

# КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ – КАКОЙ ФОРМ-ФАКТОР ВЫБРАТЬ?

Ф.Берту

Сегодня между экспертами-метрологами, производителями контрольно-измерительных приборов и пользователями идут споры о том, приборы какого форм-фактора – настольные, модульные или ручные – наилучшим образом подходят для выполнения того или иного измерения? Кроме того, часто возникают и более общие вопросы. Каковы тенденции развития контрольно-измерительных приборов? Станут ли все приборы модульными или приоритет сохранится за настольными приборами? В данной статье обсуждаются эти перспективы и рассматриваются критерии выбора оптимального решения – настольного и модульного – для конкретного измерения.

## ОБЩИЕ ОТВЕТЫ НЕ ЯВЛЯЮТСЯ ИСЧЕРПЫВАЮЩИМИ

Некоторые производители контрольно-измерительного оборудования, предлагающие приборы только в формате PXI (расширение PCI для измерительных приборов), являются яркими сторонниками модульного форм-фактора. По их мнению, PXI почти во всех случаях придет на смену настольным приборам. Они утверждают, что точности PXI-модулей – даже в радиочастотных измерениях – будет вполне достаточно, чтобы заменить традиционные приборы, и что преимущества модульной конструкции, такие как малый размер, высокое быстродействие и масштабируемость, будут оценены по достоинству.

Другие производители настаивают на том, что только настольным приборам присуща высокая точность, гибкость и удобство управления. Они не видят будущего у модульных решений и считают, что такие приборы будут занимать лишь малую часть рынка контрольно-измерительной аппаратуры.

Альтернативное мнение заключается в том, что модульные приборы лучше подходят для производственных условий, тогда как настольные решения удобны в научных исследованиях. Тем, кто

придерживается этой точки зрения, кажется логичным применение модульных приборов на производстве, где решающее значение имеет малый размер и высокая скорость измерений, а функциональность четко определена и узконаправленна. Настольные приборы, в свою очередь, могут использоваться для анализа и отладки в научных исследованиях, где важную роль играют высокие характеристики оборудования и разнообразие видов измерений.

Но ни одна из этих точек зрения не является до конца верной. В реальных ситуациях при выборе типа прибора нужно учитывать ряд обстоятельств.

## ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР – ИССЛЕДУЕМОЕ УСТРОЙСТВО

Самый важный параметр, который надо принимать в расчет, – это тип тестируемого устройства. Например, для производственного тестирования РЛС понадобится совершенно другое измерительное оборудование, нежели для тестирования бытовых электронных устройств, таких как планшетные компьютеры или телефоны. На выбор оборудования влияет и объем выпуска изделий, а также степень достоверности, которую инженеры предполагают

получить в результате измерений. Не случится ничего страшного, если мобильный телефон поступит в продажу без всестороннего тестирования всех мыслимых параметров на каждом этапе производственного процесса, поскольку его всегда можно заменить или починить. Но некоторые изделия, такие как спутниковое оборудование, которое стоит миллионы долларов и не может ремонтироваться на орбите, требуют самых тщательных измерений на всех этапах производства. Кроме того, температурная и долговременная стабильность характеристик, а также точность и воспроизводимость выполняемых функций таких устройств должны быть значительно выше, чем у мобильных телефонов. Между этими двумя крайними случаями есть множество вариантов исходных условий и требований к тестированию, что делает каждую ситуацию совершенно уникальной. Поэтому в производственных условиях могут оказаться эффективными как модульные, так и настольные приборы.

И для исследовательских приложений оптимальный форм-фактор не всегда очевиден. При выборе контрольно-измерительного оборудования для научных исследований решающим обстоятельством является возможность отладки и анализа. Тем не менее, специальные типы изделий требуют проведения особых тестов. Например, для тестирования трансиверов с несколькими входами и выходами (Multiple Input Multiple Output – MIMO) испытательная система должна генерировать и анализировать несколько сигналов параллельно. В этом случае правильным выбором окажется модульное решение.

В некоторых задачах, таких как тестирование РЛС, часто целесообразно применять и модульное, и настольное оборудование. Например, схемы модулирующего сигнала можно тестировать модульными приборами, а СВЧ-схемы – настольными.

И наконец, важно подчеркнуть, что со временем потребности в измерениях меняются. Производство давно освоенных изделий может потребовать меньше тестов, чем производство совершенно новых изделий. Может возникнуть необходимость изменить и адаптировать стратегию тестирования на разных этапах производства. На ранних этапах разработки часто приходится искать наиболее мощные контрольно-измерительные решения с лучшими характеристиками для отладки первых прототипов. В этом случае настольные приборы предлагают интерактивные и гибкие средства для самого глубокого анализа и тестирования. Позже, в том же исследовательском отделе, когда фокус переместится на измерение параметров и провер-

ку, число измерений возрастет, и большее значение приобретет скорость.

