

NOVACOR – НОВАЯ АППАРАТНАЯ ПЛАТФОРМА СИМУЛЯТОРОВ RTDS

ШАМИС М.А., к.т.н., генеральный директор ЗАО «ЭнЛАБ»

ИВАНОВ Ф.А., заместитель технического директора ЗАО «ЭнЛАБ»

С апреля 2017 канадская компания RTDS Technologies перешла на выпуск новой аппаратной платформы NovaCor для симуляторов реального времени RTDS. Платформа NovaCor стала очередным шагом развития симуляторов RTDS и призвана заменить кассетно-модульную конструкцию на базе модулей PB5 и GTWIF, выпускаемую уже в течение 10 лет, за которые было поставлено свыше одной тысячи кассет.



За прошедшее годы разработчиками был практически полностью использован потенциал увеличения производительности кассетно-модульной конструкции, где ограничением выступала скорость обмена данными между процессорными модулями PB5. При последней программе модернизации симуляторов RTDS разработчики добавили в каждую кассету дополнительные оптоволоконные каналы передачи данных между модулями PB5, вследствие чего достигли роста производительности и увеличения числа допустимых однофазных узлов в моделируемой системе со 144 до 180. Для дальнейшего роста вычислительных возможностей симулятора компания RTDS Technologies успешно совместила все самые последние достижения процессорной техники с собственными новаторскими решениями в области моделирования энергосистем в реальном времени.

Новая платформа NovaCor построена на принципах одночипной ЭВМ на базе новейшего высокопроизводительного 10-ядерного процессора POWER8 компании IBM. Такой переход от кассетно-модульной конструкции к системе «на одном чипе» позволил резко повысить вычислительную мощность симулятора, т.к. основной обмен расчетными данными теперь осуществляется внутри одной микросхемы по более высокоскоростным ка-

налам связи между ядрами и общей оперативной памятью. Кроме того, вдвое возросла тактовая частота процессора. Возможности платформы NovaCor существенно выросли в сравнении с предыдущей платформой:

- количество узлов в моделируемой энергосистеме возросло со 180 до 600;
- уменьшился номинальный шаг расчета моделируемой энергосистемы с (50–60) мкс до (20–30) мкс и повысилась точность вычислений;
- увеличилась условная производительность оборудования с 240 у двухпроцессорного модуля PB5 до 300 для каждого из 10 ядер процессора POWER8;
- существенно уменьшились масса, габариты и потребляемая мощность модуля симулятора.



Вычислительный модуль NovaCor выполнен в виде блока шириной стандарта 19» и высотой 4U, и предназначен для монтажа в шкаф, но можно его использовать отдельно в «настольном» виде. На передней стороне блока расположен 7» сенсорный дисплей для настройки модуля. В будущем

предполагается на этот дисплей выводить данные, получаемые во время симуляции. Кроме этого, на передней панели имеется 12 гнезд, на которые можно выводить в аналоговом виде любую информацию из исследуемой модели. Обычно упомянутые гнезда используются для подключения мультиметра или осциллографа для мониторинга каких-либо параметров модели. До 3 вычислительных модулей NovaCor можно установить в один шкаф NovaCor, который выполнен в новом дизайне с регулируемой голубой подсветкой. В новом шкафу разделено управление питанием интерфейсных и вычислительных модулей, а также установлены специальные переходные кассеты для монтажа модулей сетевых протоколов GTNETx2.

За последнее время также расширился перечень сетевых протоколов, которые могут поддерживать модули GTNETx2. В их число входят высокоскоростные протоколы МЭК61850 (SV, GOOSE), IEEE C37.118 (PMU), собственный протокол SKT, а также низкоскоростные протоколы для систем АСУТП: MMS, МЭК 60870–5–104, Modbus и DNS, последний широко используется в странах Северной Америки. Предлагаемый широкий выбор коммуникационных протоколов способен удовлетворить все потребности для моделирования «цифровых подстанций», интеллектуальных распределенных сетей Smart Grid, систем АСУТП, исследований в области систем централизованной релейной защиты WAMP, а также проведения исследований по защите объектов энергетики от киберугроз.

