatrix}$$

Процесс расчета энергосистемы



60 нс на передачу

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_i \\ \vdots \\ V_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \cdots & g_{1i} & \cdots & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & \cdots & g_{2i} & \cdots & g_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ g_{i1} & g_{i2} & \cdots & g_{ii} & \cdots & g_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ g_{n1} & g_{n2} & \cdots & g_{ni} & \cdots & g_{nn} \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_i \\ \vdots \\ I_n \end{bmatrix}$$



Максимум 72x72

С 2015 года максимум 90x90

Преимущество свободной компоновки

- Специализированный процессорный модуль
- Кассетно-модульная конструкция
- Дружественный интерфейс программы
- Широкий набор средств ввода/вывода

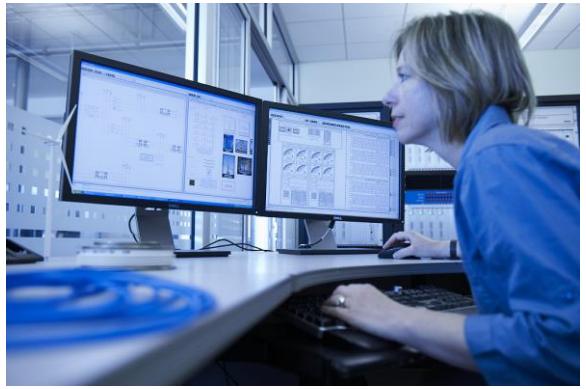
«Средний» шкаф

Кассета

4 модуля PB5

Модуль GTWIF

Гибкая конфигурация оборудования



Специализированные модули

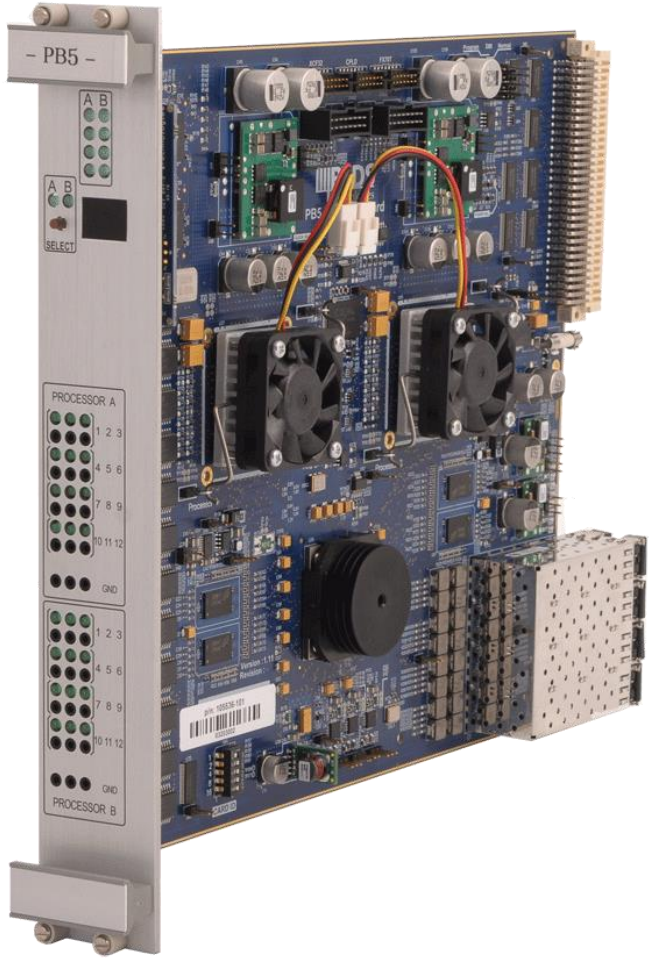
GTWIF: Модуль интерфейса рабочей станции

- Связь с управляющим ПК по обычной Ethernet сети
- Обеспечивает интерфейс для загрузки модели и её симуляцию
- Обеспечивает интерактивное взаимодействие пользователя с моделью
- Обеспечивает обмен данными, их координацию и запись
- Оптоволоконная коммуникация с другими кассетами (до 6 кассет)

Специализированные модули

PB5: Процессорный модуль

- Новейшие технологии вычислений
- Увеличена мощность за счет двух Power PC RISC процессоров с тактовой частотой 1.7 GHz
- Дополнительные коммуникационные порты для прямого обмена данными между процессорами.
- Увеличился размер моделируемой сети и сложность компонентов
- Программно-назначаемые функции

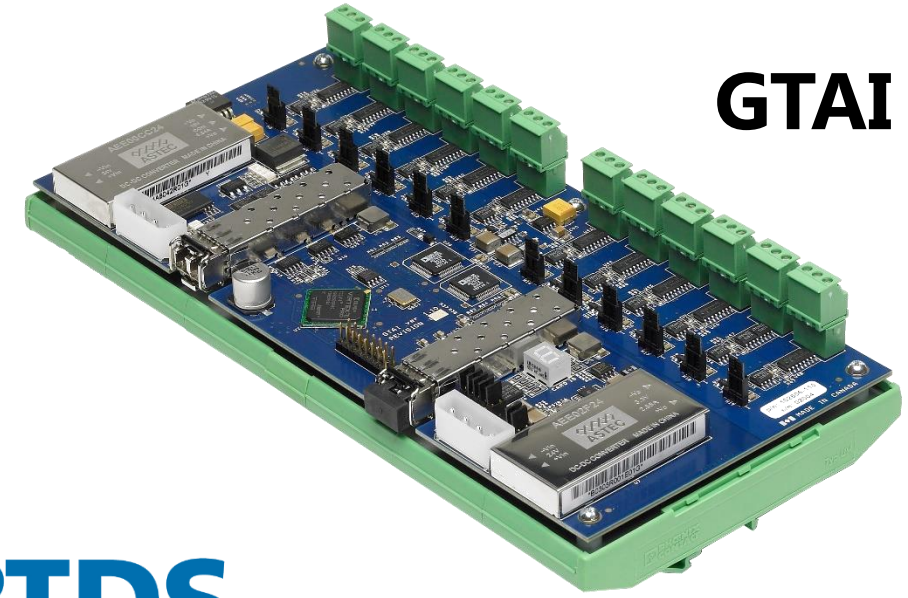


Специализированные модули

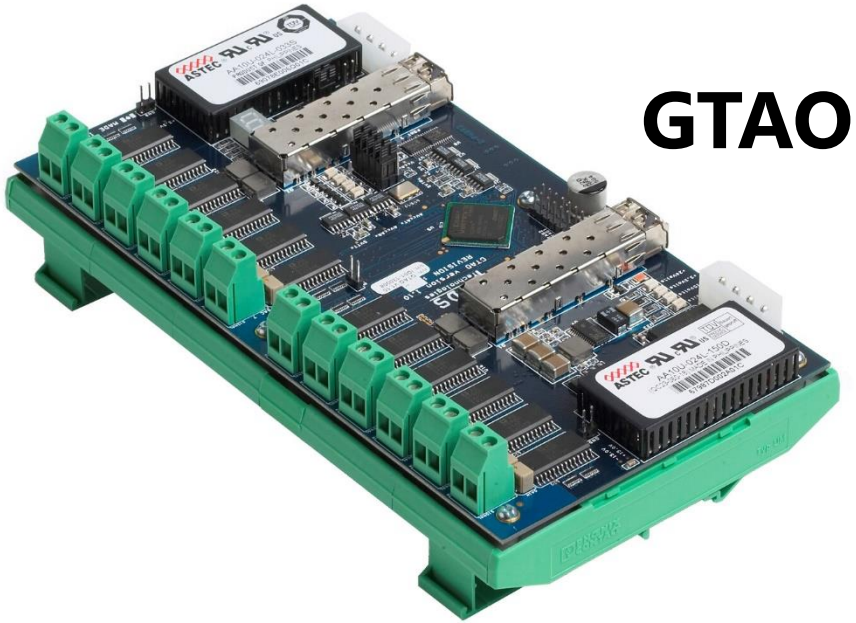
Гибкие и расширяемые аналоговые входы/выходы

12-канальние модули 16-битных АЦП и ЦАП с гальванической изоляцией.

Последовательное подключение модулей в «гирлянду» к одному порту PB5



GTAI



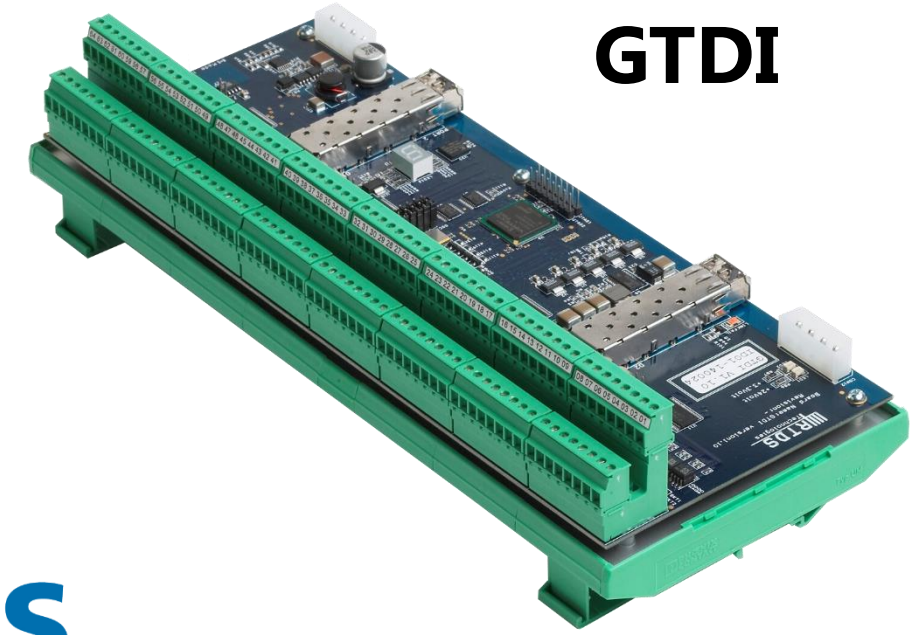
GTAO

Специализированные модули

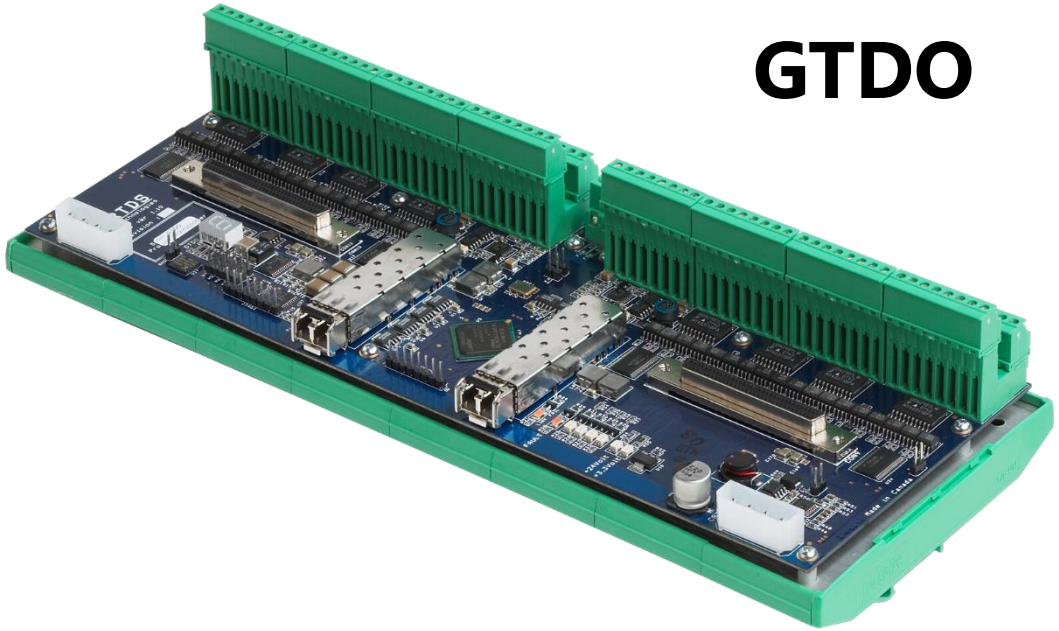
Гибкие и расширяемые дискретные входы/выходы

64-канальние модули ввода и вывода дискретных сигналов с гальванической изоляцией. Последовательное подключение модулей в «гирлянду» к одному порту PB5

GTDI



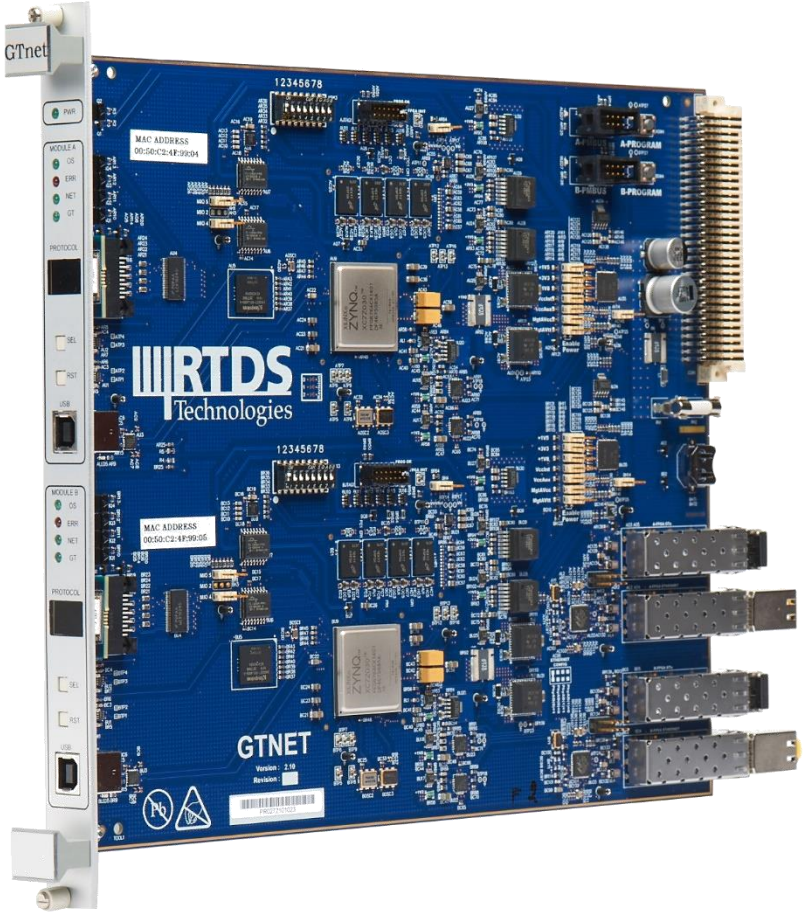
GTDO



Специализированные модули

GTNETx2: модуль сетевых интерфейсов

- Второе поколение модуля GTNET
- Обеспечивает связь с внешними устройствами по сети Ethernet
- Изначально разработан для поддержки протоколов МЭК 61850
- По просьбам клиентов разработана поддержка других коммуникационных протоколов
- Модуль имеет 2 независимо работающие части, каждая из которых поддерживает работу по своему протоколу



Протоколы GTNETx2

IEC 61850

GSE: дискретные сообщения

SV: мгновенные значения

PLAYBACK

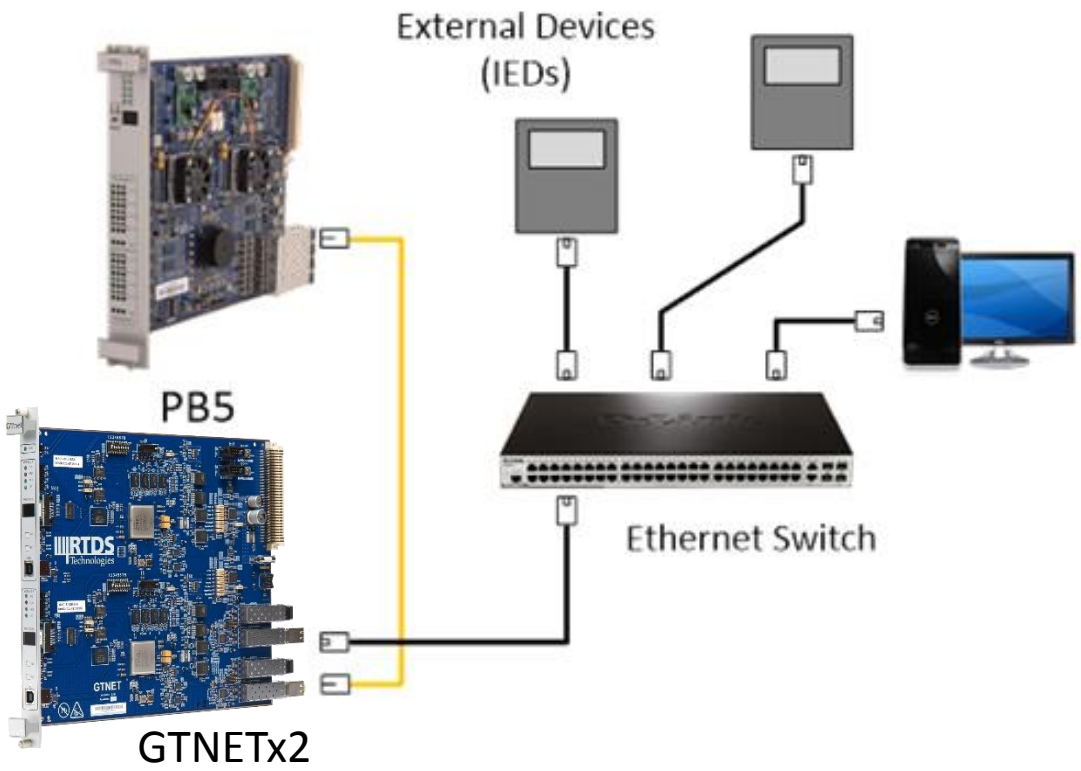
PB: воспроизведение продолжительных файлов данных

