

Высокий уровень параллелизма PXI систем с измерительными источниками питания для определения надежности полупроводниковых пластин

Дата опубликования: 21 марта 2016 г. | 1 Рейтинг | 5.00 из 5 | [Print](#)

Обзор

Испытания на надежность уже давно служат методом обеспечения требуемых характеристик полупроводниковых устройств в течение заданного срока эксплуатации. Поскольку производители интегральных схем (ИС) постоянно внедряют новые и инновационные процессы, уменьшая геометрические размеры кристаллов, им необходимо гарантировать надежность ИС в течение длительного времени, несмотря на увеличение сложности, вызванное этими изменениями. Кроме того, основные тенденции развития технологий автономного вождения, облачных хранилищ данных и биологических наук вынуждают поставщиков ИС обеспечивать более высокие гарантии надежности продукции своим клиентам, которые работают в критически важных областях.

Эти две тенденции побуждают производителей полупроводников радикально увеличивать объем данных о надежности, которые они собирают и анализируют, снижая при этом стоимость испытаний. Сталкиваясь с этой проблемой – увеличением объема данных и снижения стоимости, многие инженеры по надежности обнаруживают, что не могут ее решить с помощью традиционных методов определения надежности, поэтому они обращаются к гибким модульным решениям, которые могут масштабироваться в соответствии с изменяющимися требованиями.

Покупайте измерительные источники питания NI

Создайте свою PXI систему

Содержание

1. [Испытания на надежность](#)
2. [Надежность на уровне полупроводниковой пластины](#)
3. [Традиционный подход к созданию систем определения надежности полупроводниковой пластины](#)
4. [Новый подход к созданию систем определения надежности полупроводниковой пластины](#)
5. [PXI: Конкурентное преимущество](#)
6. [Узнайте больше](#)

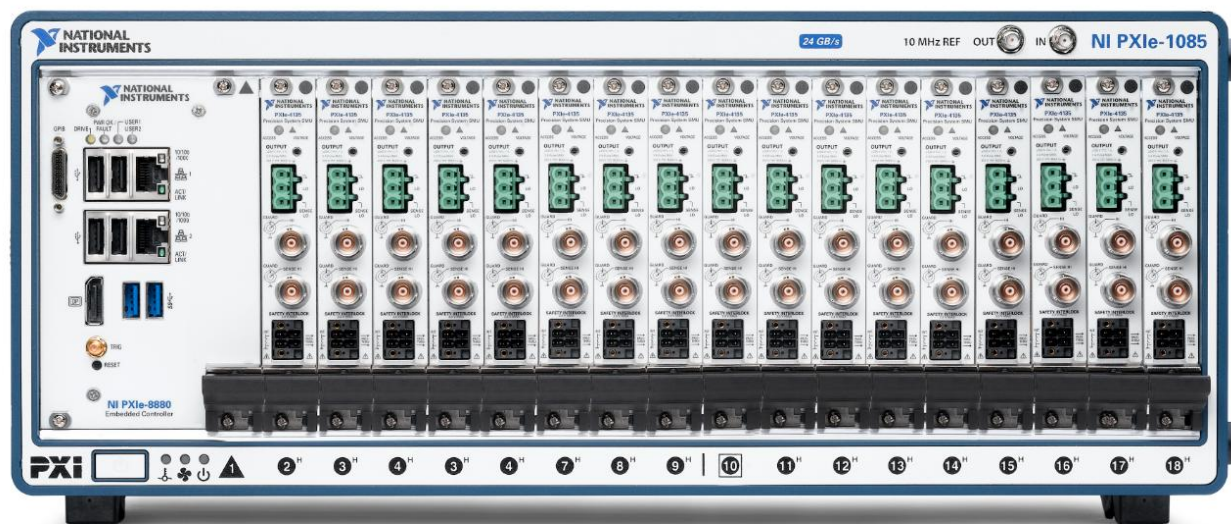


Рисунок 1. Модульная платформа PXI обеспечивает масштабируемость и компактность тестовых приложений.

1. Испытания на надежность

Надежность устройства обычно моделируется зависимостью интенсивности отказов от времени, причем самая высокая интенсивность отказов имеет место сразу после изготовления, а также по истечении срока эксплуатации продукта.



