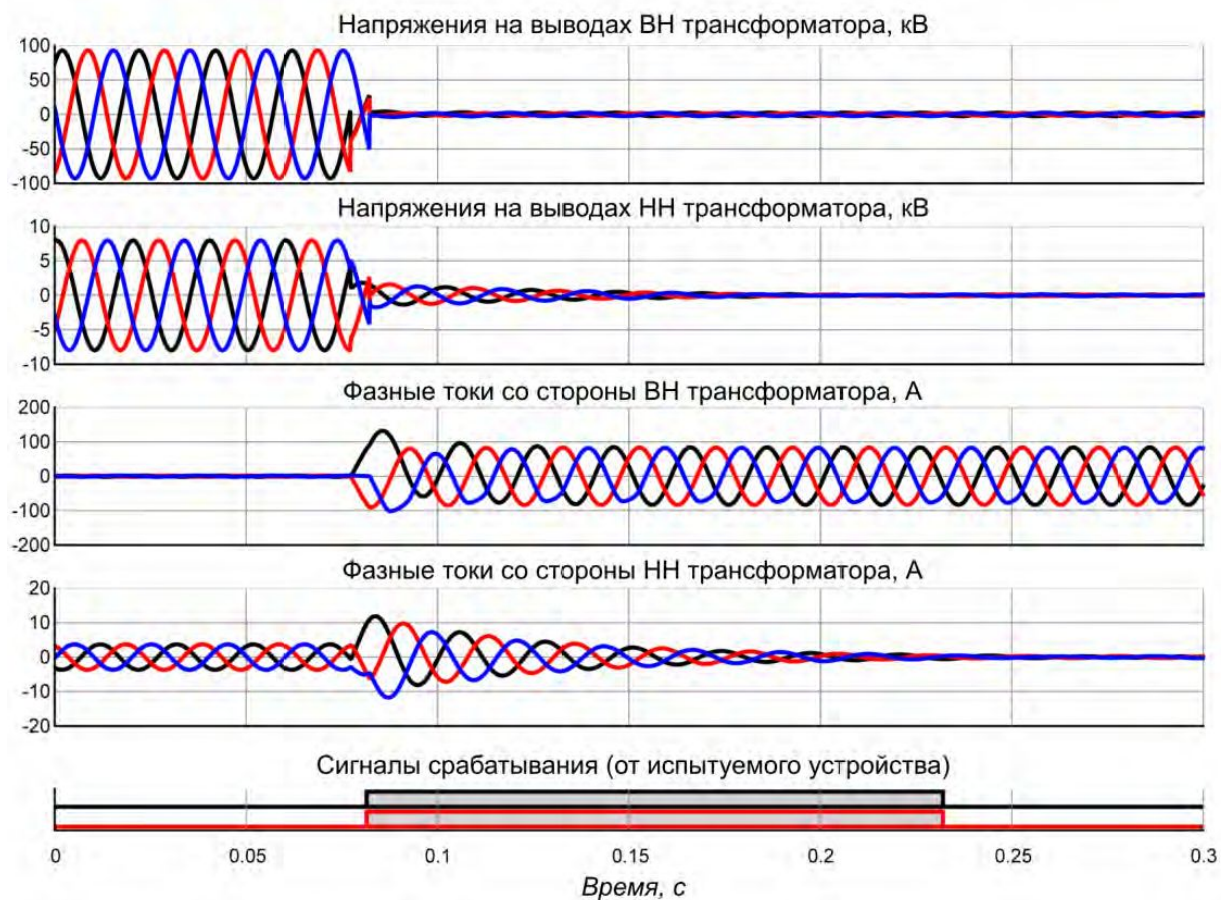


- Модели позволяют исследовать функционирование испытуемых устройств защиты и их прототипов в различных схемно-режимных ситуациях: при одно-, двух- и трехфазных коротких замыканиях с различной величиной апериодической составляющей в токе короткого замыкания, с разновременностью замыкания поврежденных фаз, с учётом насыщения трансформаторов тока и т.п. В качестве примера на рис. 6 приведены графики переходных процессов при трёхфазном коротком замыкании с разновременностью замыкания повреждённых фаз, с подпиткой места КЗ со стороны двигательной нагрузки при испытаниях дифференциальной защиты трансформатора.