SCADA

DNP3 и IEC 60870-5-104

PMU

PMU: IEEE C37.118



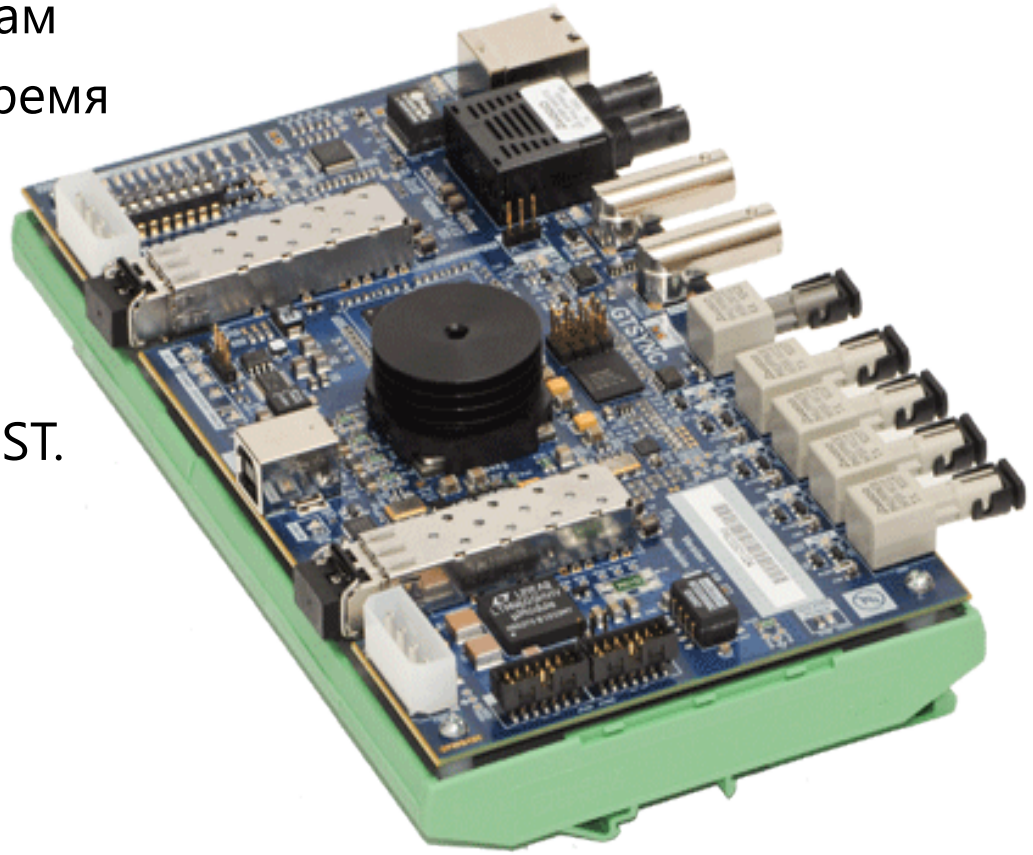
SKT

Новинка GTNETx2 – взаимодействие через TCP/UDP сокеты

Специализированные модули

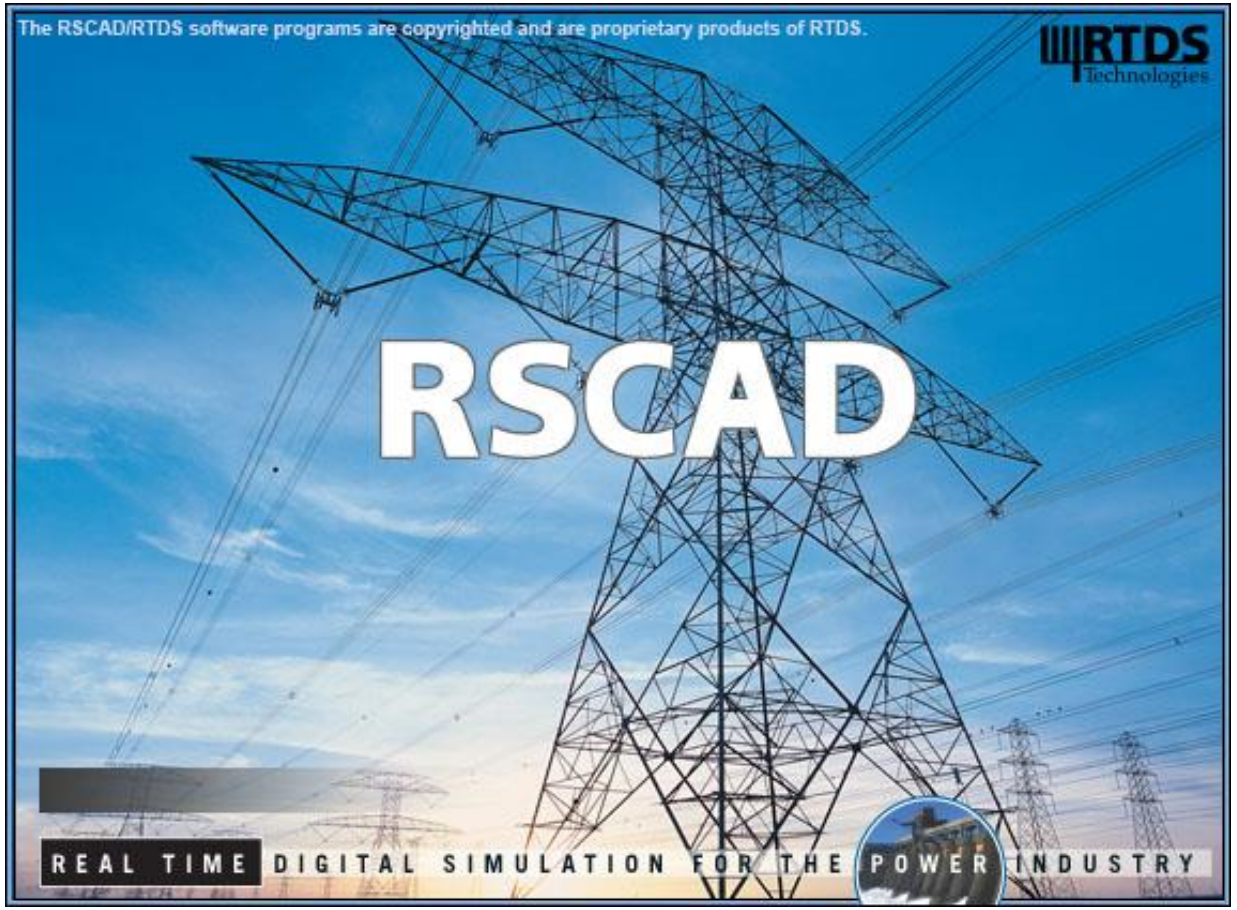
GTSYNC: Модуль синхронизации по сигналам точного времени

- Синхронизация шага расчета RTDS по внешним импульсам (например GPS-часы) и синхронизирует устройства во время испытаний
- Ежесекундный сигнал (1PPS) подключается через коаксиальный разъем BNC или оптический разъем ST
- Сигнал IEEE 1588 подключается через разъемы RJ45 или ST.
- Сигнал IRIG-B подключается через разъемы BNC
- Синхронизация необходима для PMU и IEC 61850-9-2 SV устройств



Программное обеспечение: RSCAD

- Содержит все необходимое для исследования и моделирования
- Не требует никаких дополнительных модулей расширения, для каких-либо аспектов моделирования
- Не содержит модулей сторонних разработчиков
- Техническая поддержка и предоставление лицензии через сайт



Программные модули RSCAD

Файл-менеджер

"Главная страница" RSCAD для управления проектами и их запуску

Редактор схем

Графический редактор для рисования схемы модели и ввода параметров

Виртуальный стенд

Запуск и управление симуляцией, просмотр результатов моделирования.

CBuilder

Создавать собственных компонентов: внешний вид, меню параметров, и алгоритма работы в реальном времени.

MultiPlot

Анализ полученных данных и формирование выводов

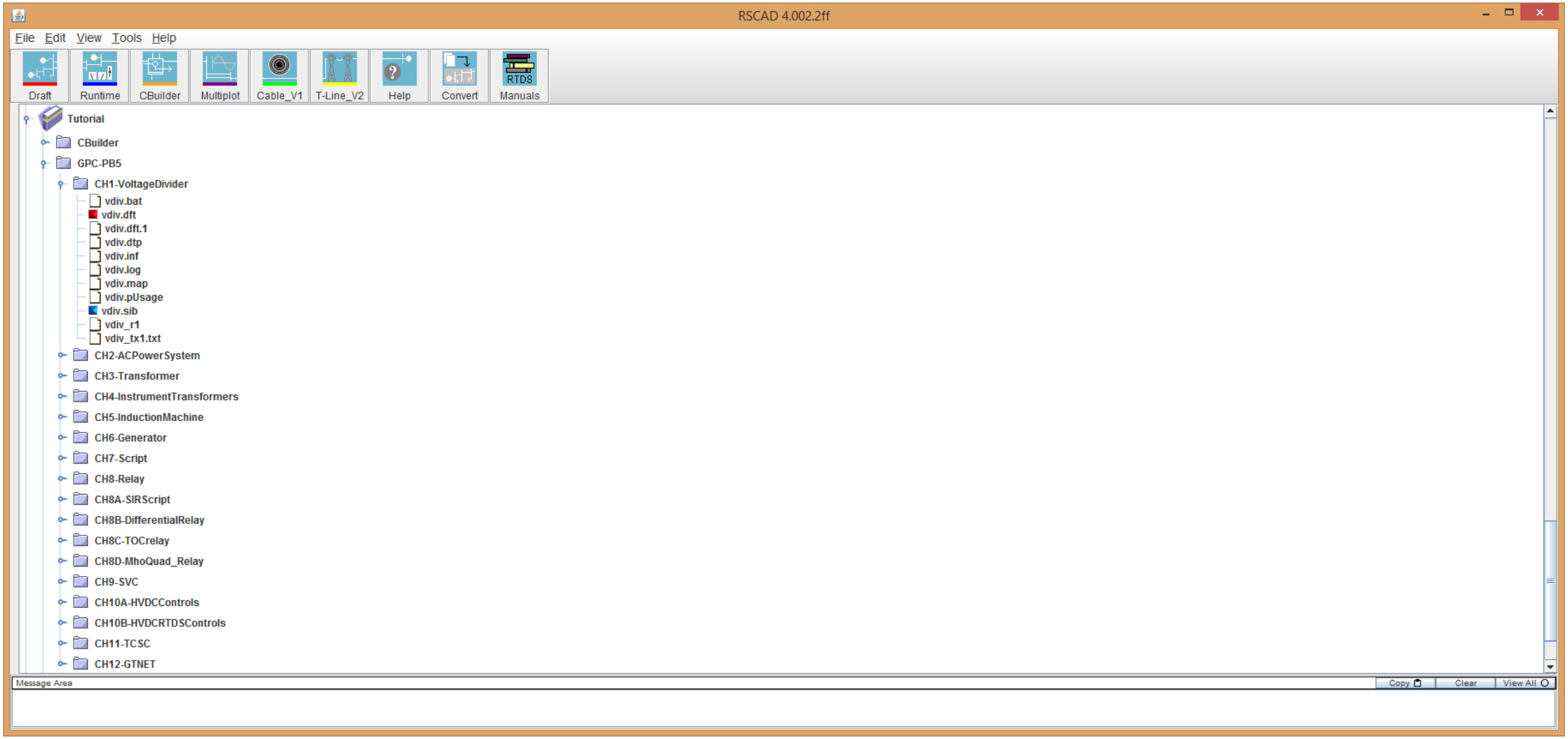
КЛ

Расчет характеристик кабельных линий по физико-геометрическим данным или сопротивлению последовательностей.

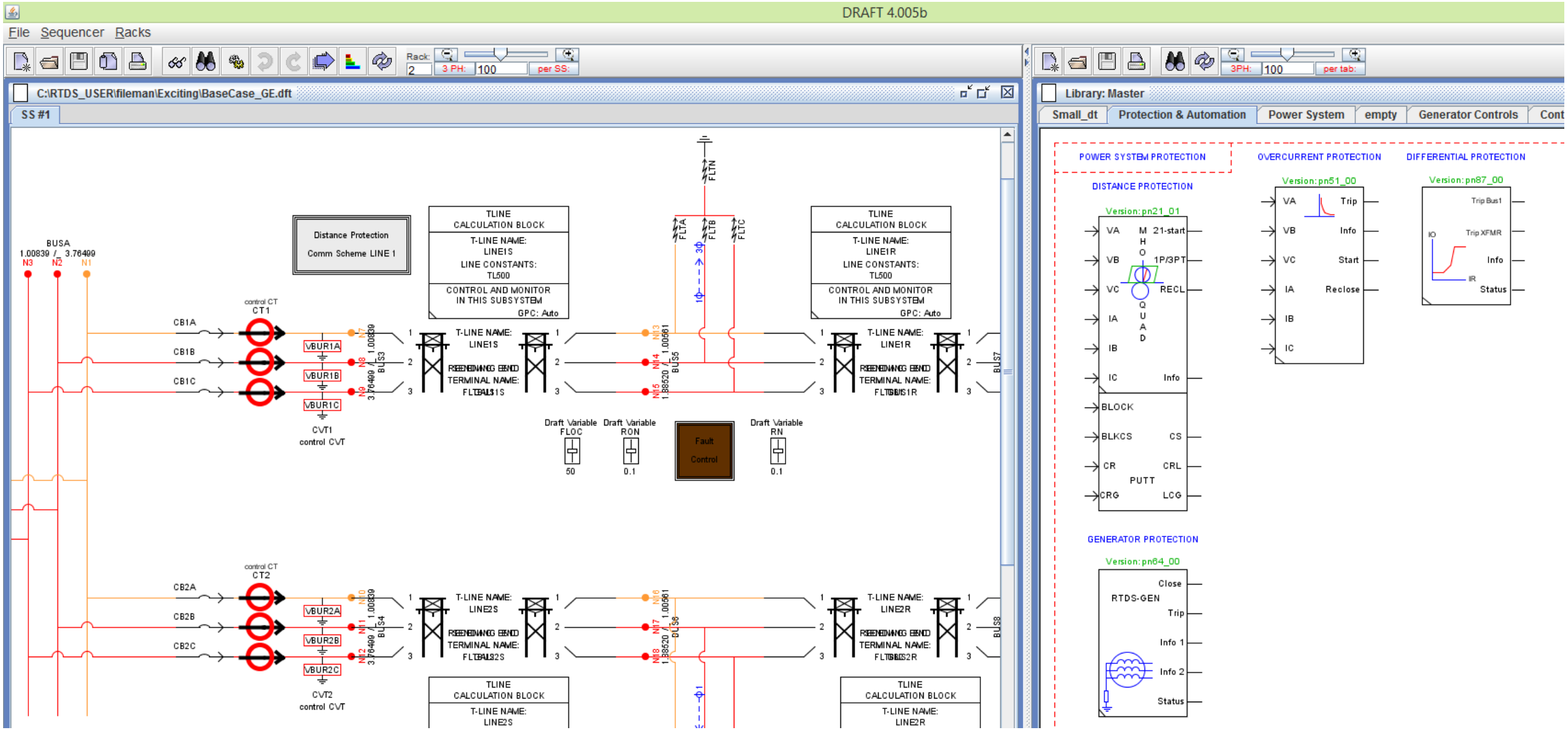
ВЛ

Расчет характеристик воздушных линий по физико-геометрическим данным или сопротивлению последовательностей.