Рисунок 2. Типовая модель надежности устройства
(failure rate – интенсивность отказов; Early Failure – ранние отказы; Useful Product Life – срок эксплуатации; Device Wearout – деградация устройства; time – время)

В левой части графика показаны ранние отказы, часто вызываемые недостатками производственного процесса. Эти типы отказов могут быть отсеяны в процессе производства, чтобы минимизировать количество дефектных изделий, отправляемых потребителям. Однако, функциональные тесты, выполняемые в процессе производства, не могут идентифицировать дефекты, которые являются причиной преждевременного изнашивания устройства, и не могут дать представление о сроке службы продукта. Тем не менее тестирование надежности позволяет идентифицировать такие типы механизмов отказов и оценить потенциальный срок эксплуатации.

Испытания на надежность проводят при экстремальных условиях, определяемых техническими характеристиками устройства, - обычно при граничных значениях напряжения и температуры, что обеспечивает ускоренный износ устройства и позволяет смоделировать срок службы, используя известные механизмы отказа. Таким испытаниям могут подвергаться изделия на пластине или упакованными в корпус. Определение надежности при испытаниях на пластине (WLR) дает больше информации на более раннем этапе производственного процесса без затрат и потенциального ущерба, связанного с резкой и упаковкой ИС.

[В начало](#)

2. Надежность, определяемая для пластины

WLR - это тип параметрического тестирования, при котором получают информацию о ресурсе эксплуатации устройства и долговременной надежности. Этими тестами, как правило, испытывается не разрабатываемая ИС, а набор тестовых структур или кристаллы, специально изготовленные на пластине для сбора параметрических данных. Эти тестовые структуры состоят из основных элементов полупроводниковой пластины, таких, как транзисторы, конденсаторы и резисторы, которые обеспечивают понимание процесса производства. Большинство тестов WLR включают в себя применение стрессовых воздействий, например, напряжения или тока, и измерение реакции устройства для мониторинга любых признаков деградации. Обычно используемые механизмы отказа: смещение или отрицательную температурную нестабильность смещения (BTI или NBTI), инжекцию горячих носителей (HCI), зависящий от времени диэлектрический пробой (TDDB) и электромиграцию (EM).

Специалисты по надежности борются за решение проблемы получения большего количества данных с меньшими затратами

[В начало](#)

3. Традиционный подход к созданию систем определения надежности полупроводниковой пластины

Создаваемые десятилетиями, системы WLR различаются как по возможностям измерения, так и по архитектуре. Специализированные WLR-системы могут использовать стимулирующие высокочастотные воздействия переменного тока или импульсные воздействия, однако большинство CMOS-устройств тестируются с помощью приборов для измерений на постоянном токе, таких, как измерительные источники питания (SMU), с помощью которых создается необходимая нагрузка и обеспечивается возможность

измерений для сбора параметрических данных. Применяют два основных подхода для создания WLR-систем - компоновка системы в стойки и стеллажи из традиционных автономных измерительных приборов или покупка специализированной готовой системы.

Системы, скомпонованные в стойки и стеллажи

Измерительные источники питания (SMU) - традиционно это дорогие высокоточные приборы для измерений на постоянном токе, обычно с ограниченным количеством каналов, которые можно разместить в стандартной тестовой стойке. Из-за этих ограничений SMU часто объединяются с коммутационной матрицей с малыми токами утечки, это позволяет направлять сигналы от SMU на множество тестовых точек, минимизируя тем самым помехи, токи утечки и термоЭДС, возникающую на контактах реле. Подобный подход хорошо работает, когда последовательное тестирование небольшого числа тестовых структур генерирует статистически значимые данные для определения надежности. Кроме того, коммутация практически служит для увеличения количества каналов автономного измерительного прибора, каждый канал которого ранее стоил от \$5000 до \$10000, при этом общее количество размещаемых в 19-дюймовой тестовой стойке каналов ограничивается 20 или 40 каналами. Однако, зачастую, при заданных характеристиках реле, коммутационная подсистема является большой и дорогой частью системы WLR.