Поэтому нельзя дать однозначные ответы на упомянутые выше общие вопросы. И модульные, и настольные приборы всегда находят свое место в контрольно-измерительных системах. Но из приведенных примеров ясно, что прежде чем предложить правильное решение, производитель контрольно-измерительного оборудования должен детально разобраться в конкретной ситуации. Компания Agilent Technologies обладает в этой области уникальным опытом, который позволяет ей вести открытый диалог с заказчиками и подбирать оптимальные решения – настольные, модульные или смешанные.

### ЕДИНЫЙ ПОДХОД К ИЗМЕРЕНИЯМ

Для оптимизации времени и ресурсов, необходимых для тестирования изделия в течение всего цикла разработки и производства, важно учитывать и некоторые другие аспекты. Использование разных форм-факторов дает определенные преимущества, но также обладает некоторыми недостатками. Несогласованность методов измерений и обработки их результатов при использовании различного оборудования на разных этапах производственного цикла может существенно снизить эффективность работы. Кроме того, затрудняется взаимодействие разных подразделений, принимающих участие в тестировании. Однако эти негативные эффекты можно устранить, если опираться на единое метрологическое обеспечение для разных приборов: общие алгоритмы измерений, общее программное обеспечение, общие команды программирования и общий интерфейс пользователя.

Компания Agilent Technologies уже начала воплощать такой подход в своих настольных анализаторах сигналов серии X (рис.1). Серия X – состоящая



Рис.1. Настольный анализатор сигналов MXA

Основные характеристики приборов различных форм-факторов

| Характеристики   | PXA<br>(N9030A)      | MXA<br>(N9020A)         | EXA<br>(N9010A)       | CXA<br>(N9000A)         | PXI VSA (M9392A)         |
|--|----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| Производительность                                     | ●●●●●                | ●●●●                    | ●●●                   | ●●                      | ●●●                      |
| Диапазон частот  | От 3 Гц<br>до 50 ГГц | От 10 Гц<br>до 26,5 ГГц | От 10 Гц<br>до 44 ГГц | От 9 кГц<br>до 26,5 ГГц | От 50 МГц<br>до 26,5 ГГц |
| Полоса анализа, МГц                                    |                      |                         |                       |                         |                          |
| стандартная  | 10                   | 25                      | 25                    | 10                      | 250                      |
| максимальная (опция)                                   | 160                  | 160                     | 40                    | 25                      |                          |
| Общая погрешность амплитуды (95%), дБ                  | ±0,19                | ±0,23                   | ±0,27                 | ±0,50                   | ±0,50                    |
| Средний уровень собственных шумов (DANL) на 1 ГГц, дБм | -172                 | -166                    | -163<br>-165*         | -163                    | -158                     |
| Фазовый шум, дБн/Гц (несущая 1 ГГц, отстройка 10 кГц)  | -132                 | -113                    | -103                  | -102                    | -115<br>(несущая 10 ГГц) |

\* Опция 532 или 544

из недорогих приборов CXA, универсальных EXA, приборов среднего класса MXA и высшего класса PXA - использует единую измерительную систему с одним набором измерительных приложений, согласованными алгоритмами, совместимыми языками программирования и одинаковым интерфейсом.

Теперь Agilent переносит эту концепцию на следующий уровень, используя общие методы измерений в приборах разных форм-факторов. С выпуском новейших векторных генераторов сигналов (VSG) и векторных анализаторов сигналов

(VSA) в формате PXI (рис.2) набор измерений, интерфейс пользователя и язык программирования стали одинаковыми как в настольных, так и в модульных анализаторах. Теперь инженер может использовать, например, одно и то же программное приложение серии X для измерения амплитуды вектора ошибки с помощью анализатора сигналов серии X или с помощью векторного анализатора сигналов в формате PXI. Ему не придется осваивать другой интерфейс и заботиться о качестве и согласованности измерительных алгоритмов при использовании разных форм-факторов. При этом технические характеристики настольных и модульных приборов сопоставимы (см. таблицу).

Таким образом, не существует простого правила, которое позволило бы выбрать наилучший форм-фактор для всех задач. Каждая контрольно-измерительная система предъявляет собственные требования. Компания Agilent, консультируя своих заказчиков, предлагает настольные и модульные приборы в соответствии с их потребностями. Благодаря применению общего метрологического обеспечения для двух форм-факторов, инженеры могут получить оптимальное решение в любом исполнении. ●



Рис.2. Анализатор сигналов в формате PXI M9392A (двухканальная конфигурация). Модули PXI установлены в шасси PXIe M9018A