RSCAD. Файл-менеджер

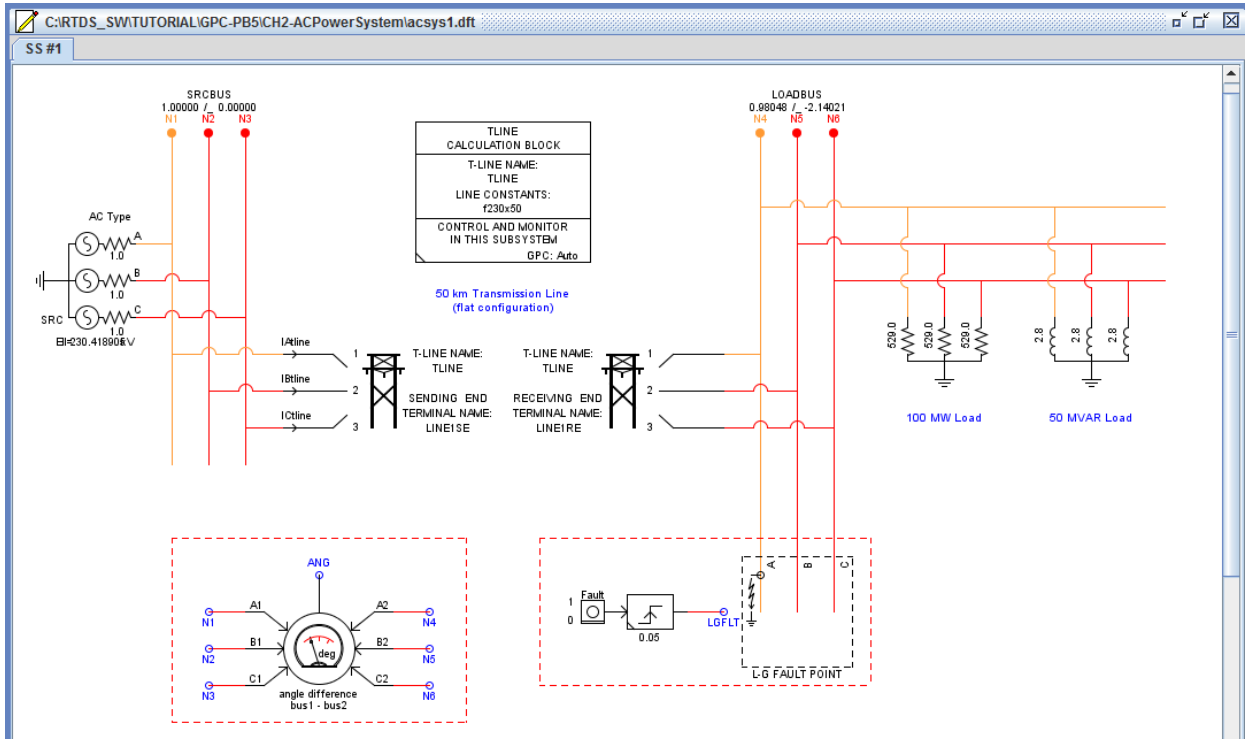


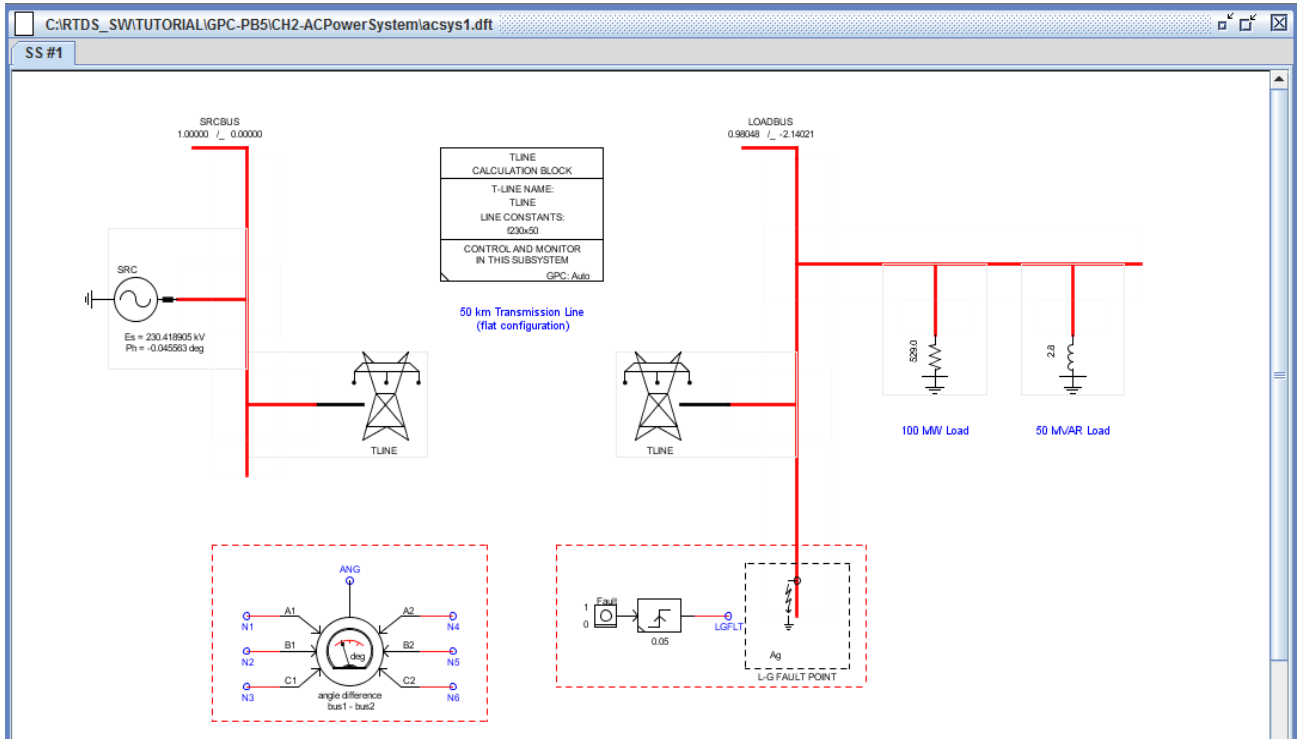
RSCAD. Редактор схем



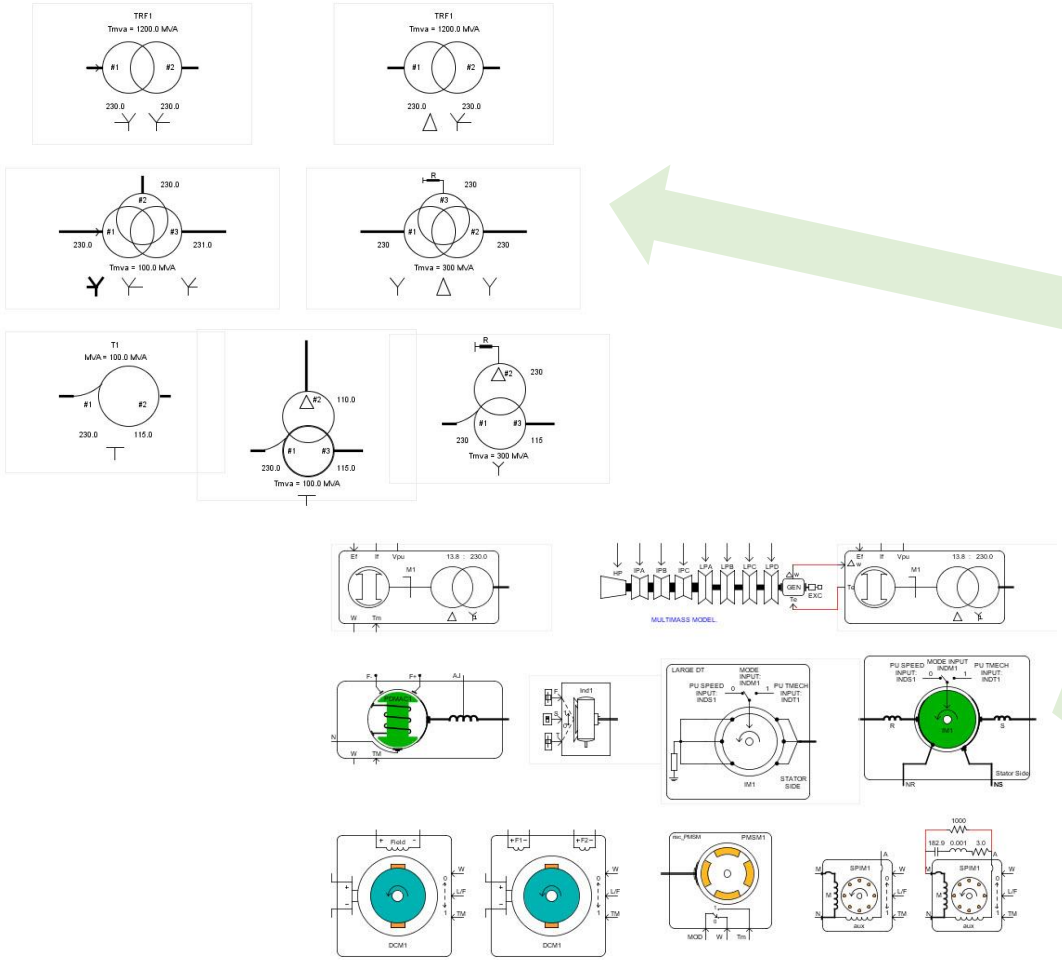
Создание схем в редакторе

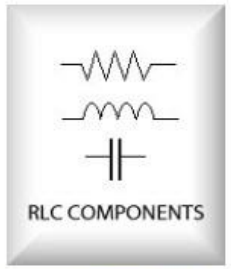
Переключение отображения схемы с трехфазной на однолинейную и обратно