Готовые системы

Альтернативный подход заключается в покупке специализированной системы «под ключ», которая укомплектована всеми компонентами, такими, как термостат, тестовая стойка, контрольно-измерительная аппаратура и программное обеспечение. Согласование требований к тестированию с функциональностью оборудования экономит время, необходимое для разработки и интеграции, но увеличивает капитальные затраты. Такие системы часто создаются на фиксированное количество каналов, с фиксированными характеристиками аппаратных средств и программного обеспечения, обслуживаются эти системы поставщиком. Поставщики систем могут поставлять отдельные системы для определения надежности устройств на пластине и устройств, упакованных в корпуса, или продавать одну и ту же систему для обоих приложений независимо от различий требований к испытаниям.

Проблемы традиционных WLR систем

Традиционные подходы к определению надежности устройств на пластине, базирующиеся как на приобретении специализированных систем, так и на компоновке систем из автономных измерительных приборов в стойках и стеллажах десятилетиями обеспечивали решение задачи. Однако многие инженеры считают, что эти архитектуры плохо масштабируются, не удовлетворяя новым требованиям к плотности каналов и стоимости.

При изменении требований к устройству системы «под ключ» не обеспечивают гибкости, необходимой для модификации тестового программного обеспечения или аппаратных средств или эти модификации оказываются чрезмерно дорогими.

Системы в стойках и стеллажах ограничены невысокой плотностью каналов традиционных измерительных источников питания в автономном исполнении. Такая низкая плотность является источником проблем при создании систем с большим количеством каналов и малыми размерами, и это часто вынуждает инженеров использовать коммутируемую конфигурацию для мультиплексирования SMU на несколько контрольных точек. Однако такая коммутируемая конфигурация быстро становится узким местом, поскольку контрольные точки тестируются поочередно, а не параллельно, поэтому реализовать сложные алгоритмы, которые требуют постоянно оказывать воздействия на объект и контролировать его состояние, невозможно.

Из-за этих проблем многие компании начинают создавать тестовые системы с параллельной архитектурой, используя модульные измерительные приборы.

Системы в стойках и стеллажах ограничены невысокой плотностью каналов традиционных измерительных источников питания в автономном исполнении

[В начало](#)

4. Новый подход к созданию систем определения надежности полупроводниковой пластины

Рынок испытательного оборудования сильно изменился за последнее десятилетие благодаря появлению модульных платформ, таких, как PXI. Модульные платформы становятся все более предпочтительными для построения автоматизированных тестовых систем, благодаря их развитым возможностям ввода-вывода, компактному форм-фактору и гибкому программному обеспечению.

FORECASTED YEARLY REVENUE OF MODULAR PLATFORMS

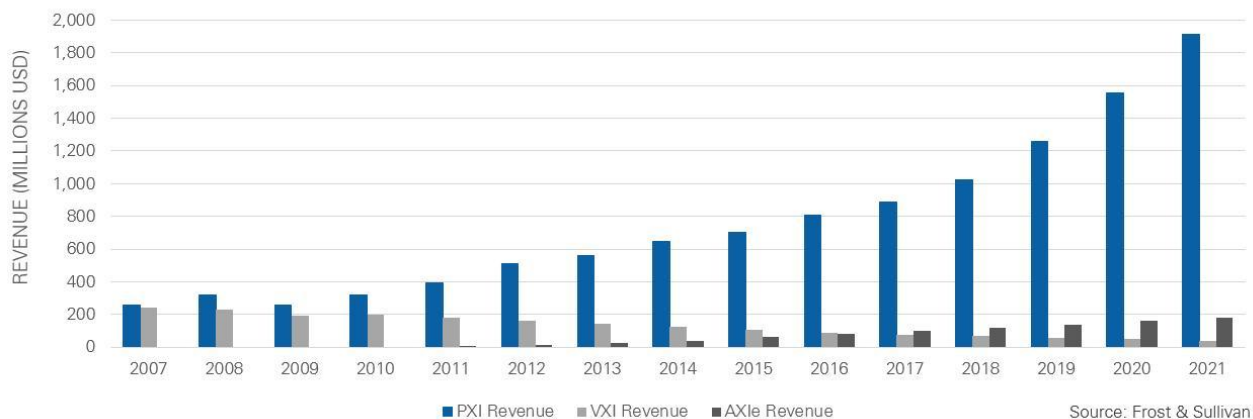


Рисунок 3. Отраслевые аналитики предсказывают, что PXI продолжит оставаться доминирующей модульной платформой