Особенности моделирования в реальном времени

ВРЕМЯ РЕАКЦИИ



Разговор: <1 с



Видеоигры: <10 мс



RTDS: 2 мкс ~ 50 мкс

Традиционное компьютерное моделирование не в реальном времени

- ✓ Обычно используется один вычислительный процессор
- ✓ Продолжительность расчетов на каждом шаге значительно больше заданного шага, например, при шаге расчета 50 мкс, вычисления могут длиться 500 мкс и более.

Моделирование в реальном времени на RTDS

- ✓ Используются параллельные вычисления на нескольких процессорах.
- ✓ Темп выполнения расчетов задается высокостабильным тактовым генератором.
- ✓ Моделирование поведения системы в течение, например, 1 секунды выполняется **ровно 1 с**.
- ✓ В системах жесткого реального времени все расчеты, необходимые для определения состояния модели и обработка состояний портов ввода/вывода, завершаются строго в течение заданного шага расчета.

Что из себя представляют комплексы RTDS?



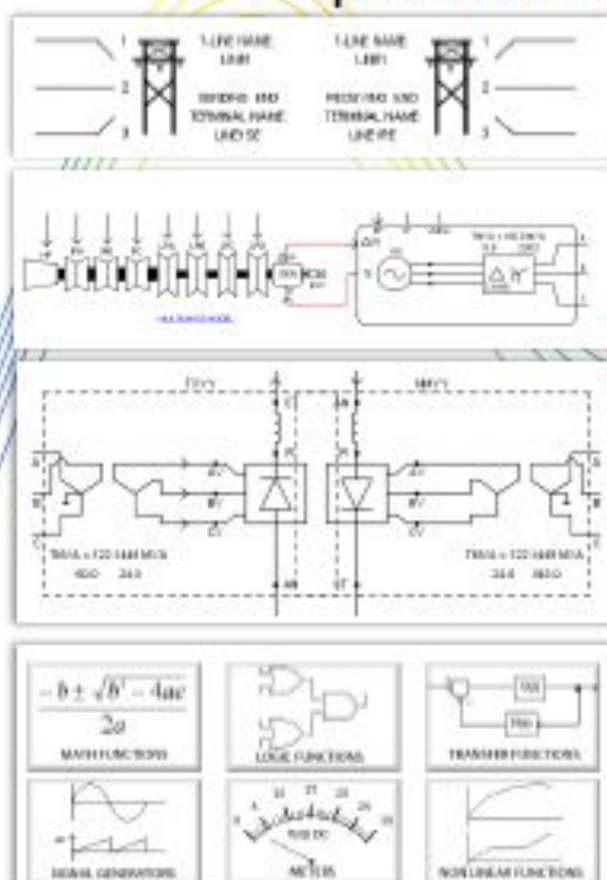
Программное обеспечение RSCAD

RSCAD устанавливается на ПК пользователя и обеспечивает:

- Построение модели.
 - ✓ Графический интерфейс для ввода схем и параметров модели.
 - ✓ Совершенная библиотека моделей компонентов: ВЛ и КЛ, трансформаторы, электродвигатели и генераторы, полупроводниковые ключи, системы автоматического регулирования, пассивные элементы и источники, и пр.
 - ✓ Компилятор исполняемых файлов для загрузки в комплекс RTDS.
- Выполнение моделирования.
 - ✓ Графический интерфейс управления процессом моделирования и наблюдения за ним.
 - ✓ Удобная система для просмотра и анализа результатов моделирования.
 - ✓ Автоматическое воздействие на модель по заданному сценарию.

Что из себя представляют комплексы RTDS?

Совершенная библиотека моделей компонентов:



- воздушные и кабельные линии;
- электрические двигатели и генераторы;
- полупроводниковые компоненты силовой электроники;
- инверторы, выпрямители, компенсаторы реактивной мощности, силовые преобразователи;
- измерительные и силовые трансформаторы;
- устройства релейной защиты;
- логические элементы;
- элементы систем автоматического регулирования;

Что из себя представляют комплексы RTDS?