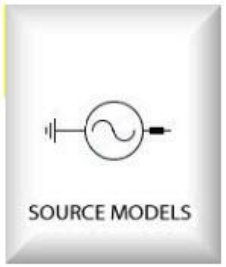


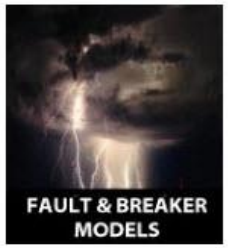


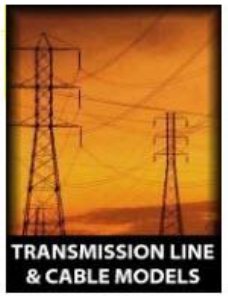
Библиотека компонентов энергосистем



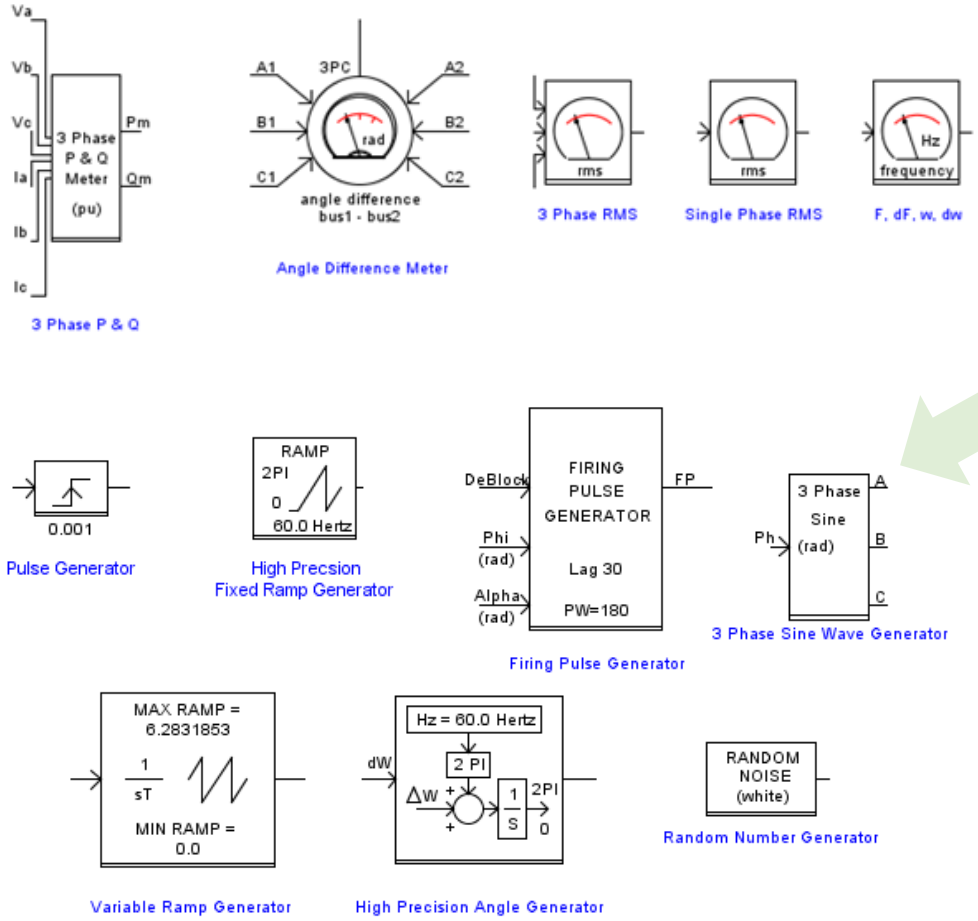


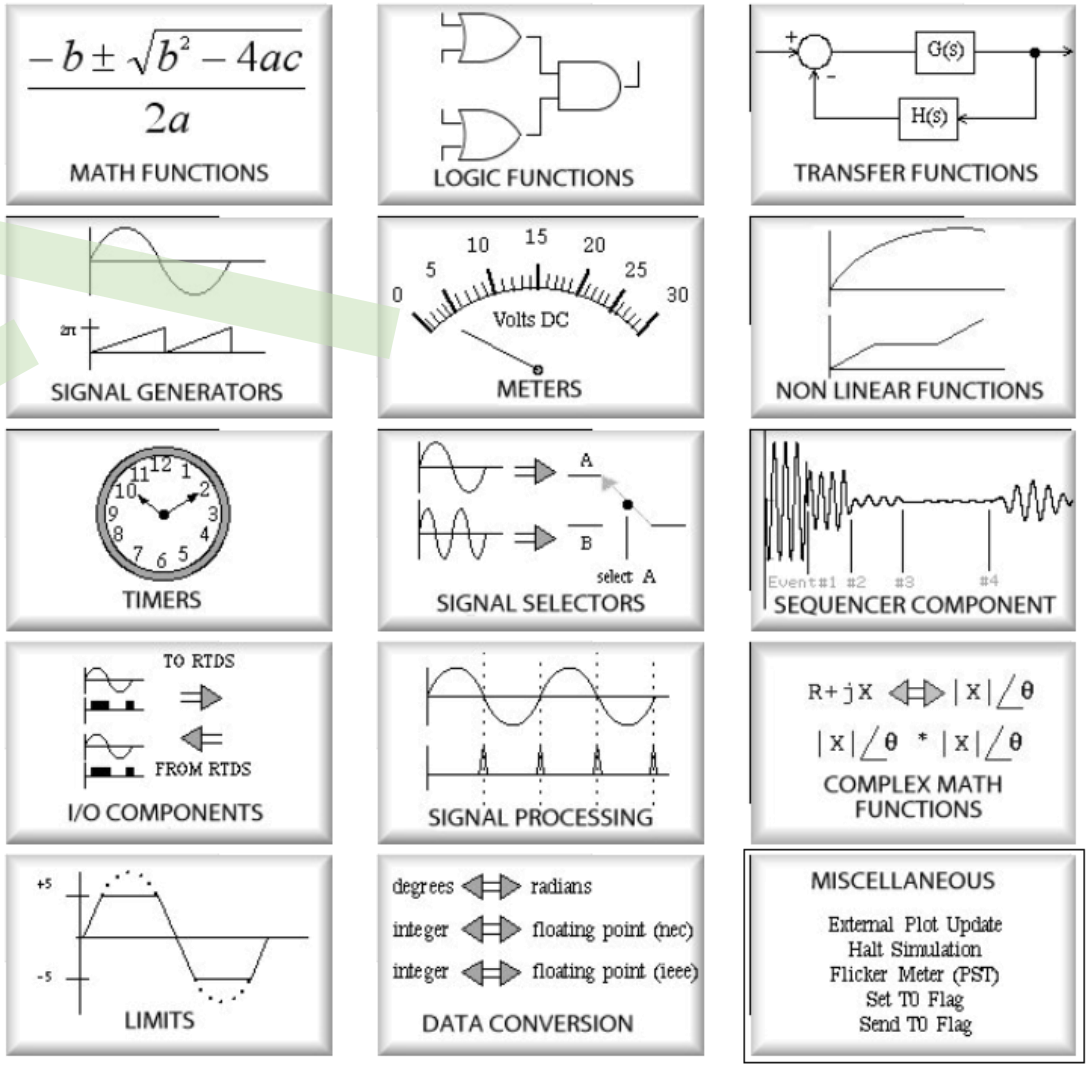




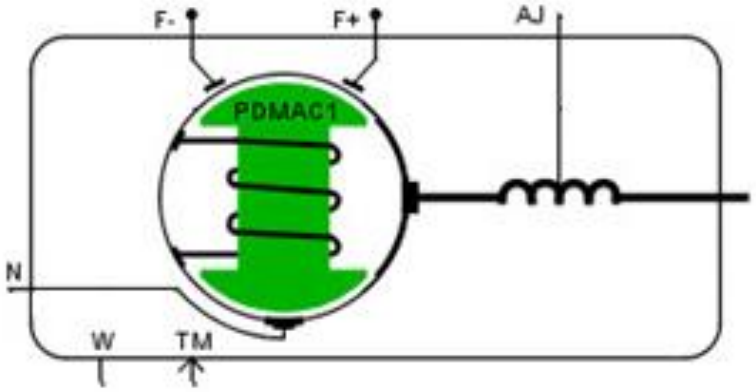


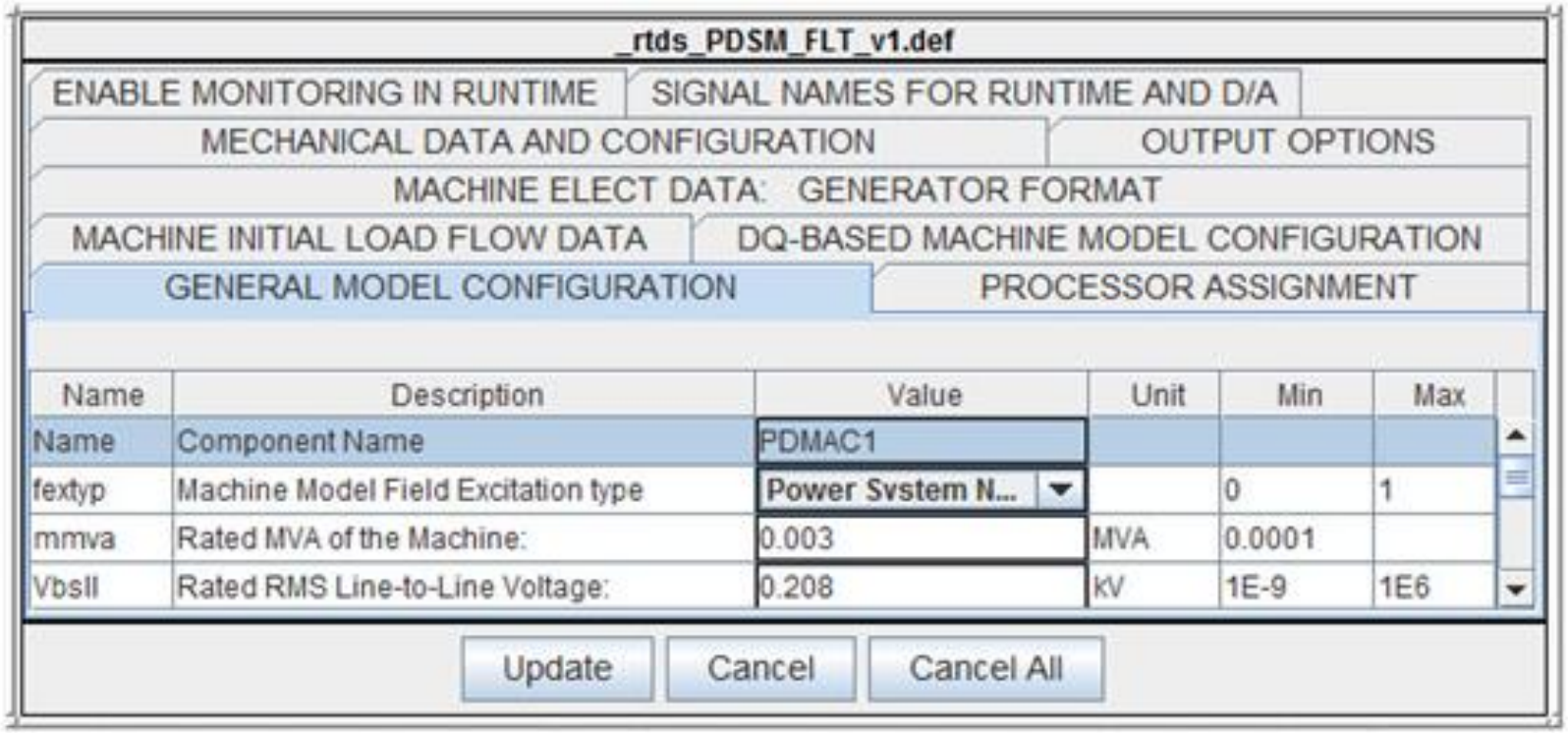
Библиотека систем управления





Ввод параметров компонента





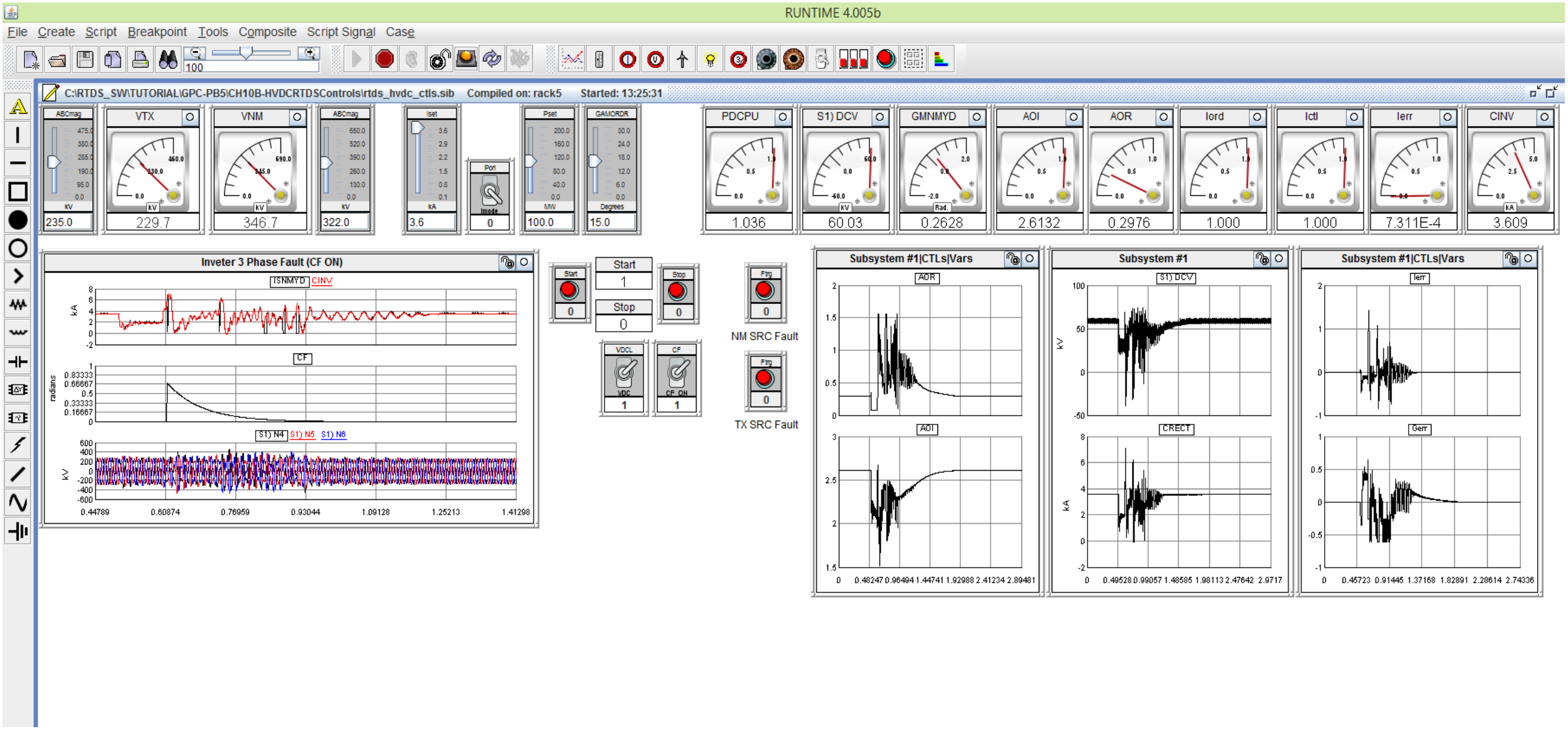
_rtds_PDSM_FLT_v1.def

ENABLE MONITORING IN RUNTIME | SIGNAL NAMES FOR RUNTIME AND D/A
MECHANICAL DATA AND CONFIGURATION | OUTPUT OPTIONS
MACHINE ELECT DATA: GENERATOR FORMAT
MACHINE INITIAL LOAD FLOW DATA | DQ-BASED MACHINE MODEL CONFIGURATION
GENERAL MODEL CONFIGURATION | PROCESSOR ASSIGNMENT

Name	Description	Value	Unit	Min	Max
Name	Component Name	PDMAC1			
fextyp	Machine Model Field Excitation type	Power System N...		0	1
mmva	Rated MVA of the Machine:	0.003	MVA	0.0001	
VbsII	Rated RMS Line-to-Line Voltage:	0.208	kV	1E-9	1E6

Update | Cancel | Cancel All

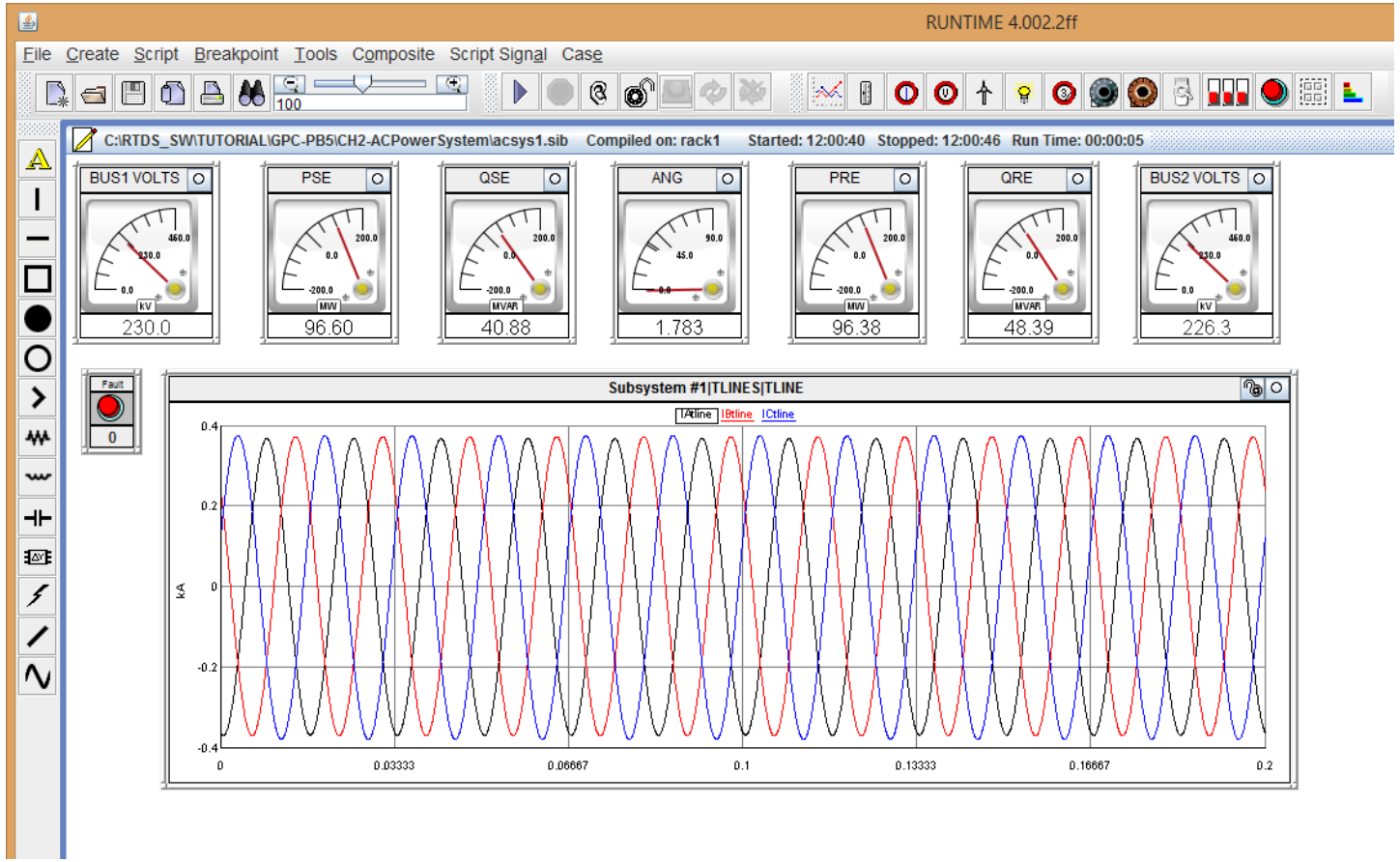
RSCAD. Виртуальный стенд



Выполнение симуляции

Производительность RTDS позволяет управлять моделируемой системой в реальном времени:

- управление симуляцией
- мониторинг за системой
- выгрузка данных
- ручной и автоматический режимы



Автоматизации моделирования

Файл сценария - эффективный инструмент для автоматизации моделирования

- С-образный язык программирования
- адаптация за счет операторов **if**, **for**, **while**
- пользовательские подпрограммы
- пользовательский формат для отчетов
- автоматическая печать графиков

EditPad Pro - [C:\RTDS_USER\fileman\Cyprian\Protection\IEC 60255-121\6.3 Dynamic Performance\6.3.2 SIR\6.3.2.2 Short Line\6.3.2....

File Edit Project Search Block Mark Fold Tools Macros Extra Convert Options View Help

6.3.2.2 - 50Hz_script.scr

```
        // #2 - set Fault location
        for (int floc=0; floc<7; floc++)
        {
                Stop;   // Stop the simulation
                setfaultlocation();
                Start;  // Start the simulation
                MasterPlotLockState = 1;
                SUSPEND 2.0;
                // #3 - set the fault type
                for (int ftype=0; ftype<4; ftype++)
                {
                        setfaultType();
                        // #4 - set POW fault inception point and faulting 4 times
                        for (int ipow=0; ipow<4; ipow++)
                        {
                                setPOW();
                                itc++;
                                itc++;
                                itc++;
                                itc++;
                                fprintf(stdmsg, "SIR: %s\tRelay Test Case Number: %d\tFault Type set to: %s\tFault
                                // #5 - fault 4 times in a row
                                applyfault();
                                SUSPEND 1;
                                applyfault();
                                SUSPEND 1;
                                applyfault();
                                SUSPEND 1;
                                applyfault();
                                SUSPEND 1;
                        }
                        getfaultdata();
                        fprintf(fname, "%s%s%s%s%s%s%s%f%s%f%s%f%s%d%s",SIRr[sir],delim,itoa(itc-15)::" to "::itc
                        fprintf(fname, "\n");
                        iop = 0;
                }
        }
        MasterPlotLockState = 0;
        plotresults();
        MasterPlotLockState = 1;
}
```

165: 43 Insert 11698

RSCAD. Модуль ВЛ - TLINE

TLine Version 2.0 (2014) 4.002.2ff

File Edit View Windows Help

C:\RTDS_USER\fileman\TRAINING\ACSYS\tline.tlb

Compile TLine To See Plot Data.

Check to see if any errors were issued from the compile.

Units:

Line Options

Line Name (TLI): tline

Line Name (Draft):

Model: Bergeron (Physical Data Entry)

Units: Metric

Line Information

Line Length (km): 100.0

Ground Resistivity (Ω-m): 100.0

Frequency Data

Low Frequency (Hz): 60.0

Tower & Right of Way Data | Conductor Data | Ground Wires

Data

Tower Preview	Tower #1 : Manual		
Circuit Info	Circuit 1		
Transposition	Transpose Circuit		
Conductor Bundle	C. Bundle #1	C. Bundle #2	C. Bundle #3
Conductor Name	Chukar		
Sub-Conductor Radius (cm)	2.03454		
DC Resistance per Sub-Conductor (Ω/km)	0.03206		
Shunt Conductance (mho/m)	1.0e-11		
No. Sub-Conductors per Bundle	2		
Bundle Configuration	Symmetrical		
Sub-Conductor Spacing (cm)	45.72		
Horizontal Distance (X) (m)	-10.0	0.0	10.0
Conductor Height at Tower (Y) (m)	30.0	30.0	30.0
Sag at Mid-span (m)	10.0		

Conductor Bundle - Tower:1/Circuit:1

Spacing: 45.72 (cm)
GMR: 9.6446 (cm)
Bundle Radius: 22.86 (cm)

Sag Preview - Tower:1/Circuit:1

Ground Sag: 10.0 (m)
Conductor Sag: 10.0 (m)
35.0 (m)

Copy Bundle

Source Bundle: 1 Copy ▶

Copy X Data
Copy Y Data

Destination Bundles: 1 4 7 10 / 2 5 8 11 / 3 6 9 12

Tower Preview - Tower:1

Show Measurements

GW1 GW2
C1 C2 C3
Tower #1
0.0 m

RSCAD: Модуль КЛ - CABLE

Cable Version 2.0 (2011) 4.002.2ff

File Edit View Help

Unsaved Cable

Compile Cable To See Plot Data.