(REVENUE (MILLIONS USD) – доход (миллионы долларов); FORECASTED YEARLY REVENUE OF MODULAR PLATFORMS – прогнозируемый ежегодный доход по модульным платформам; PXI Revenue – доход от PXI; VXI Revenue – доход от VXI; AXIe Revenue – доход от AXIe; Source: Frost & Sullivan – источник: Frost & Sullivan)

Используя модульный подход, вы можете значительно уменьшить размеры систем WLR без ущерба для качества измерений. Открытая архитектура программного обеспечения позволяет вам определять функциональность вашей системы, модифицировать тесты и добавлять оборудование по мере изменения ваших требований. Это включает в себя интеграцию новейших многоядерных процессоров, максимизацию времени безотказной работы системы с помощью средств контроля работоспособности и мониторинга, а также дополнение операциями ввода-вывода.

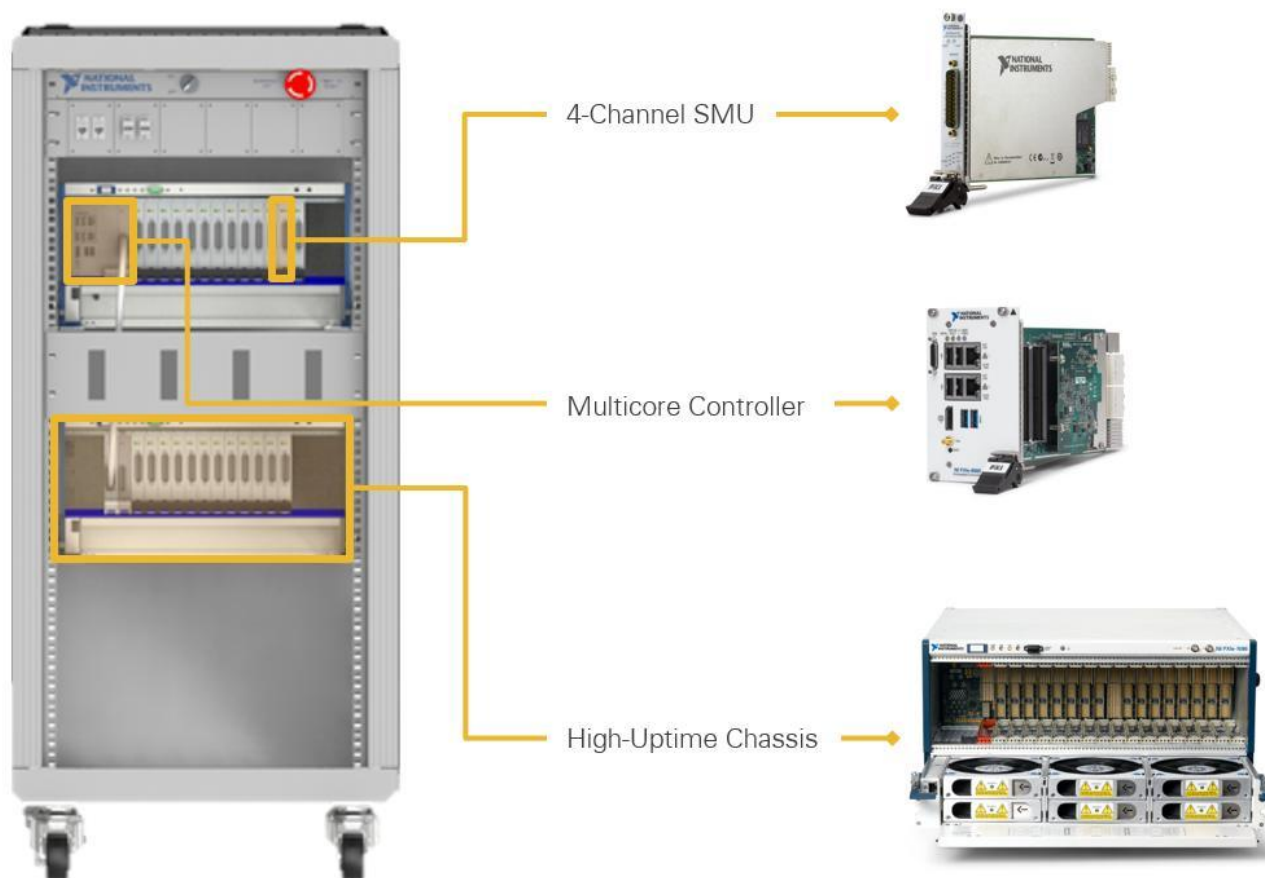


Рисунок 4. Надежность системы с резервированием, в которой используется модульная платформа PXI (4-Channel SMU – 4-канальный SMU; Multicore Controller – многоядерный контроллер; High-Uptime Chassis – шасси с большим сроком службы)