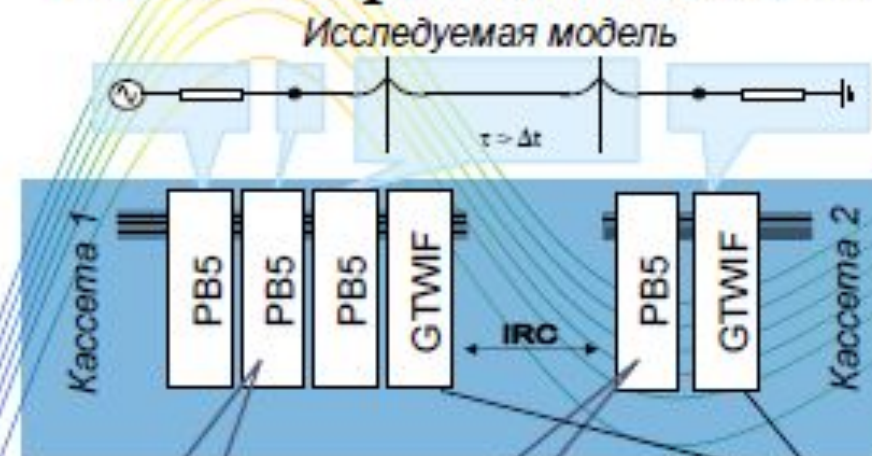
Аппаратная часть RTDS

- ❑ Специально разработанный базовый процессорный модуль параллельных вычислений
- ❑ Кассетно-модульная конструкция включающая в себя:
 - от 1 до 6 процессорных модулей с RISC процессорами (PB5)
 - 1 модуль интерфейса рабочей станции (GTWIF)
 - несколько программируемых модулей сетевых интерфейсов (GTNET)
- ❑ Модули ввода и вывода дискретных и аналоговых сигналов (GTFPI, GTDI, GTDO, GTAI, GTAO) для сопряжения с физическими устройствами.
- ❑ Модуль синхронизации расчетов по сигналам точного времени (GTSYNC) и формирования тактовых сигналов для подключенных устройств P3A

- а) управляемые шунтирующие реакторы (УШР), реализованные по принципу магнитного усилителя (УШРП) или трансформаторного типа (УШРТ или реактор-трансформатор) с тиристорным управлением;
- б) реакторы, коммутируемые вакуумными выключателями (ВРГ);
- в) статические тиристорные компенсаторы реактивной мощности (СТК), состоящие из одной или нескольких тиристорно-реакторной групп и набора фильтро-компенсирующих цепей;
- д) синхронные статические компенсаторы реактивной мощности типа СТАТКОМ на базе преобразователя напряжения с параллельным подключением к сети;
- е) синхронные статические продольные компенсаторы реактивной мощности на базе преобразователя напряжения (ССПК);
- ф) объединенный регулятор перетока мощности на основе преобразователей напряжения параллельного и последовательного включения, объединённых по цепям постоянного тока (ОРПМ);
- г) управляемые тиристорами устройства продольной емкостной компенсации (УУПК);
- h) управляемые фазопоротные устройства (ФПУ) на базе фазосдвигающих трансформаторов с тиристорным управлением или РПН;
- и) вставки постоянного тока на базе преобразователей напряжения (ВПТН);
- j) токоограничивающие устройства на основе технологии FACTS (для ограничения токов короткого замыкания).

Что из себя представляют комплексы RTDS?

Система параллельных вычислений



Участки схемы и компоненты модели распределяются между процессорными модулями PB5

Чем больше задействовано процессорных модулей, тем более крупную модель можно исследовать

Взаимосвязи (IRC) между вычислительными модулями позволяют использовать всю мощность комплекса RTDS

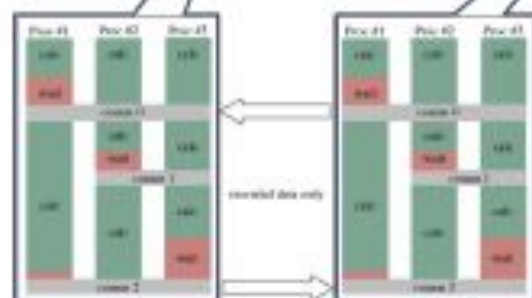
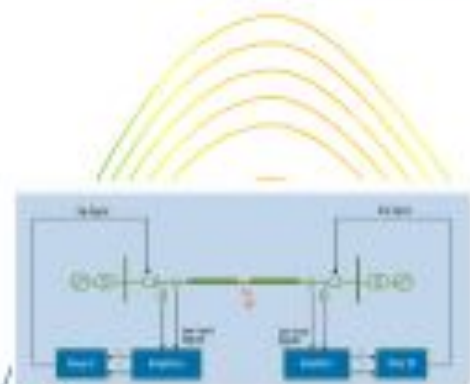


Схема распределения машинного времени



Управляющие ПК и RTDS подключаются через локальную сеть Ethernet

Что позволяют делать комплексы RTDS?