Check to see if any errors were issued from the compile.

Units:

Cable Options

Cable Name (CLI): cable1

Cable Name (Draft): cable1

Model: Bergeron (Physical Data Entry)

Pipe Type Cable: No

Frequency Data

Frequency (Hz): 1.0

High Frequency (Hz): 1000000.0

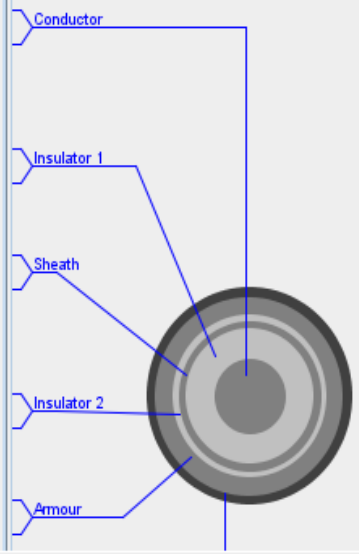
Frequency to Calculate Ti(Hz): 2000.0

Cable Options

Cable Data

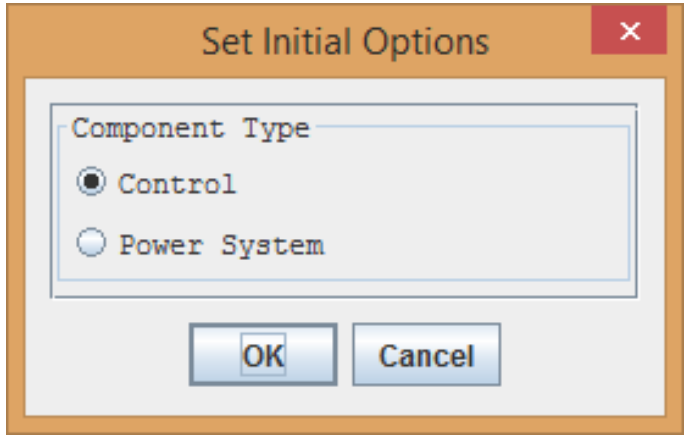
			Preview All Cables In Popup	Preview Cables 1 - 3		
			Preview All Cables	Preview Cable 1	Preview Cable 2	Preview Cable 3
General		Trefoil Group		☐ Trefoil Cables 1-3 Angle Position:		
		XLPE Cable Type		No	No	No
	LL	Last Layer		Insulator 3	Insulator 3	Insulator 3
	Xi	X-Coordinate	(m)	-1.0	0.0	1.0
	Yi	Y-Coordinate (negative distance in ground)	(m)	-1.0	-1.0	-1.0
Conductor	r1	Inner Radius	(mm)	0.0	0.0	0.0
	r2	Outer Radius	(mm)	22.0	22.0	22.0
	ρc	Resistivity	(Ω-m)	1.68e-8	1.68e-8	1.68e-8
	μc	Relative Permeability		1.0	1.0	1.0
		Transposed		No	No	No
Insulator 1	r3	Outer Radius	(mm)	39.5	39.5	39.5
	ε1	Relative Permittivity		4.1	4.1	4.1
	μ1	Relative Permeability		1.0	1.0	1.0
Sheath	r4	Outer Radius	(mm)	44.0	44.0	44.0
	ρs	Resistivity	(Ω-m)	2.2e-7	2.2e-7	2.2e-7
	μs	Relative Permeability		1.0	1.0	1.0
	⏚	Grounded / Crossbonded		No	No	No
Insulator 2	r5	Outer Radius	(mm)	47.5	47.5	47.5
	ε2	Relative Permittivity		2.3	2.3	2.3
	μ2	Relative Permeability		1.0	1.0	1.0
	r6	Outer Radius	(mm)	58.3	58.3	58.3

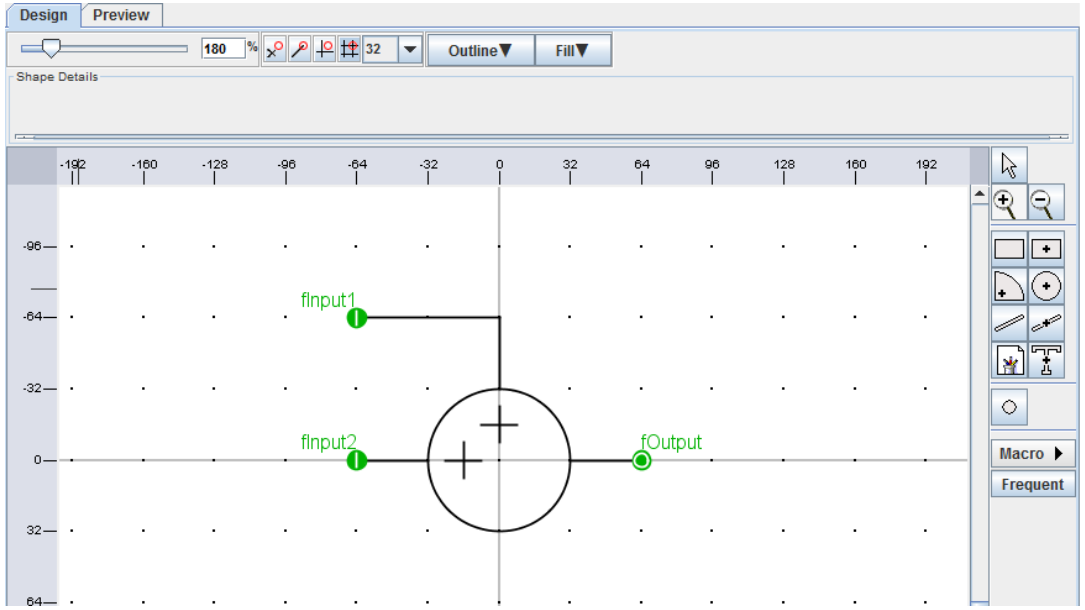
Preview Cable 1



Редактор компонентов (CBUILDER)

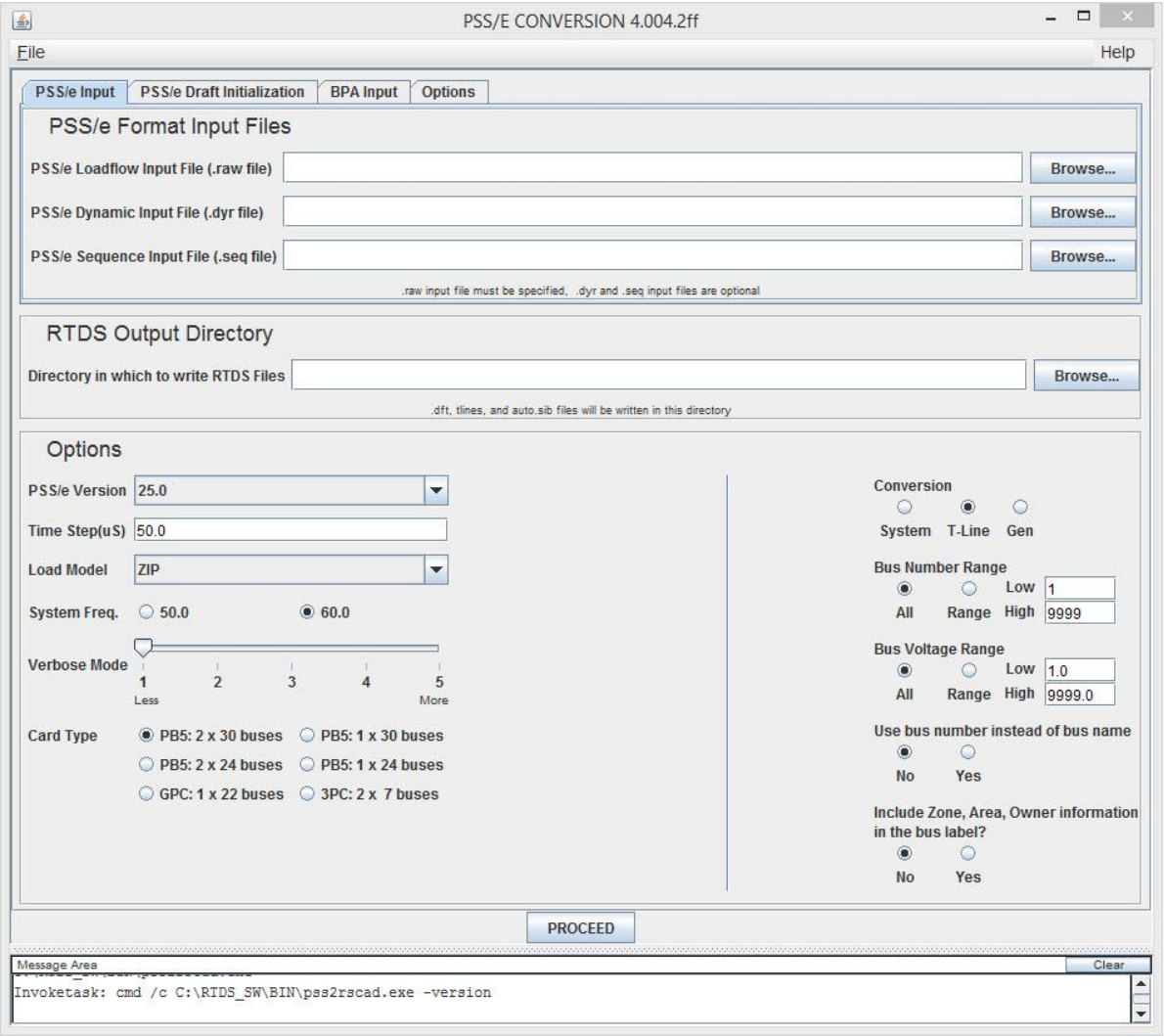
- Позволяет пользователям создавать собственные модели компонентов
- Пользовательские компоненты работают в реальном времени с другими библиотечными компонентами
- CBuilder поддерживается процессорными модулями PB5 / GPC





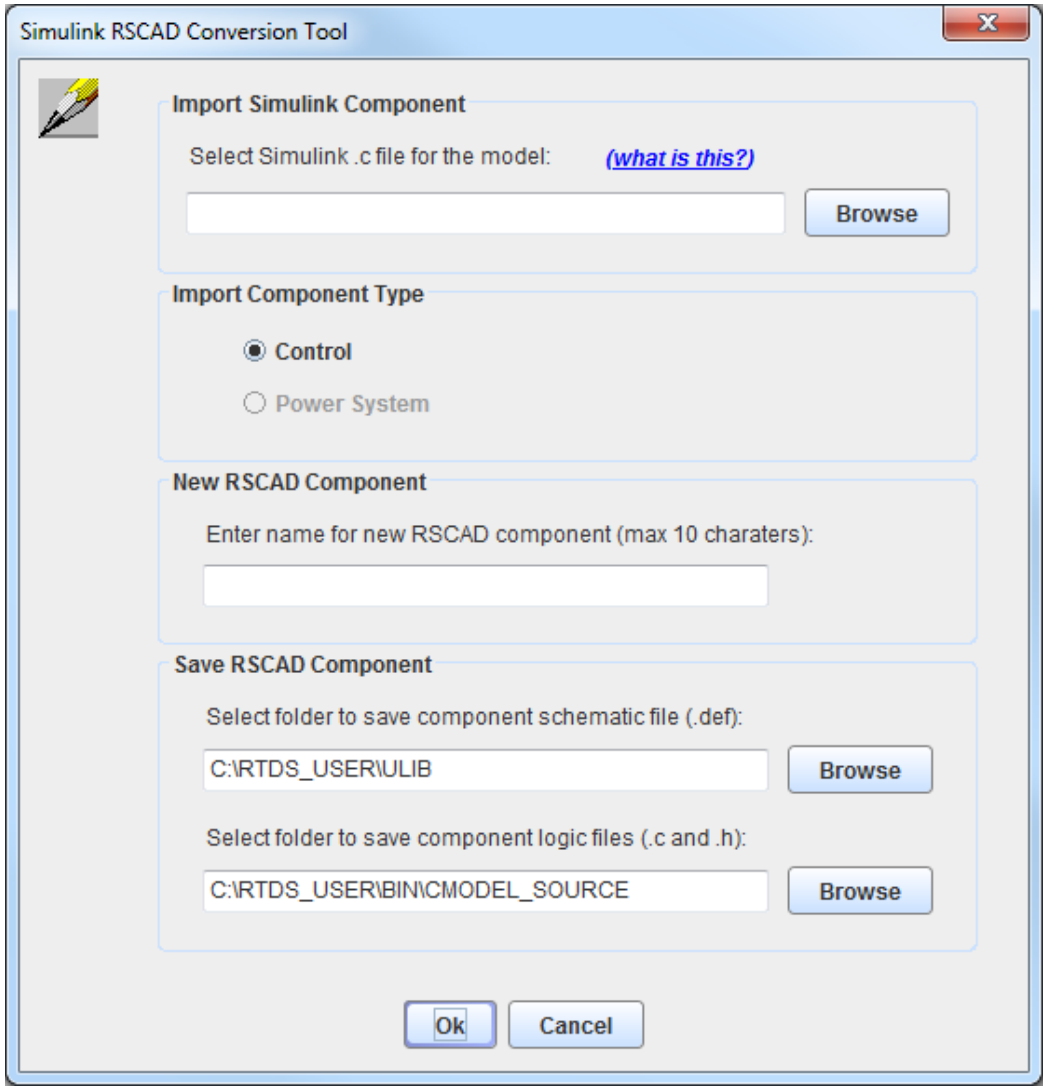
Конвертор из PSS/e в RSCAD

- Преобразует ***.raw**, ***.dyr** и ***.seq** данные в схему RSCAD - Draft
- Многолетнее развитие этого конвертора
- Возможно преобразование по фрагментам

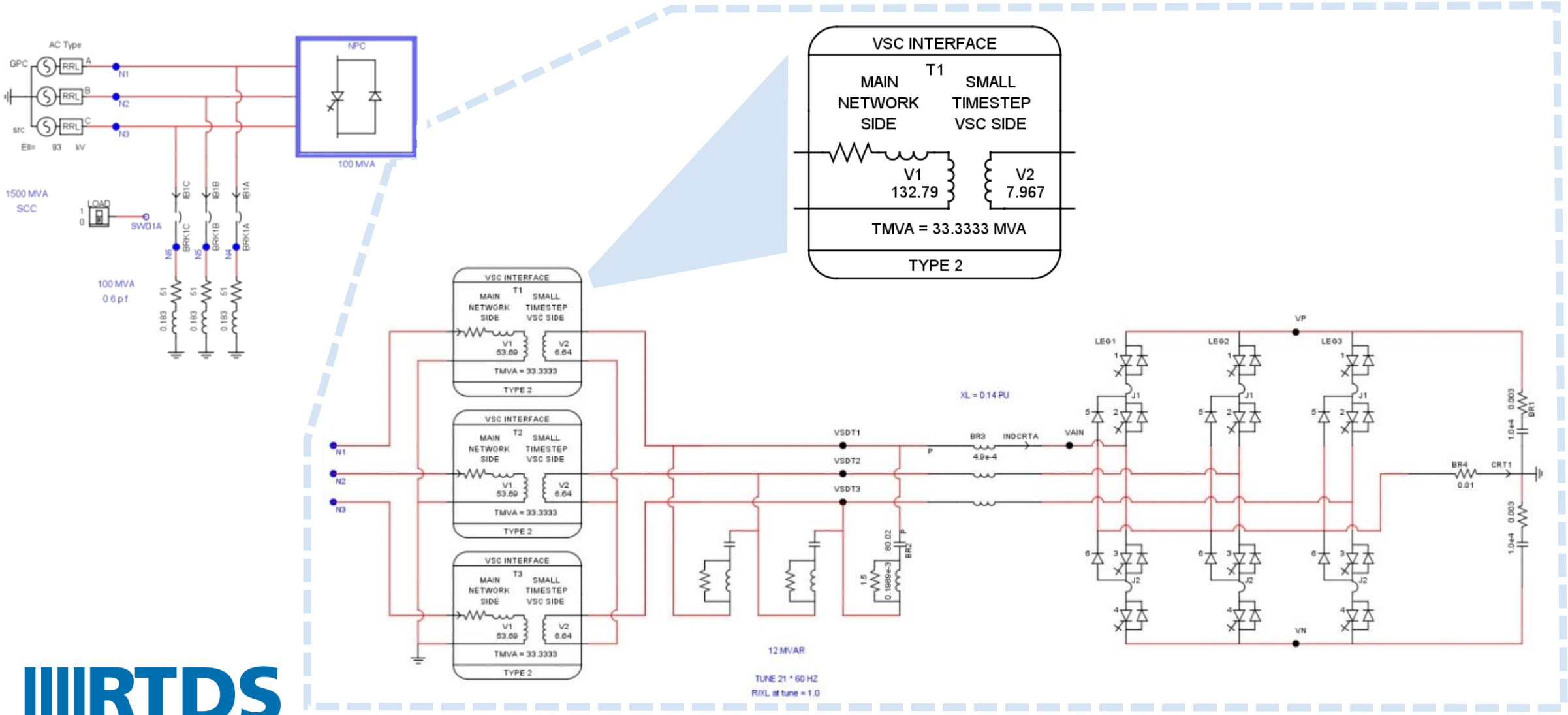


Конвертор MATLAB/Simulink в RSCAD

- Только для систем управления
- Код на языке C генерируется в MATLAB/Simulink Embedded Coder
- Импорт осуществляется через CBUILDER



