

АНАЛИЗАТОР KEYSIGHT CX3300 – ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ АНАЛИЗА СВЕРХМАЛЫХ ТОКОВ

А.Телегин¹

УДК 621.317
ВАК 05.11.00

Оценка тока потребления маломощных устройств – весьма непростая задача, требующая измерения быстро меняющихся динамических токов очень низкого уровня. Однако у существующих методов таких измерений много недостатков – высокий уровень шума, ограниченный динамический диапазон и полоса анализа и др. В результате низкоуровневые динамические токи часто остаются незамеченными и неизмеренными. Справиться с этими проблемами поможет новый анализатор CX3300 компании Keysight Technologies, который позволяет измерять широкополосные и низкоуровневые сигналы тока.

Инженеры, занятые конструированием устройств, работающих от аккумуляторных батарей, вынуждены обеспечивать пониженное энергопотребление. Новейшие технологические тенденции, связанные с маломощными устройствами, используемыми для Интернета вещей (IoT), межмашинного взаимодействия (M2M) и др., еще больше усиливают такую потребность. Для решения проблемы необходимо измерять и анализировать переходные токи очень малой величины на уровне наноампер. Сложность данной задачи обусловлена целым рядом факторов, ограничивающих возможности измерительной аппаратуры:

- **узкий динамический диапазон.** Для большинства устройств с питанием от аккумуляторных батарей характерны состояния низкого энергопотребления, такие как режим сна или режим ожидания, в которых потребляется крайне низкий ток питания, например, менее 1 мкА. В то же время в активном режиме обычно требуется ток более 10 мА, а порой и значительно больший. В рамках одного измерения сложно регистрировать токи в таком широком динамическом диапазоне;
- **высокий уровень шумов измерительной аппаратуры.** Измерять низкоуровневые токи (ниже 1 мА) всегда сложно из-за значительного порога собствен-

ных шумов. Очень эффективно использование шунтирующего резистора и осциллографа, но в таком случае минимальный измеряемый ток ограничивается пороговым шумом и падением напряжения на резисторе;

- **ограниченная полоса анализа.** При измерении кривых низкоуровневых токов с определенной разрешающей способностью необходим компромисс относительно полосы анализа, иначе широкополосное измерение может вызывать снижение разрешающей способности. Для измерений с высокой разрешающей способностью часто применяются мультиметры или амперметры, но они не подходят для измерений широкополосных сигналов тока из-за меньшей полосы анализа. Кроме того, при использовании специального измерительного прибора, основанного на стандартных, а не специализированных деталях, сложно проводить измерения в различных диапазонах с одной и той же шириной полосы анализа;
- **набор требуемых приборов.** Обычно мультиметр применяется для измерения усредненного тока в режиме сна, в то время как для регистрации токов в активном режиме можно использовать осциллограф. На основании полученных результатов вручную рассчитываются значения суммарного энергопотребления и потребляемого тока, однако эти данные не всегда надежны, а их проверка может оказаться трудоемкой.

Таким образом, инженерам и исследователям необходимо решение для измерения формы широкополосных

¹ ООО "Кейсайт Текнолоджиз", специалист по системам электропитания, alexey_telegin@keysight.com.

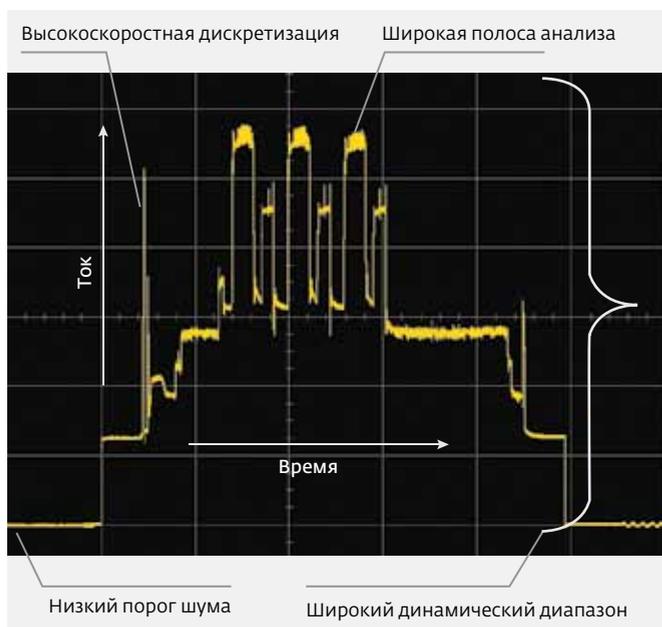


Рис.1. Ключевые требования к измерениям формы широкополосных и низкочастотных сигналов тока

и низкочастотных сигналов тока с помощью одного прибора, которое бы одновременно удовлетворяло нескольким ключевым требованиям к характеристикам измерения (рис.1). В качестве такого решения предлагаются новые анализаторы формы сигнала тока серии CX3300 компании Keysight Technologies (рис.2). Рассмотрим возможности этих приборов.