Измерительные источники питания с высокой плотностью каналов

Используя SMU на основе PXI для построения WLR-систем, вы можете добавить сотни каналов SMU в вашу систему, сохраняя при этом приемлемые стоимость в расчете на канал и размеры. Модули NI SMU предназначены для создания систем автоматизированных испытаний, и вы можете использовать модульную архитектуру для оптимизации количества каналов и характеристик всей системы. Благодаря высокой плотности каналов вы можете обойтись без коммутаторов между SMU и пластиной. Вместо коммутации вы можете подключить каждую тестовую площадку непосредственно к высокоточному измерительному устройству. Такая архитектура "SMU-на-контакт" предотвращает негативное влияние коммутаторов на целостность сигнала, время тестирования и гибкость процедуры тестирования, помогая вам реализовать передовые алгоритмы стресс-измерений.

SMU на основе PXI могут добавить в вашу систему сотни каналов при разумной стоимости в расчете на канал и приемлемых размерах

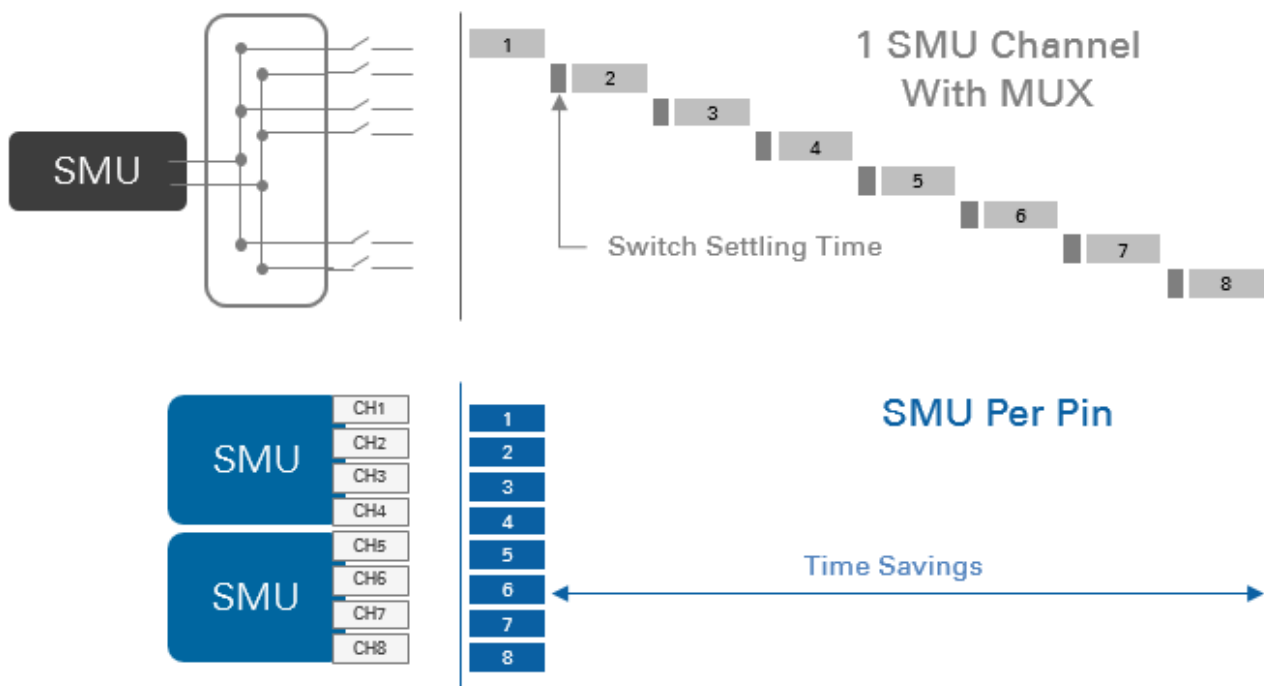


Рисунок 5. Параллельная архитектура "SMU-на-контакт" сокращает время тестирования по сравнению с мультиплексированной архитектурой (1 SMU with MUX – 1-канальный SMU с мультиплексором; Switch Settling Time – время установления ключа; SMU per Pin – SMU на контакт; Time Savings – выигрыш времени)