Модели с малым шагом рассчета



Ультрасовременные применения

Активная позиция в отрасли

cigré

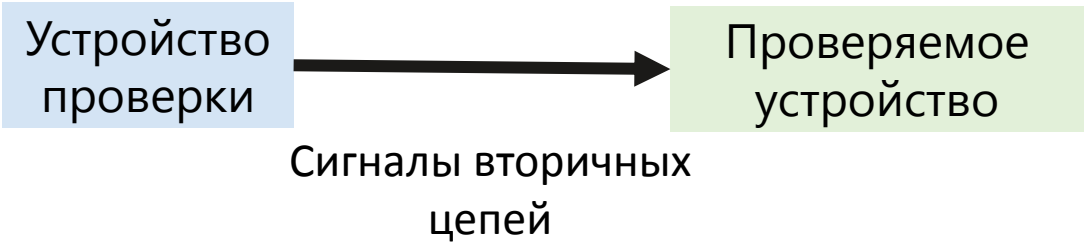
IEEE PES Power & Energy Society®

UCA International Users Group

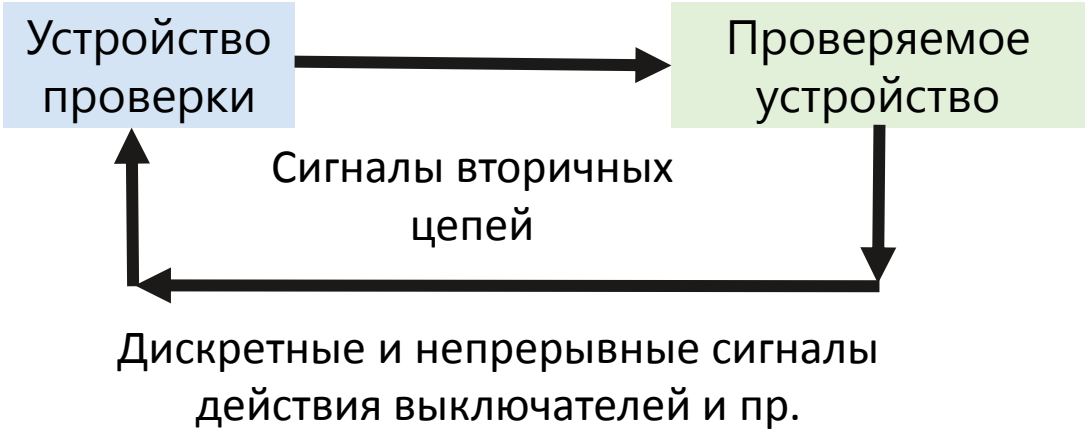
NASPI North American SynchroPhasor Initiative

Преимущества тестирования на RTDS

Традиционная схема проверки РЗА



Замкнутая схема проверки РЗА на RTDS



Методы проверки релейной защиты

Имитационные испытания

- Не используются сигналы реальных энергосистем
- Используются синтезированные сигналы которые отличаются от сигналов при реальных авариях

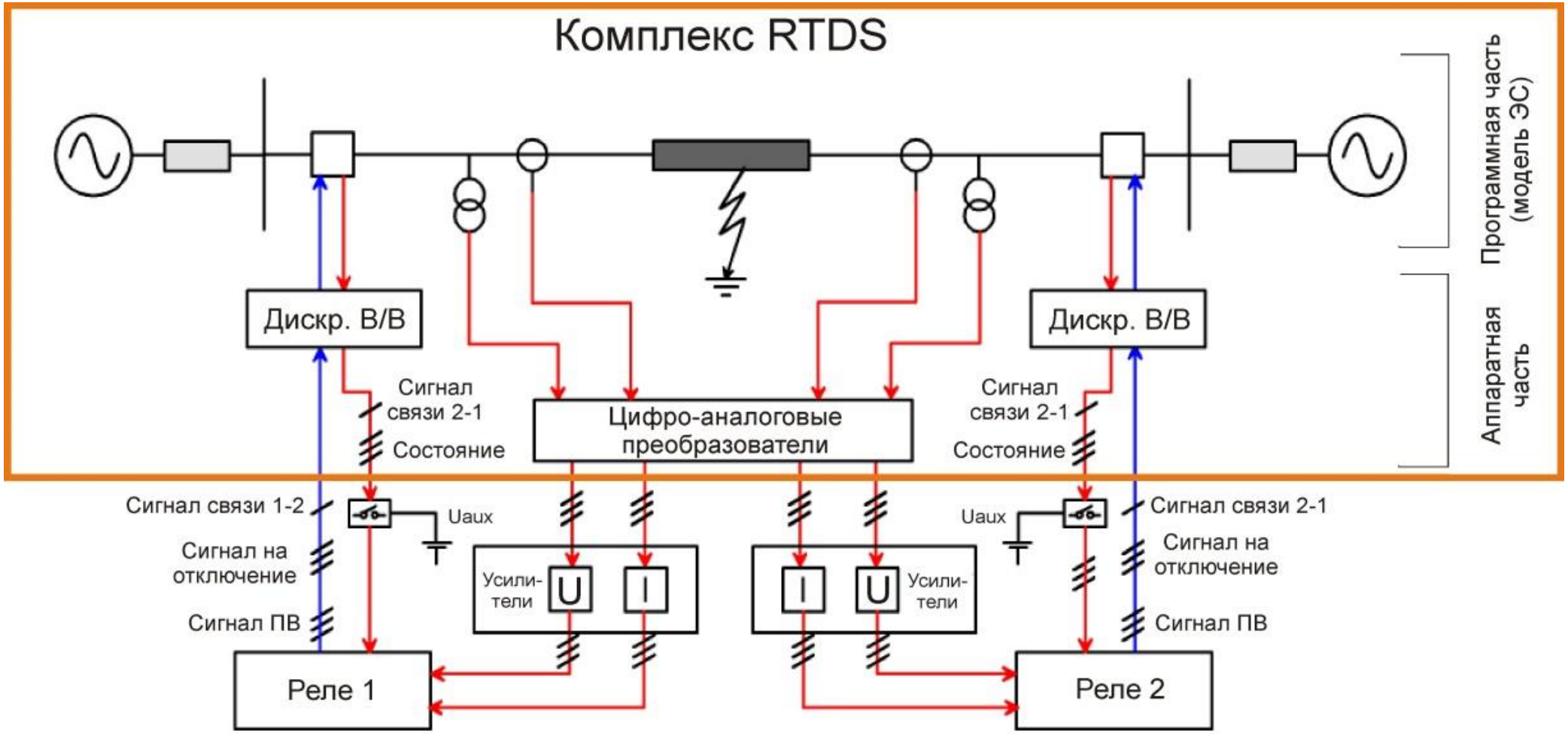
Испытания по осциллограммам

- Используется записи с регистраторов аварийных процессов или смоделированные сигналы
- Сигналы действительны только до момента срабатывания защиты
- Можно проверить только одно реле

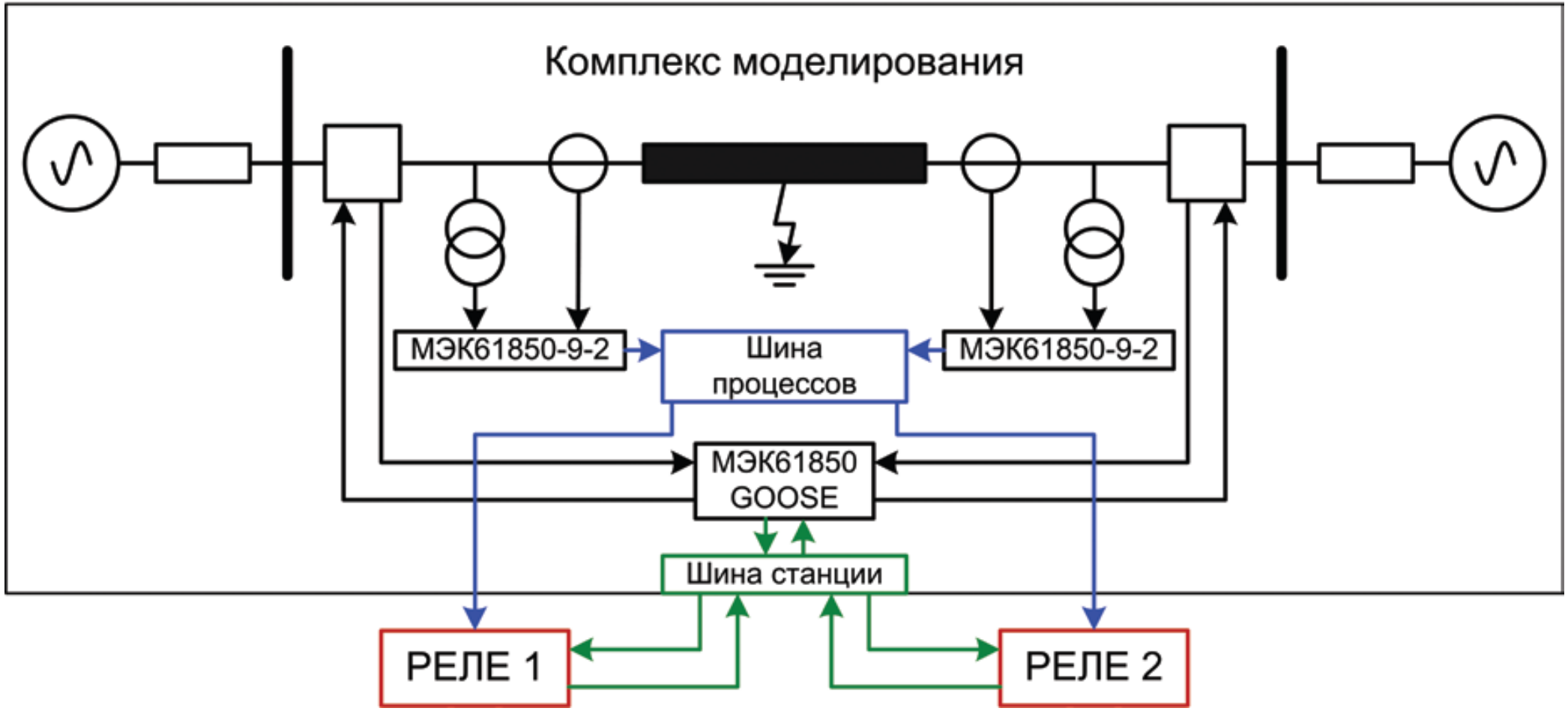
Испытания по замкнутой схеме

- Требуется симулятор реального времени для формирования сигналов близких к сигналам энергосистемы
- Обратные связи обеспечивают полное взаимодействие проверяемого реле с моделируемой энергосистемой
- Проверяться одновременно несколько устройств РЗА и их схема взаимных соединений

Интерфейс аналоговых сигналов

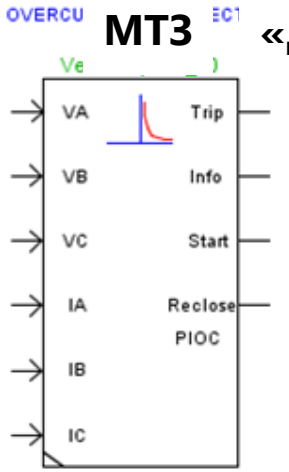


Интерфейс по протоколу МЭК 61850

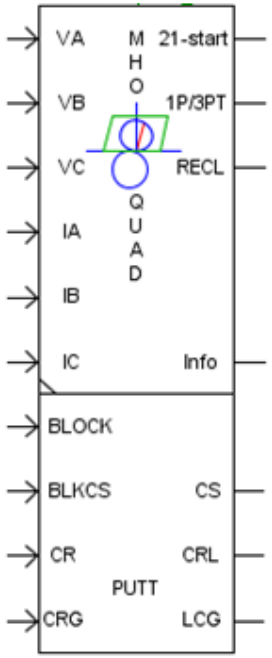


Библиотека РЗ и А

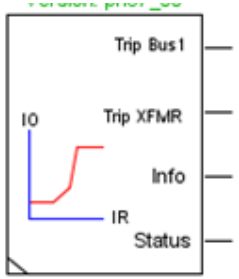
МТЗ



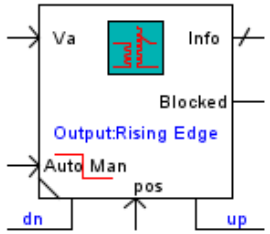
«Дистанционка»

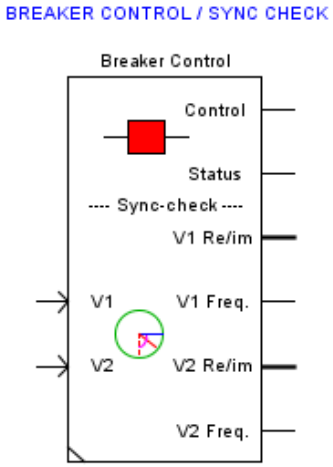


Дифзащита



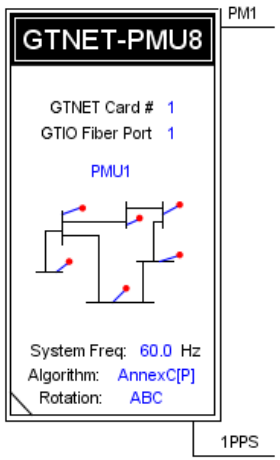
Управление РПН



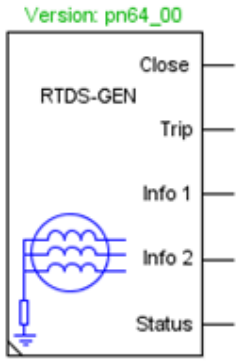


Синхронное включение выключателя

PMU



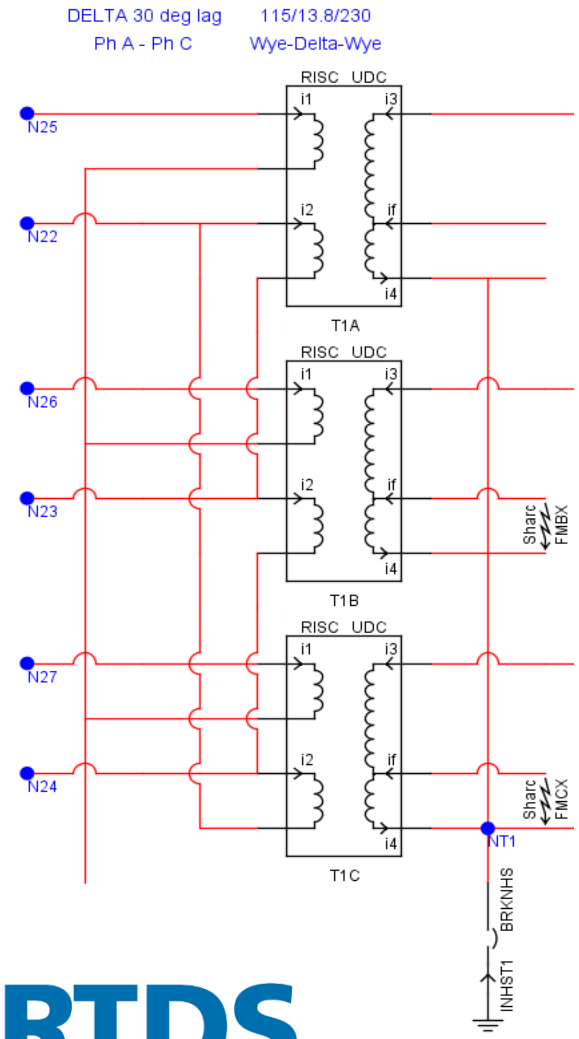
Синфазный измеритель по стандарту IEEE C37.118