При разработке новой платформы NovaCor были сохранены все возмож-

ности по коммуникации, используемые предыдущей платформой. За счет этого пользователи симулятора RTDS могут продолжить применение имеющихся интерфейсных модулей ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов и модулей связи по сетевым протоколам. Кроме этого, платформа NovaCor использует такие же, как и раньше, внутренние каналы связи и синхронизации расчетов, применяемые для объединения нескольких вычислительных модулей в единый симулятор. Отмеченное позволяет использовать имеющиеся коммутаторы и сетевые концентраторы для подключения вычислительных модулей NovaCor к вычислительным кассетам на платформе PB5/GTWIF. Таким образом, компанией минимизированы неудобства и затраты для пользователей при переходе на новую платформу.

Кроме аппаратных изменений значительные новации произошли и в программном обеспечении RSCAD. Полностью был переписан программный компилятор, который преобразует задаваемую пользователем электрическую схему модели в более эффективный исполняемый код. Модель энергосистемы включает в себя силовые компоненты, имитирующие первичную часть энергосистемы, а также компоненты для имитации вторичных систем управления, измерений и расчетов, логических операций и пр. На предыдущей платформе требовалось выделять отдельный процессор для симуляции компонентов управления. Еще один процессор использовался для выполнения общего расчета первичной схемы модели по матрицам проводимости. Таким образом, для выполнения симуляции ранее требовалось как минимум два отдельных процессора. Новый компилятор способен максимально задействовать вычислительную мощность каждого ядра процессора POWER8, в



следствии чего позволяет выполнять симуляцию силовых компонентов, компонентов управления, а также расчеты сети, содержащей до 90 однофазных узлов, с использованием всего одного ядра. По сравнению с минимально требуемым составом симулятора на базе платформы PB5/GTWIF минимальная конфигурация симулятора RTDS на базе NovaCor включает в себя меньше компонентов, что привело к значительному снижению его стоимости.

По мере увеличения сложности выполняемых проектов и необходимости моделирования больших энергосистем можно легко увеличить вычислительную мощность симулятора RTDS, а также нарастить количество интерфейсных модулей для ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов, модулей связи по сетевым протоколам. Увеличение производительности модуля NovaCor производится за счет задействования ядер процессора путем приобретения лицензий на их использование. Соответственно, упростились и сократились по продолжительности

требуемые для этого процедуры, т.к. теперь не требуется приобретать и доставлять новый процессорный модуль PB5, а достаточно активировать ядро посредством файла-ключа, получаемого по электронной почте.

Более всего преимущества новой платформы NovaCor раскрываются при сопоставлении требуемых ресурсов для моделирования стандартизированных моделей энергосистем, рекомендуемых сообществом IEEE. Для больших симуляторов на базе NovaCor требуется примерно в 3 раза меньше вычислительных модулей, чем для симуляторов RTDS на база PB5/GTWIF.

Таким образом, в новой платформе NovaCor получили дальнейшее развитие технологии программно-аппаратного моделирования в реальном времени, наработанные компанией RTDS Technologies за 20 лет своего развития. Переход на модули NovaCor расширяет возможности по имитационному моделированию больших энергосистем при одновременном снижении стоимости симулятора.

Описание модели	Требуемые ресурсы платформы	
	PB5/GTWIF	NovaCor
Модель с 10 шинами: 102 узла, 2 синхронных генератора, 2 источника, 1 трансформатор, 9 ЛЭП.	1 кассета с 2 модулями PB5. Шаг расчета 30 мкс	1 модуль NovaCor с 1 ядром. Шаг расчета 13 мкс
Модель IEEE 39 шин: 366 узлов, 9 синхронных генераторов, 34 ЛЭП, 3 трансформатора, 18 динамических нагрузок, 1 источник.	1 кассета с 5 модулями PB5. Шаг расчета 58 мкс	1 блок NovaCor с 3 ядрами. Шаг расчет 24 мкс
Большая распределенная энергосистема: 972 узла и 7210 динамических нагрузок	14 кассет с 56 модулями PB5. Шаг расчета 62 мкс	3 блока NovaCor с 29 ядрами. Шаг расчета 41 мкс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мочалов Д.О., Законьшек Я.В., Шамис М.А. Комплексы моделирования в реальном времени для современных энергосистем. Журнал Релейной защита и автоматизация № 1(10) 2013.
2. <https://www.rtds.com/novacor/>.
3. Техническое описание платформы NovaCor симулятора RTDS. <http://ennlab.ru/rus/product/59>.