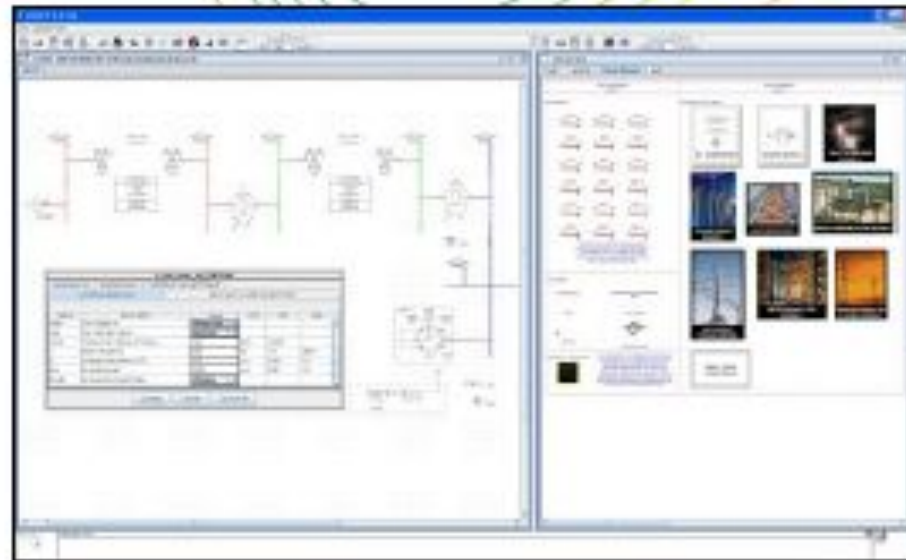


- Моделировать энергетические системы различной конфигурации, включающие в себя:
 - традиционные виды оборудования:
 - ✓ воздушные и кабельные линии;
 - ✓ электродвигатели и генераторы;
 - ✓ силовые и измерительные трансформаторы;
 - ✓ РЗА, системы автоматического управления и регулирования;
 - современные устройства:
 - ✓ установки продольной компенсации;
 - ✓ полупроводниковые силовые комплексы FACTS, HVDC, SVC;
- Формировать сигналы для воздействия на вторичное оборудование.
- Воспринимать сигналы от вторичного оборудования и с учетом этих сигналов изменять конфигурацию модели.

Порядок работы с комплексом RTDS

Этап 1. Разработка модели

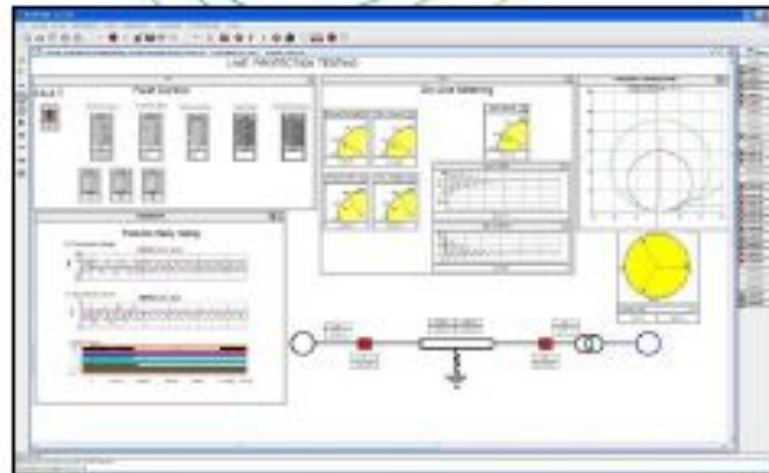
Разработка модели энергосистемы производится посредством графического редактора в среде RSCAD на ПК, не связанном с RTDS. После завершения разработки модели ПК подключается к RTDS



Порядок работы с комплексом RTDS

Этап 2. Отладка модели

Отладка модели осуществляется посредством сравнения результатов моделирования с результатами аналитических расчетов, с результатами полученными на ранее проверенных моделях, с экспериментальными данными. Имеется возможность легкого и быстрого переключения симулятора от одного пользователя к другому.



Порядок работы с комплексом RTDS

Этап 3. Исследования оборудования

К отлаженной модели подключается исследуемое оборудование.