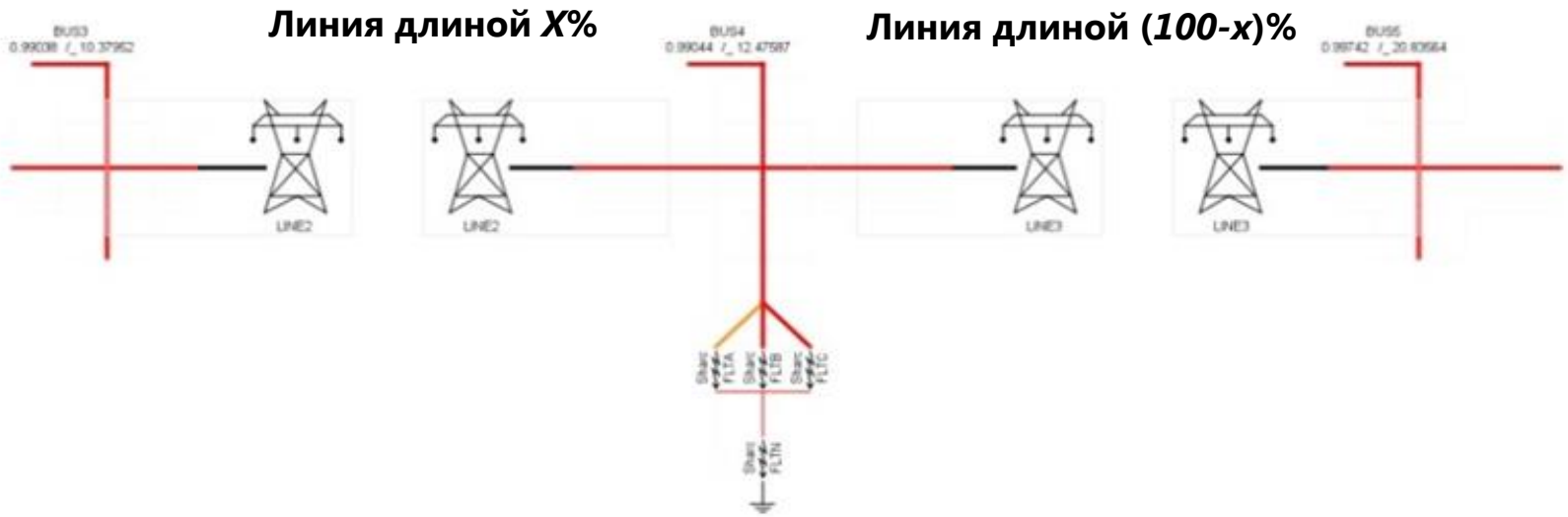


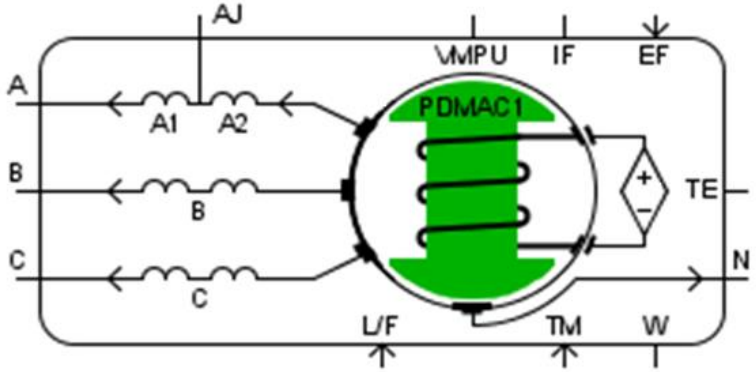
Защита генератора

Удовлетворяя потребности клиентов мы постоянно обновляем библиотеки компонентов

Специальные модели для проверки РЗА

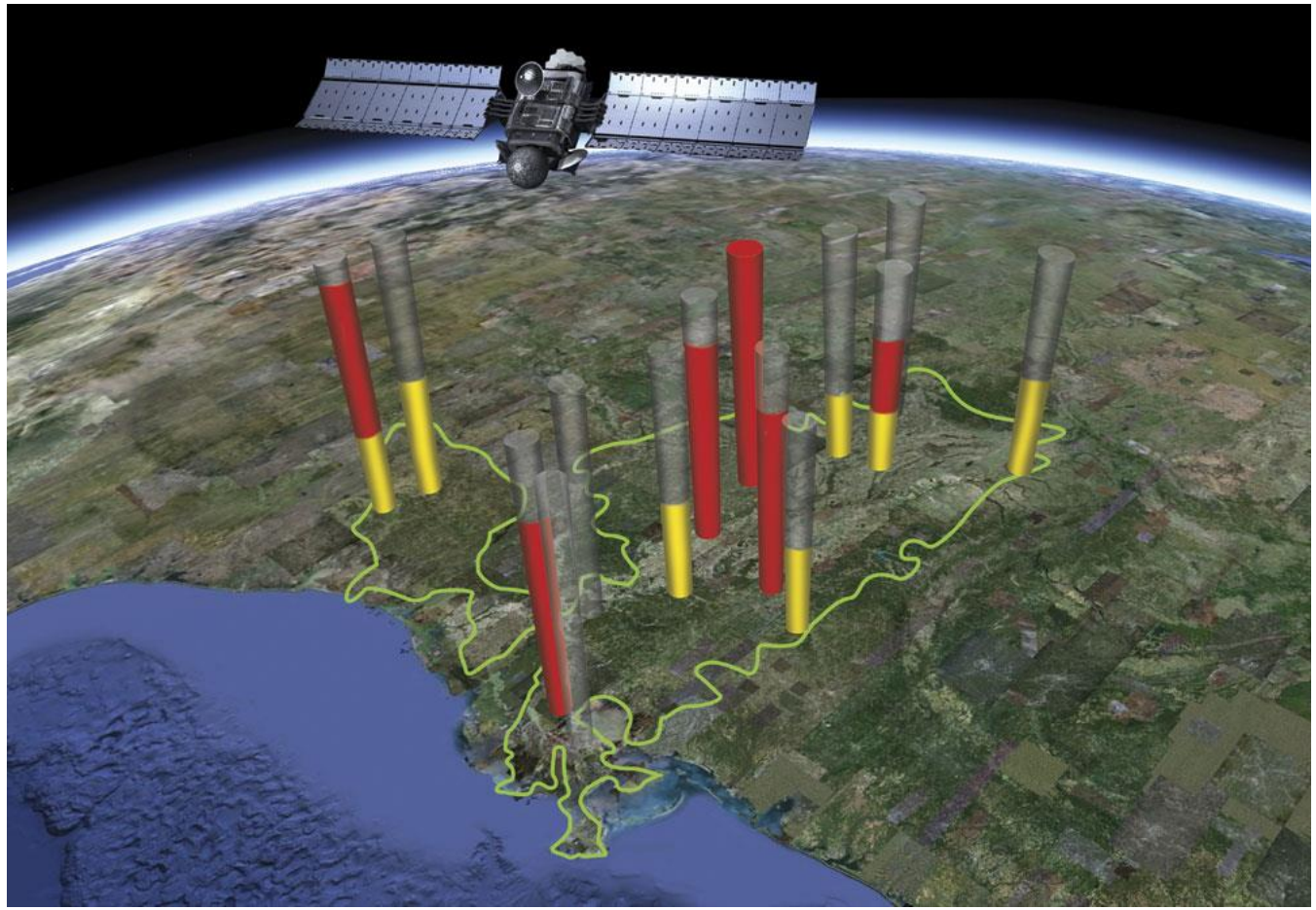






Системы глобальной РЗ и А

- Возлагаются большие надежды на глобальные системы защиты
- Особое внимание уделяется на взаимодействия отдельных энергорайонов
- Коslпекс распределенных синфазных измерений может предоставлять глобальную информацию для центра управления



Системы глобальной РЗ и А

Синхронизация по GPS

- Общее опорное время для анализа результатов
- Проверки статической и динамической устойчивости

Модуль GTSYNC

- Ввод сигналов 1PPS, IRIG-B и IEEE 1588

Протокол IEEE C37.118

- PMU протокол для GTNET

Системы глобальной РЗ и А

Проекты в мире с использованием симулятора RTDS

DTU - SOSPO project (Secure Operation of Sustainable Power Systems – надежное управление сбалансированными энергосистемами)

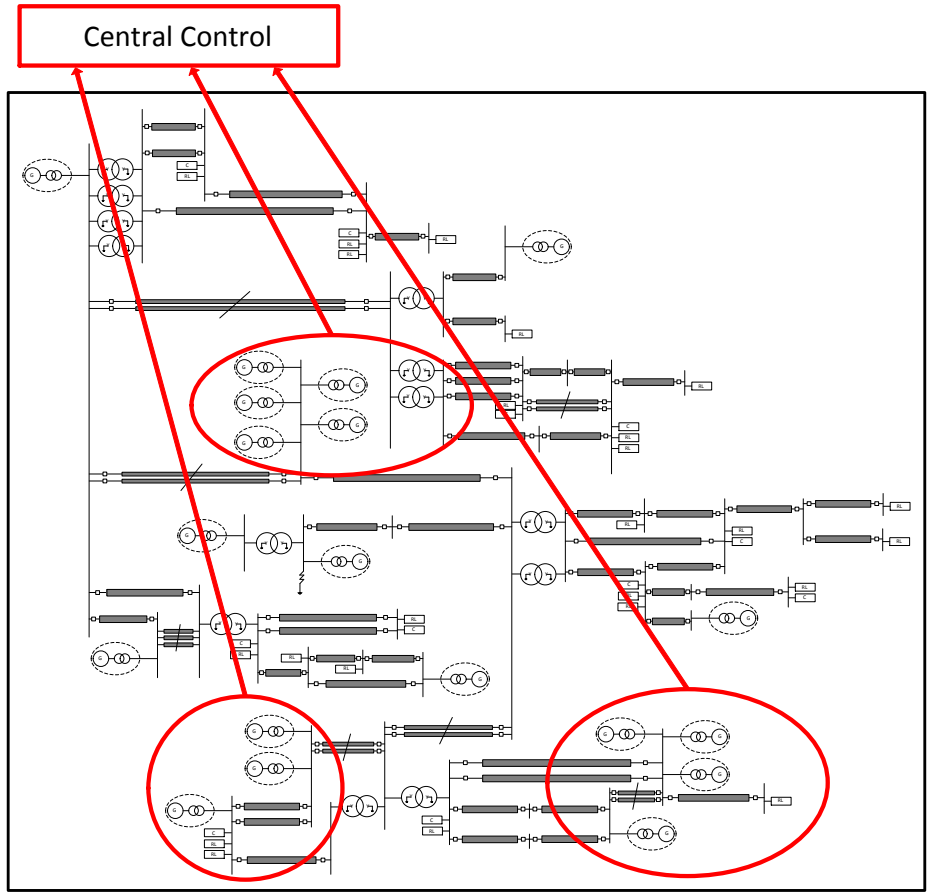
SCE - C-RAS project (centralized - remedial action schemes централизованные схемы противодействия)

PG&E – Обоснование концепции синфазных измерителей

Системы глобальной РЗ и А

Применение в компании «SCE»

- Проект C-RAS
- Изучение PMU
- 58 модулей GTNET



SOUTHERN CALIFORNIA EDISON
An EDISON INTERNATIONAL Company

Системы глобальной РЗ и А

Применение в компании «DTU»

- Проект SOSPO
- Тестовая модель «Nordic 32» (60 шин)
- Более 170 потоков PMU
- Оценка в реальном времени безопасности и стабильности энергосистемы

Проверка систем регулирования

- Только жесткое реальное время позволяет взаимодействовать с внешним оборудованием
- Большое количество входов/выходов
- Возможность исследования больших систем управления
- Высокая точность и разрешающая способность по времени
- Стабильность при длительном моделирование
- Постоянное взаимодействие с пользователем в процессе моделирования и обмен данными.

Примеры систем управления

HVDC (Высоковольтные вставки и линии постоянного тока)

- Тиристорные схемы с улучшенным алгоритмом симуляции поджига
- Схемы двух, трех и многоуровневых (MMC) преобразователей напряжения (VSC) моделируются с малым шагом расчета

STATCOM (Статические синхронные компенсаторы)

- Схемы двух-, трех- и многоуровневых (MMC) преобразователей напряжения (VSC) моделируются с малым шагом расчета

TCSC (Thyristor Controlled Series Compensation)

Последовательные тиристорные компенсаторы

Generator (Exciter, Governor, PSS)

АРВ, АРЧВ и система стабилизация с сетью

SVC (Static Var Compensator)

Статические компенсаторы реактивной мощности

HVDC

- Изначально симулятор RTDS разрабатывался для моделирования HVDC
- Используется всеми производителями HVDC для приемо-сдаточных испытаниях продукции на базе LCC или VSC/MMC схем
- Многие сетевые компании приобрели дубли систем управления HVDC и симуляторы RTDS для обслуживания своих сетей.

Копия СУ HVDC и симулятор

- Furnas (Бразилия)
- TNB (Малайзия)
- CSG (КНР)
- SEPC (КНР)
- ESKOM (ЮАР)
- SEC (Саудовская Аравия)
- Power Grid (Индия)
- Powerlink (Австралия)
- Transpower (Новая Зеландия)
- NamPower (Намибия)
- ONS (Бразилия)
- RTE (Франция)
- DEWA (ОАЭ)
- BPA (США)
- Manitoba Hydro (Канада)
- REE (Испания)
- Scottish and Southern Energy (Англия)
- Zhejiang EPRI (КНР)

«Умные» сети и распределенная генерация

Возобновляемые источники энергии

Исследование интеграции микросетей

«Умные» сети и распределенная генерация

- Используются высокоуровневые протоколы

  IEC 61850

  DNP3

  IEC 60870-5-104

  IEEE C37.118

- Альтернативные источники энергии

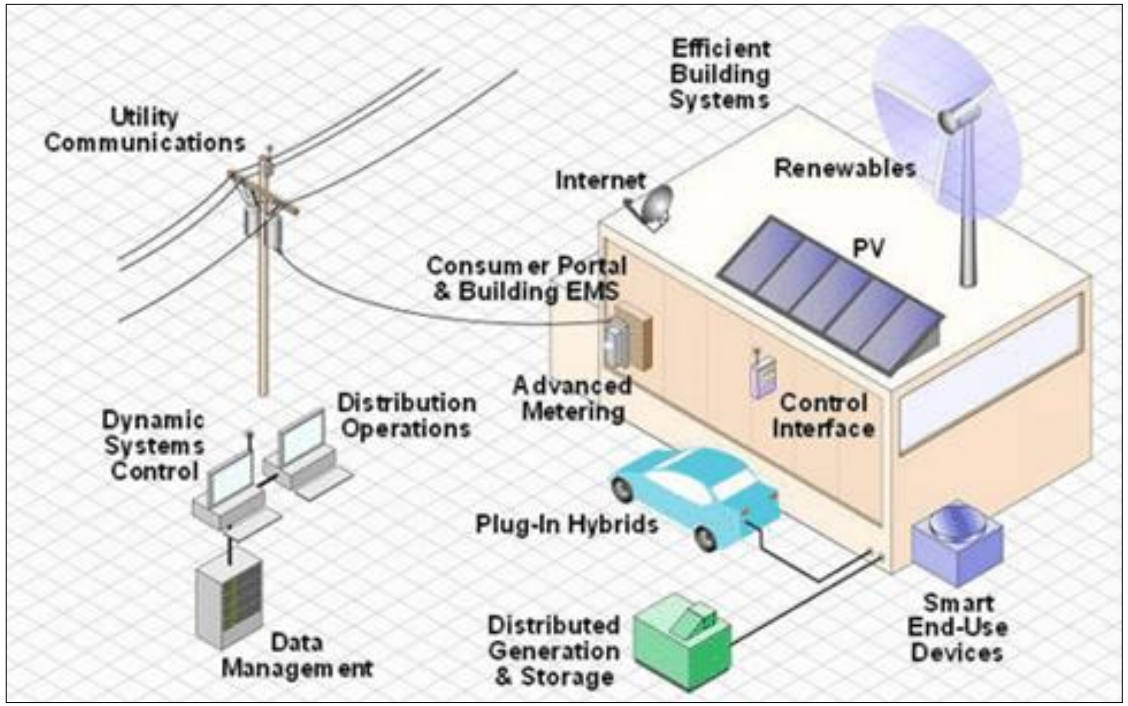
  Ветровые

  Солнечные

  Топливные элементы

  Батареи аккумуляторов

  Силовые преобразователи



Моделирование огромных энергосистем

Эффективность реальном времени

- Множество проверок за меньшее время дает больше информации и лучшее понимание

Частотный диапазон (0-3) кГц в одной установке

- Наблюдение во всем спектре актуальных частот
- Все функции защит и автоматики могут и должны быть активны

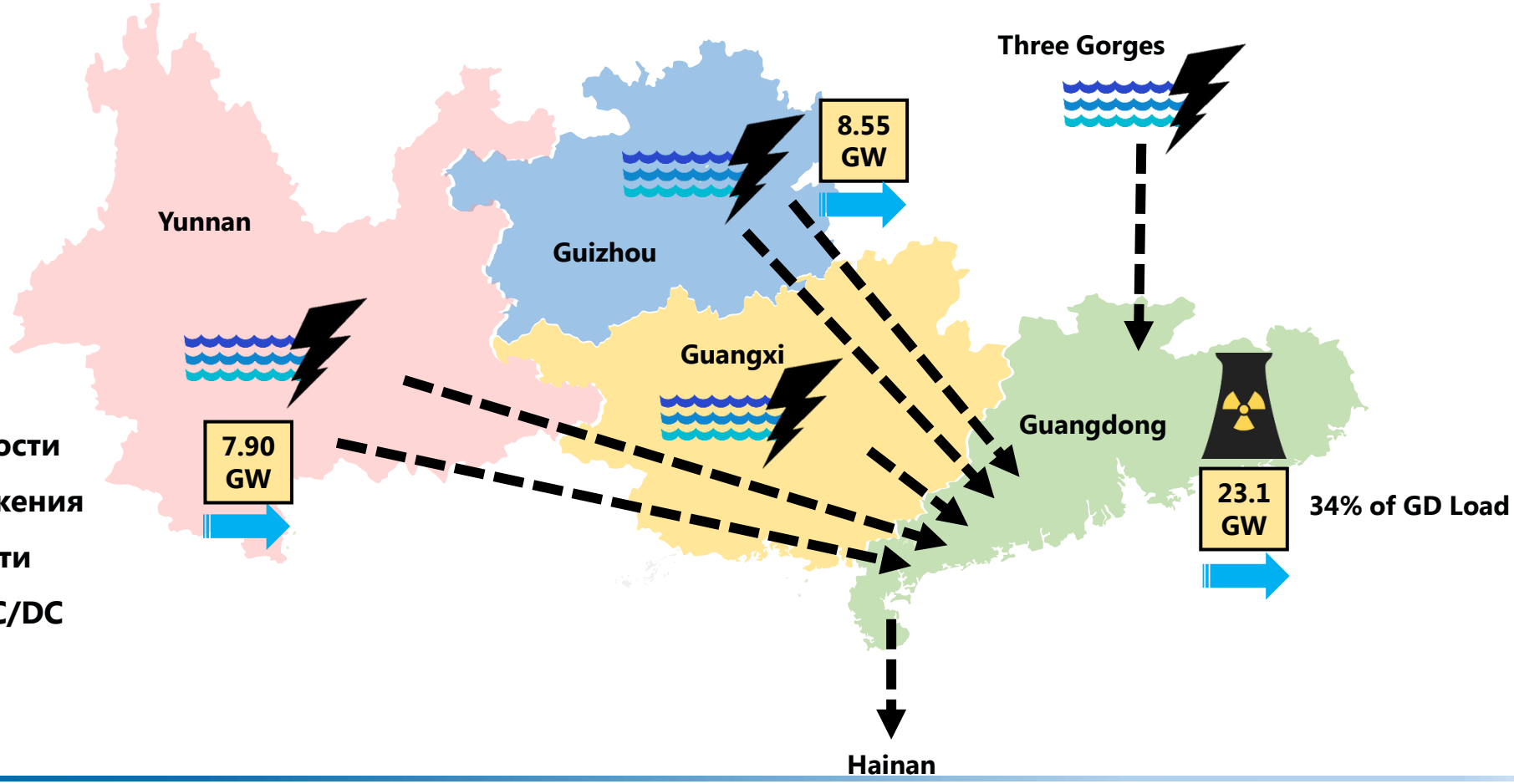
Полное управление взаимодействиями

- Симуляция работы или подключение физических установок

Моделирование больших энергосистем

Южная энергосистема Китая

8 AC + 5 DC from west to east



Большие протяженности

Ультравысокие напряжения

Огромные мощности

Гибридная работа AC/DC

Восстановление энергосистем

Симулятор южно-китайской сетевой компании

Крупнейший в мире симулятор реального времени

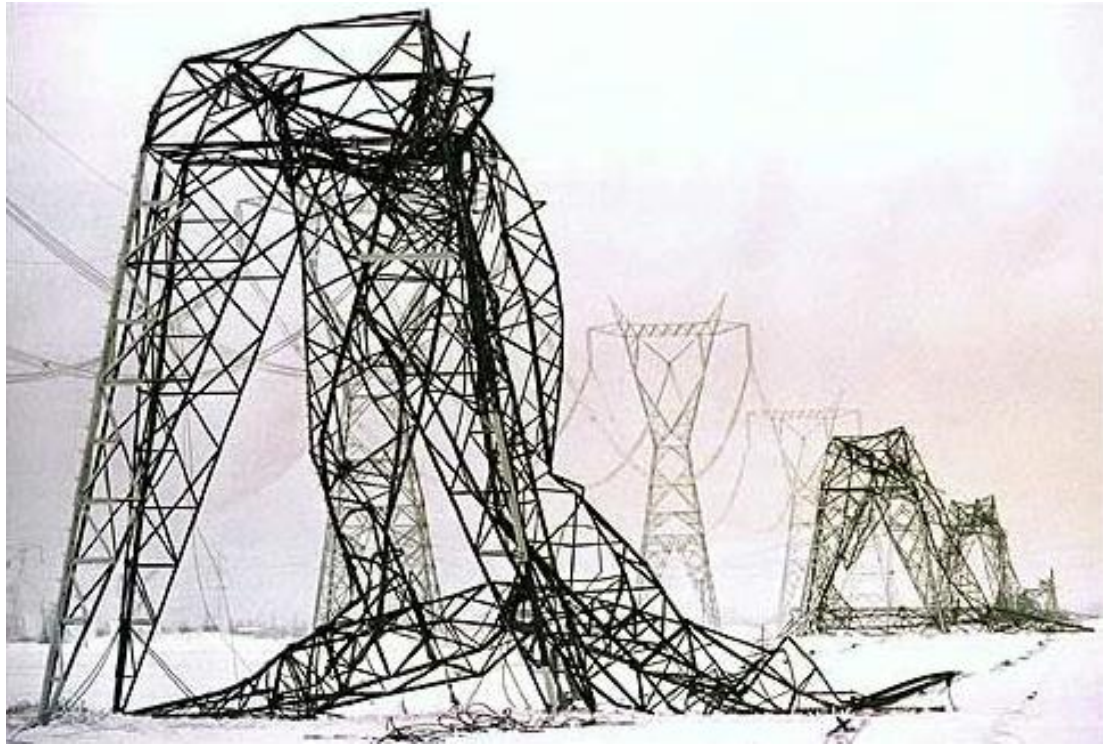
Текущая производительность – более 1400 трехфазных шин

Неожиданное применение - ледяной дождь 2008

- значительные повреждение линий 110 кВ
- более 7000 повреждений на линии
- миллионы потребителей без электричества
- инженеры круглосуточно работали с моделью сети в RTDS для выработки порядка восстановления системы

СИГРЭ Париж 2010 - Безопасность и надежность электросетей

- Моделирования на RTDS определено в качестве одной из четырех ключевых стратегий для обеспечения надежности и безопасности энергосистем



Исследование запуска энергосистемы

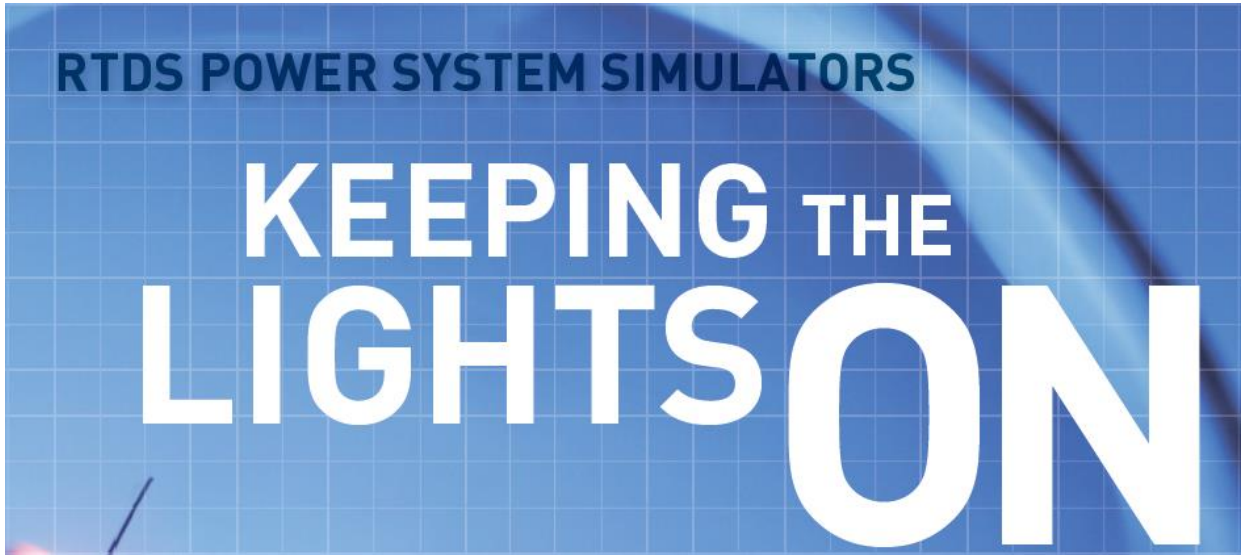
Методики и средства

Полная модель системы

- Сети с 3000 шинами
- Точная модель устройств защиты и автоматики
- Реалистичное поведение на всем рабочем диапазоне

Симулятор реального времени

- Доступ к реальным системам управления
- Реальная информация о действиях операторов
- Подключение SCADA через интерфейсы DNP3 или IEC 60870-5-104



Валидация

Собственная проверка

Независимая проверка у потребителей

Заказные исследования

Отраслевые тестовые проверки

- ✓ Электромагнитные переходные процессы
- ✓ Электромеханические переходные процессы, динамическая устойчивость
- ✓ Установившийся режим, статическая устойчивость

Валидация

Программы расчета переходных процессов

- ✓ PSCAD, EMTP, ATP, etc.

Программы расчета динамической устойчивости

- ✓ PSS/E, Y-method, Netomac, BPA

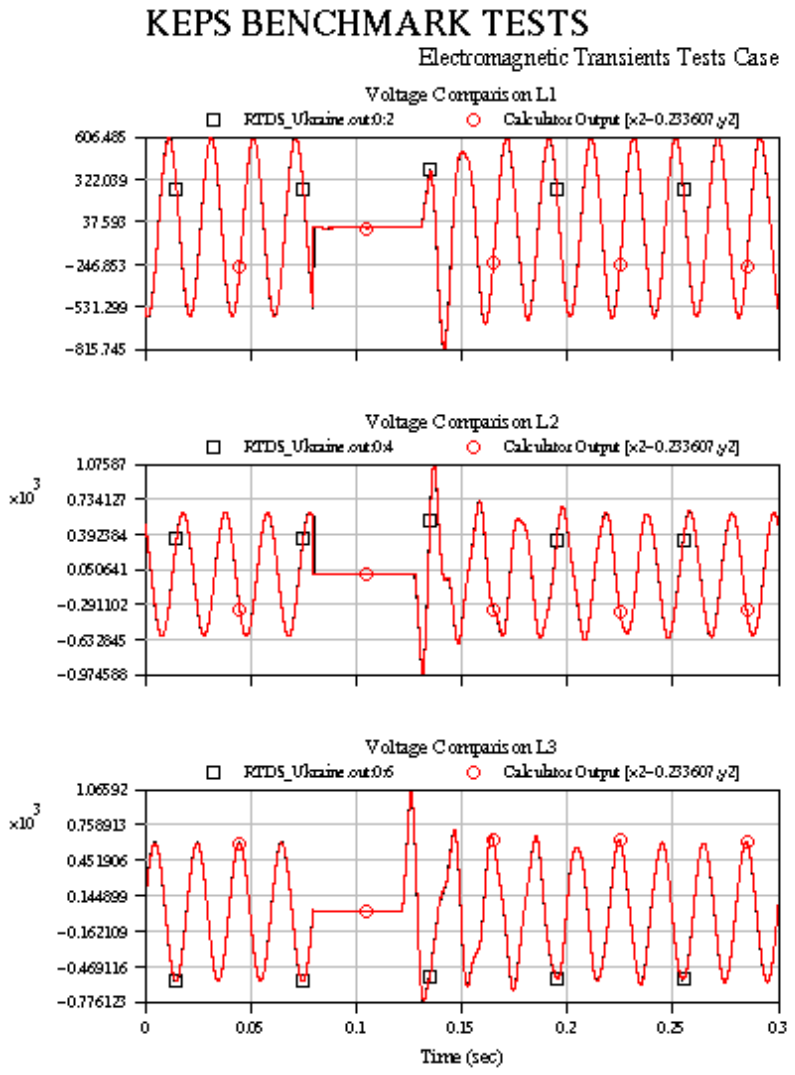
Программы расчета установившегося режима

- ✓ PSS/E, Netomac, BPA

Рекомендованные контрольные примеры

- ✓ CIGRE, IEEE

Измерения в реальных энергосистемах



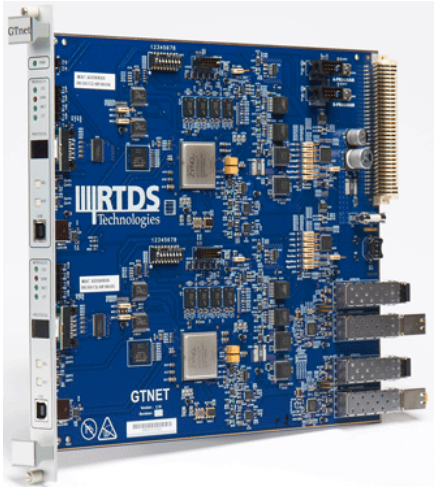
Новые разработки

Материнская плата с подключением по оптокабелю

- Расчет систем содержащих 90 x 90 узлов

Новый мощный модуль сетевых интерфейсов GTNETx2

- Способен работать одновременно с 2 сетевыми протоколами
- Имеет туже стоимость, но в 5 - 10 раз производительнее чем модуль GTNET



Расширенные возможности IEC 61850

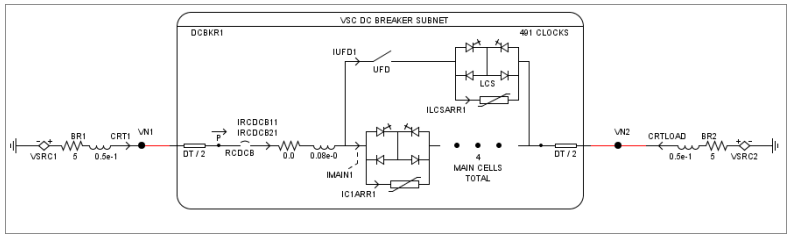
- Клиентская программа MMS voyageur
- GTNET-GSE v5
- GTNET-SV non-9.2LE mode для IEC 61869-9 и Chinese National Standard

Развитие MMC (многоуровневых преобразователей)

- Новые модели и функции в MMC Support Unit V2

Усовершенствования для систем с малым шагом расчета

- Резистивные переключения
- Модель выключателя постоянного тока
- Улучшенная модель разрядника



The Advantages of the World Leader

RTDS Technologies является мировым лидером в области цифровых симуляторов реального времени для энергосистем.

- ✓ Доверие ведущих генерирующих и энергоснабжающих предприятий и научно-исследовательских институтов из 37 стран мира
- ✓ Отличная репутация, обусловленная качественной продукцией и хорошей технической поддержкой
- ✓ Непрестанное развитие симулятора, следуя потребностям пользователей
- ✓ Кассетно-модульная конструкция и удобство модернизации
- ✓ Программное обеспечение собственной разработки
- ✓ Наличие опыта работы по широкому кругу задач
- ✓ Укрепление сотрудничества посредством спонсорских программ

RTDS Technologies

THANK YOU

QUESTIONS?