Основные характеристики анализаторов CX3300 таковы:

- число каналов: два (модель CX3322A) или четыре (модель CX3324A);
- ширина аналоговой полосы анализа: 50, 100 или 200 МГц (в зависимости от опции);

- максимальная частота дискретизации: 1 Гвыб/с;
- динамический диапазон (разряды АЦП): 14 (высокоскоростной режим) и 16 (режим высокой разрешающей способности);
- глубина памяти: 16, 64 или 256 Мвыб (в зависимости от опции).

Технология измерений с подавлением высокочастотного шума, реализованная в приборах CX3300, позволяет измерять формы сигнала тока начиная с уровня 150 пА – такой результат ранее был недостижим с помощью других приборов.

Для анализаторов CX3300 доступно три типа датчиков тока. Двухканальный датчик тока CX1102A обеспечивает динамический диапазон в 100 дБ и позволяет проводить одновременное измерение в двух диапазонах. Например, первичный канал может быть установлен на диапазон 200 мА, а вторичный – на диапазон 2 мА. Этот датчик тока полезен при работе с системами с малым потреблением мощности, которые периодически функционируют как в режимах сна/ожидания, так и в активном. Датчик CX1101A поддерживает широкие диапазоны измерений (от 40 нА до 10 А). Датчик CX1103A обеспечивает измерение наименьшего в серии тока от 150 пА и наибольшую в серии полосу анализа до 200 МГц. Шесть типов съемных головок датчиков позволяют выбрать подходящий вариант соединения с тестируемым устройством.

Зарегистрированные кривые тока отображаются на мультисенсорном ЖК-экране диагональю 14,1" с разрешением WGXA.

Сочетание характеристик прибора обеспечивает его уникальные возможности. Так, широкий динамический диапазон позволяет одновременно измерить и вывести на экран сигналы с амплитудой тока, различающейся более чем на порядок (рис.3). Поэтому легко определять профили энергопотребления, в том числе в устройствах,



Рис.2. Анализаторы сигнала тока серии CX3300: а – двухканальный, б – четырехканальный

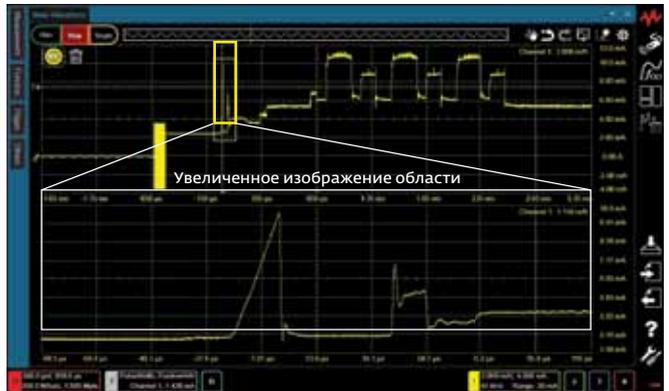


Рис.3. Пример измерения с широким динамическим диапазоном: одновременное измерение формы сигналов тока амплитудой 40 мА и 10 мкА

Рис.4. Пример регистрации быстрых переходных токов

величина потребляемого тока которыми сильно различается в разных режимах.

Благодаря высокой частоте дискретизации и широкой полосе анализа анализатора CX3000 можно надежно регистрировать даже очень кратковременные переходные токи и детально отображать их на дисплее (рис.4). Например, измерение переходных токов с шириной импульса менее 100 нс позволит оценивать и анализировать такие элементы памяти, как PRAM, ReRAM, MRAM и др.

При измерении широких диапазонов динамических токов важно учитывать полосу анализа измерений. Вычислить ее вручную бывает непросто, но приборы серии CX3300 автоматически рассчитывают соответствующие параметры и отображают в реальном времени эффективную полосу анализа измерения для каждого из каналов (рис.6). Поэтому при использовании приборов серии CX3300 не стоит беспокоиться о полосе анализа измерений.