Хотя архитектура "SMU-на-контакт" не является совершенно новой в WLR-системах, NI SMU обеспечивает значительно большее количество каналов, чем существующие решения. В WLR-системе, основанной на NI PXI, SMU предлагают:

1. **Высокая плотность** - вы можете разместить до 68 каналов SMU в одном 4U 19 дюймовом шасси PXI, и смонтировать несколько шасси в одной стойке для автоматизированных испытаний, получив при этом сотни независимых каналов SMU в системе.
2. **Высокая точность измерений** - при чувствительности от 10 фА до 10 пА вы не жертвуете качеством измерений.
3. **Быстродействующий движок управления последовательностями** - вы можете направлять длинные, аппаратно синхронизируемые последовательности в SMU вашей системы и синхронизировать все каналы. Это обеспечивает очень высокие скорости выполнения, детерминированные измерение и управление источниками воздействий.
4. **Встроенный дигитайзер** - при частоте дискретизации более 600 кОтсчетов/с вы можете захватить данные переходного процесса устройства, не используя внешний осциллограф.

[Узнайте, почему пользователи переходят на NI SMU](#)

Большое время безотказной работы и удобство обслуживания

Обеспечение безотказной работы системы имеет решающее значение как для систем, определяющих надежность в процессе производства (в режиме инлайн), так и для систем, определяющих надежность в режиме офлайн. Если система, определяющая надежность в процессе производства, выходит из строя, производство полупроводниковых пластин может остановиться. Испытания офлайн на надежность, которые часто выполняются в течение нескольких месяцев или лет, предоставляют критически важные данные о предполагаемом сроке службы продукта. В соответствии с этим тестеры для испытаний на надежность должны постоянно находиться в рабочем режиме и непрерывно собирать данные в течение всего эксперимента, поскольку отказ тестера может привести к срыву эксперимента.



Рисунок 6. Большое время безотказной работы шасси PXI с резервными вентиляторами и источниками питания

(Hot-swappable, redundant fans – надежные вентиляторы, допускающие горячую замену; Hot-swappable, redundant power supplies – надежные источники питания, допускающие горячую замену)

Платформа PXI предоставляет многочисленные преимущества для разработки приложений с большим временем наработки на отказ и критически важных приложений. Например, вы можете построить свою систему, используя шасси с резервными, с возможностью горячей замены, вентиляторами и блоками питания. Если какой-либо компонент выходит из строя, система продолжает работать и позволяет вам заменить компонент без выключения системы и прерывания эксперимента. Кроме того, вы можете удаленно контролировать работоспособность системы - скорость вентилятора, температуру, потребляемую мощность и другие ключевые параметры, которые могут указывать на надвигающийся отказ.

[Узнайте, как PXI может повысить надежность вашей системы, ее доступность, удобство обслуживания и управляемость](#)

Доступность последних моделей коммерческих процессоров

Системы тестирования с параллельной архитектурой не могут быть ограничением из-за недостатка возможностей обработки или задержки передачи данных. Одним из преимуществ параллельных WLR-систем на платформе PXI является возможность использования контроллеров с новейшими многоядерными процессорами Intel. Кроме того, объединительная плата шасси обеспечивает малую задержку при обмене данными между процессором и модулями, а также связь между модулями по сигналам цифрового запуска. Для параллельных WLR-систем это означает, что вы можете выгружать детализированное выполнение тестовой последовательности каждому модулю SMU и резервировать контроллер для сбора и анализа данных.

PXI-BASED TEST SYSTEMS

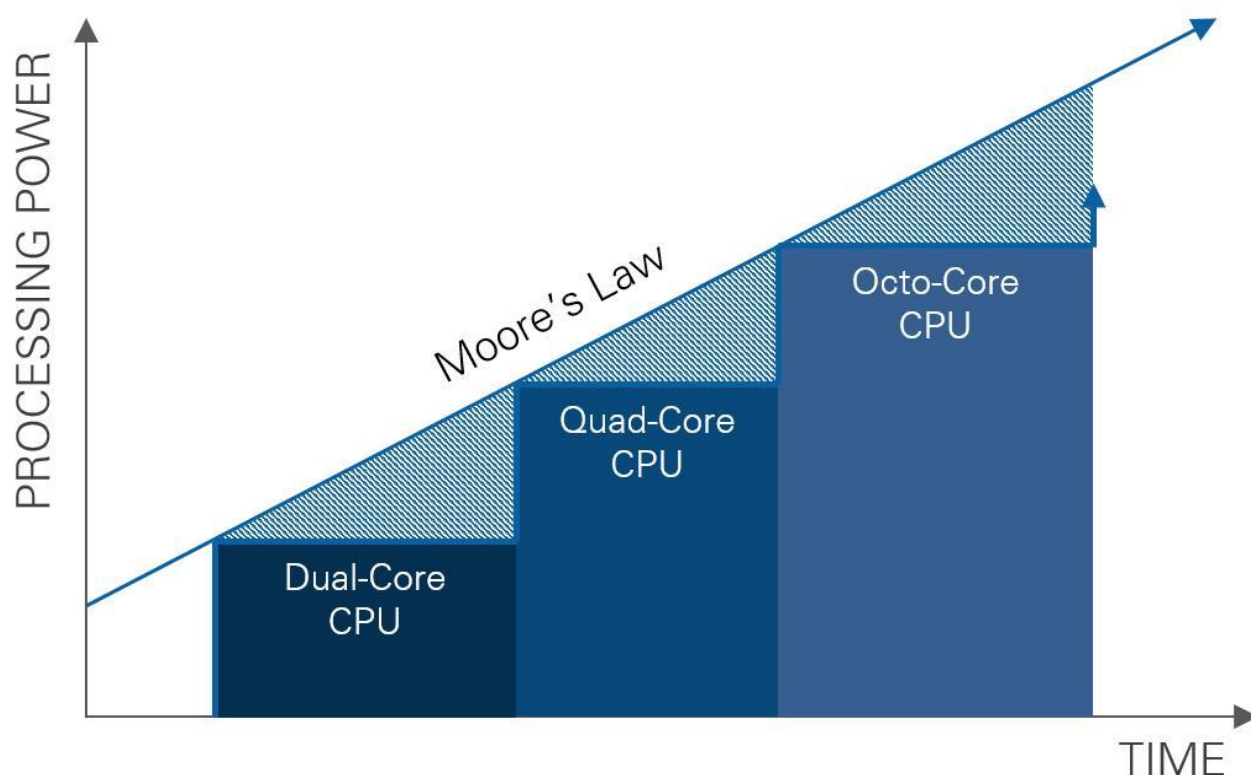


Рисунок 7. Тестовые системы на базе PXI предоставляют доступ к новейшим коммерческим процессорам

(PXI-BASED TEST SYSTEMS – системы тестирования на основе PXI; PROCESSING POWER – производительность вычислений; Moore's Law – закон Мура; Dual-Core CPU – 2-ядерный процессор; Quad-Core CPU – 4-ядерный процессор; Octo-Core CPU – 8-ядерный процессор)

[Достигайте наивысшей производительности вашей тестовой системы, используя многоядерные процессоры](#)

[В начало](#)

5. PXI: Конкурентное преимущество

Традиционные системы определения надежности служат своей цели на протяжении десятилетий, однако способность этих систем предоставлять и анализировать огромные объемы данных о надежности снижается. Чтобы удовлетворять подобные требования, многие компании обращаются к модульным платформам, таким, как PXI, для создания WLR-систем с максимальным параллелизмом, большим временем безотказной работы и новейшими коммерческими процессорами. Используя программно определяемую архитектуру этих систем, компании могут сохранять контроль над своей интеллектуальной собственностью и масштабировать свои системы по мере изменения требований. Такой подход удовлетворяет потребность компаний в более надежных данных, получаемых при меньших затратах, и хорошо позиционирует их для удовлетворения постоянно меняющихся требований к тестированию в будущем.

6. Узнайте больше

- [Ознакомьтесь с изделиями NI SMU и их преимуществами.](#)
- [Посмотрите, как PXI может повысить надежность вашей системы, ее доступность, удобство обслуживания и управляемость.](#)
- [Достигайте наивысшей производительности вашей тестовой системы, используя многоядерные процессоры](#)

[В начало](#)