Глубина памяти до 256 Мвыб/канал и высокая скорость сбора данных дают возможность регистрировать информацию о работе за длительный период времени, например, для выявления непредвиденных пиков тока. Посредством функции масштабирования "Где угодно" (см. ниже) можно четко идентифицировать любые интересующие области на измеренной кривой сигнала (рис.5).

Еще одна важная функция программного обеспечения – автоматический профилировщик мощности и тока (рис.7). Анализ профиля мощности или тока необходим, чтобы знать, какой ток потребляется при определенных состояниях или событиях, но это трудоемкий процесс. Профилировщик автоматически отображает на временной оси линии, соответствующие различиям уровней по вертикали, и моментально рассчитывает такие ключевые параметры, как средний, максимальный и минимальный ток, накопленный заряд и др., для каждого из сегментов. Результаты расчетов выводятся в расположенной рядом с графиком таблице.

Знание величины пикового тока не только повышает эффективность отладки, но и позволяет выбирать оптимальные компоненты.

Возможности прибора существенно расширяет специальное программное обеспечение, адаптированное для измерения и анализа формы широкополосных и низкочастотных сигналов тока. Так, вышеупомянутая функция масштабирования "Где угодно" позволяет увеличить любую область измеренной кривой. Несколько простых действий с элементами управления на передней панели или щелчок по значку в окне кривой моментально активируют функцию "Увеличительное стекло" (см. рис.5), которая показывает в увеличенном масштабе любую интересующую пользователя область графика как по вертикальной, так и по горизонтальной оси, независимо от основной кривой. Причем данную область можно передвигать по графику сигнала. Таким образом, можно в полной мере воспользоваться преимуществами 14- и 16-битовой разрешающей способности CX3300.

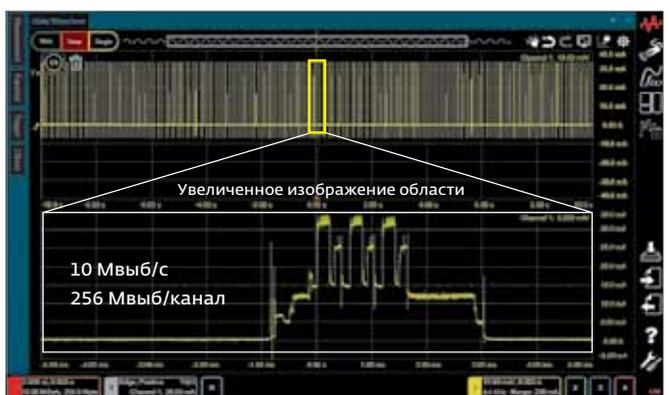


Рис.5. Масштабирование области на измеренной кривой сигнала с помощью функции "Где угодно"



Рис.6. Отображение эффективной полосы анализа измерений в малых диалоговых окнах

В целом, приборы серии CX3300 – уникальные устройства на рынке, которые позволяют выполнять измерения,



Рис.7. Интерфейс автоматического профилировщика мощности и тока

недоступные при использовании других инструментов. Анализаторы тока CX3300 могут успешно применяться при создании резистивной памяти с произвольным доступом ReRAM, RRAM и других типов памяти; при проектировании устройств для Интернета вещей, включая устройства с поддержкой технологий 5G, Bluetooth Low Energy и Zigbee; для оценки профилей потребления тока и мощности в интегральных схемах специального и космического назначения и во многих других приложениях. ●

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



РУКОВОДСТВО ПО ИЗМЕРЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ СВЧ ЭЛЕМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЕЙШИХ МЕТОДОВ ВЕКТОРНОГО АНАЛИЗА ЦЕПЕЙ

Джоэль П. Дансмор
При поддержке Keysight
Перевод с английского

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – Ок. 560 с.
формат 70 × 100 / 16
переплет

Эта книга представляет собой совокупность базовых и передовых понятий теории и практики. К сожалению, границы этих понятий размыты и зависят в значительной степени от уровня образования и опыта читателя. Прежде всего, эта книга о методах выполнения измерений, но в то же время в ней содержится масса информации о характеристиках устройств. Эта информация будет полезна и для проектировщика, и для инженера-испытателя, поскольку одна из целей тестирования устройства состоит в том, чтобы установить характеристики, которые не следуют из упрощенных моделей, обычно используемых для этих устройств.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ (495) 956-3346; ☎ (495) 234-0110; knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru