

# Keysight Technologies

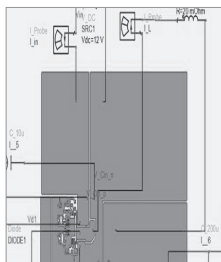
## Повышение надежности и эффективности работы новых поколений преобразователей электрической энергии (Часть 4)

Проверка и сертификация изделий

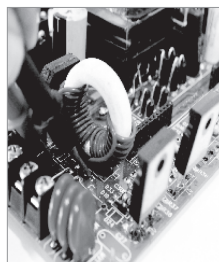
Рекомендации по применению



Оценка силовых устройств и компонентов



Моделирование устройств



Проектирование и отладка устройств



Проверка и сертификация изделий

# Введение

Необходимость в снижении энергопотребления и выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу служит фактором роста на рынках силовой электроники и преобразователей электрической энергии. Два основных конструктивных требования к проектируемым схемам преобразователей электрической энергии — это повышенный КПД преобразования и повышенная надежность. Например, в солнечной энергетике выбор того или иного типа инвертора для солнечной энергоустановки определяется главным образом нормированной стоимостью энергии (Levelized Cost of Energy, LCOE). КПД и надежность — два основных параметра в алгоритме определения LCOE, от которых зависит, сумеет ли продать ваша компания свой инвертор потребителю. В гибридных автомобилях и электромобилях от надежности преобразователя зависит репутация автопроизводителя, а также безопасность и сбережение человеческих жизней.

Многие виды изделий с преобразователями электрической энергии на базе кремниевых полупроводниковых устройств уже приближаются к пределам своих возможностей по данным параметрам. Появление силовых полупроводниковых устройств с большой шириной запрещенной зоны (широкозонных устройств) на основе карбида кремния (SiC) и нитрида галлия (GaN) открывает перспективу для дальнейшего улучшения этих параметров. Широкозонные устройства, характеризующиеся повышенной скоростью переключения, способностью выдерживать более высокие напряжения и расширенным диапазоном рабочих температур, позволяют повысить КПД и надежность преобразователей электрической энергии нового поколения, а также уменьшить их габариты. Но чтобы преобразователи электрической энергии на широкозонных полупроводниковых силовых устройствах смогли получить широкое распространение, необходимо изучить типичные задачи, с которыми приходится сталкиваться в ходе их проектирования и испытаний, и научиться решать эти задачи для наиболее полной реализации потенциала преобразователей данного типа.

Настоящий документ представляет собой четвертую часть из четырех в серии, посвященной обзору всех этапов цикла проектирования преобразователей электрической энергии. На каждом из этапов рассматриваются задачи, возникающие в ходе проектирования и испытаний преобразователей электрической энергии нового поколения, а также программные и аппаратные средства, помогающие решать эти задачи. Упор делается на улучшение упомянутых выше конструктивных параметров: повышение КПД преобразования, повышение надежности и уменьшение габаритных размеров. Рассматриваются также характерные задачи, возникающие при проектировании и испытаниях преобразователей электрической энергии с применением широкозонных устройств. Каждая часть в серии посвящена одному из этапов цикла проектирования:

1. Оценка силовых устройств и компонентов
2. Моделирование устройств с использованием программных средств
3. Проектирование и отладка устройств
4. Проверка и сертификация изделий

## Проверка и сертификация изделий

На этом этапе цикла проектирования, когда разработчик удовлетворен работой опытных образцов своего преобразователя электрической энергии, настает черед обстоятельной проверки работоспособности конструкции во всевозможных режимах и условиях. Необходимо также разработать технические условия на изделие, в число которых входит КПД преобразования — подчас критически важный фактор. Наконец, изделие должно соответствовать требованиям различных стандартов и норм сертификации, которые могут различаться в зависимости от страны продажи. Испытания на соответствие этим требованиям могут выполняться специальной испытательной лабораторией или самим производителем с обязательной проверкой результатов независимой сертифицированной сторонней организацией. Суть в том, что на этом этапе цикла проектирования предстоит выполнить большой объем трудоемких испытаний, прохождение которых является условием выхода продукции на рынок.

Для этих целей компания Keysight предлагает широкий ассортимент аппаратуры и программного обеспечения. Это продукты на основе проверенных методов измерений, которые обеспечивают точность и повторяемость результатов, и продукты, ориентированные на простоту в использовании, упрощение процесса испытаний и сокращение их длительности. Избежать ненужных длительных перерывов в испытаниях помогают великолепное послепродажное обслуживание и техническая поддержка продукции Keysight, в том числе:

- стандартная трехлетняя гарантия на всю продукцию;
- глобальная техническая поддержка;
- оказание услуг по ремонту покупателям со всего мира с возможностью предоставления оборудования на замену;
- оказание услуг по калибровке покупателям со всего мира с возможностью калибровки на месте.

По послепродажному обслуживанию и технической поддержке компания Keysight не имеет равных среди производителей контрольно-измерительной аппаратуры. В следующих разделах рассматриваются некоторые задачи, с которыми приходится сталкиваться в ходе испытаний на данной стадии цикла проектирования, а также способы решения этих задач с помощью продукции Keysight Technologies.

## Более эффективный анализ параметров силовых цепей

Измерение качества электроэнергии и эффективности конструкции — важнейшее условие соответствия продукции региональным нормам испытаний и конкурентоспособности производителя на рынке. В некоторых видах измерений требуется измерять входное и выходное напряжения, ток и мощность с высокими точностью и разрешением. Как правило, для таких измерений используется анализатор мощности. Сегодня на рынке представлено большое разнообразие анализаторов силовых цепей, но, как отмечают специалисты Keysight, большинство из них сложны в использовании. К тому же, они не дают особенно глубокого представления об измеряемых сигналах, что могло бы помочь в выявлении различных конструктивных недочетов. Учитывая это, компания Keysight выпустила серию анализаторов силовых цепей PA2200 IntegraVision, в которую входят следующие модели:

- двухканальный однофазный анализатор силовых цепей PA2201A IntegraVision;
- четырехканальный трехфазный анализатор силовых цепей PA2203A IntegraVision.



Рис. 1. Анализатор силовых цепей PA2201A IntegraVision с дисплеем 12" дюйма

Анализаторы силовых цепей Keysight серии IntegraVision оснащены интуитивно понятным пользовательским интерфейсом на базе сенсорного экрана, который обеспечивает простоту использования прибора и избавляет от ненужных препятствий в работе. Вспомните анализаторы, которыми вам приходилось пользоваться прежде. Нередко для того, чтобы настроить анализатор для простого измерения КПД, требовалось выполнить большое количество манипуляций с органами управления на передней панели, неоднократно обратиться к руководству пользователя, а иногда и позвонить в техническую поддержку. С анализаторами силовых цепей IntegraVision все эти сложности ушли в прошлое.

Еще раз вернитесь к своему опыту работы со старыми анализаторами: что вы делали, если результаты измерения качества электроэнергии выходили далеко за ожидаемые пределы? В лучшем случае на экране анализатора отображалась небольшого размера сигнальная кривая мощности с ограниченными возможностями анализа, а в худшем результаты выводились только в текстовом виде, вынуждая прибегать к использованию другого прибора для более детального анализа мощности. Анализаторы серии IntegraVision имеют сенсорный дисплей с диагональю 12,1 дюйма и оснащены разнообразными средствами анализа, которые обыкновенно встречаются в осциллографах (рис. 1).

Знакомый интерфейс осциллографа позволяет быстро в подробностях изучить сигнал и диагностировать самые сложные проблемы. В частности, в нем предусмотрены следующие средства анализа:

- 29 готовых видов измерений параметров сигнальных кривых с использованием курсоров, включая размах, время нарастания, частоту и площадь под кривой.
- Одновременный просмотр сигнала во временной и частотной областях, а также содержания гармонических составляющих на столбчатой диаграмме или в виде таблицы (см. рис. 2 ниже). Предварительные измерения на соответствие требованиям стандарта IEC 61000–3–2 (гармонические составляющие тока).
- Создание пользовательских измерений на основе математических операций с данными сигнальных кривых. (пример — функция  $i^2T$  для расчета тепловой энергии, которая необходима, чтобы правильно определить размеры предохранителя).
- Регистрация одиночных событий (например, пуск преобразователя) и переходных процессов (например, пропуск периода) для визуализации и анализа непосредственно в анализаторе (рис. 3).

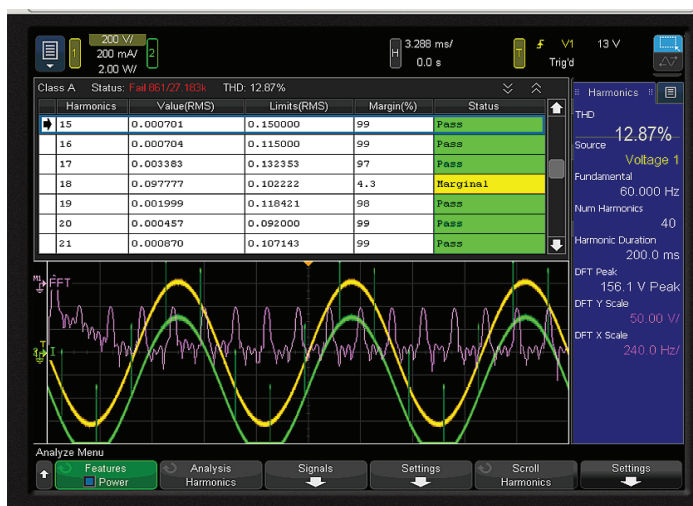


Рис. 2. Содержание гармоник

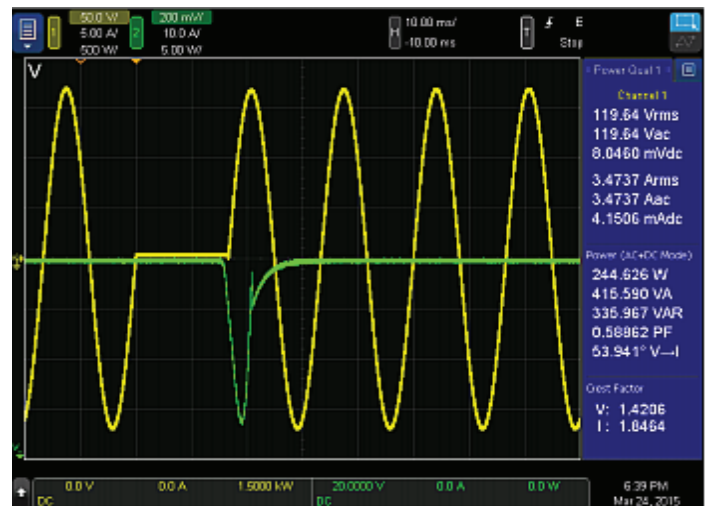


Рис. 3. Регистрация переходного процесса

В основе всех этих функциональных возможностей приборов Keysight лежат проверенные методы измерений, которые обеспечивают точность и надежность результатов измерения параметров силовых цепей. Предусмотрено измерение таких параметров как КПД, активная мощность, полная мощность, реактивная мощность, фаза, коэффициент мощности и многое другое. Обратитесь к представителю Keysight, чтобы опробовать в деле анализатор силовых цепей IntegraVision — и вы сами ощутите разницу.

## Проверка надежности конструкции

Надежность — критически важный конструктивный параметр изделий преобразователя электрической энергии. Рассмотрим в качестве примера инверторы для солнечных энергоустановок. Решения о покупке инверторов чаще всего завязаны на алгоритм расчета так называемой нормированной стоимости энергии (Levelized Cost of Energy, LCOE). Надежность, или гарантийный срок службы инвертора для солнечной энергоустановки — важный параметр этого алгоритма. Это означает, что если компания неспособна обеспечить достаточно длительный гарантийный срок службы своего изделия, алгоритм расчета LCOE сработает не в ее пользу, и эта компания не сможет выжить на рынке. То же можно сказать о преобразователях электроэнергии, применяемых в гибридных автомобилях и электромобилях. Зачастую рейтинг надежности автомобиля или репутация автопроизводителя в той сфере служит основным критерием при принятии решения о покупке автомобиля.

Проверка надежности нередко предполагает испытание изделия во всевозможных режимах работы на длительном промежутке времени во всем номинальном диапазоне температур. В ходе таких испытаний обычно необходимо выполнять множество измерений температуры, напряжения, тока и мощности, чтобы убедиться, что фактические характеристики устройства находятся в заявленных пределах. Часто в лаборатории имеются все приборы, необходимые для выполнения требуемых измерений, но проблема в том, чтобы найти или создать программное обеспечение, которое организует их взаимосвязанную работу для регистрации и визуализации данных измерений на протяжении часа, суток и даже более длительных периодов времени. Такими возможностями обладает программное обеспечение BenchVue компании Keysight. С помощью BenchVue легко соединять настольные контрольно-измерительные приборы между собой, управлять ими и регистрировать поступающие с них данные измерений. BenchVue позволяет организовывать регистрацию данных с различных приборов, не прибегая к программированию. Например, можно одновременно регистрировать данные с осциллографа, цифрового мультиметра и многоканального цифрового регистратора температуры, такого как 34970A/72A. BenchVue автоматически построит график полученных данных, сохранит эти данные и экспортирует их в файл Excel или CSV. Самое замечательное, что BenchVue позволяет регистрировать данные на произвольно коротком или длинном промежутке времени и задавать интервал выборки. Ниже показан снимок экрана программы BenchVue с конфигурацией из четырех приборов для регистрации данных и отображения сигнальных кривых. Этими приборами являются цифровой мультиметр, анализатор спектра, источник питания и осциллограф.



Рис. 4. Интерфейс программы BenchVue, соединенной с четырьмя приборами

Поскольку на выполнение одного из этих длительных испытаний может быть затрачено большое количество времени и труда, инженеры-программисты, разработавшие BenchVue, приложили множество усилий к тому, чтобы гарантировать долговременную стабильную работу программы. В версии 3.0 программы BenchVue появилась новая возможность — создание пользовательских циклов испытаний. Эта возможность реализована в программном модуле BenchVue Test Flow. Модуль Test Flow позволяет быстро и легко создавать простые автоматизированные испытания в программе BenchVue путем перетаскивания элементов управления приборами и их измерений.

BenchVue поддерживает большинство настольных приборов Keysight, таких как цифровые мультиметры, источники питания, осциллографы и регистраторы данных. Полный перечень поддерживаемых приборов приведен на странице [www.keysight.com/find/BenchVueInstruments](http://www.keysight.com/find/BenchVueInstruments). Помимо регистрации данных, BenchVue позволяет легко делать снимки экранов приборов, создавать протоколы испытаний, регистрировать сигнальные кривые и получать доступ к документации в приборе. Скачать программу BenchVue и начать ее использование с настольными приборами Keysight можно бесплатно. Регистрация данных в течение ограниченного периода времени также бесплатна. Для неограниченной регистрации данных с прибора или использования программного модуля Test Flow в реальном времени необходимо приобрести лицензию за небольшую плату. Загрузить BenchVue можно на сайте [www.keysight.com/find/BenchVue](http://www.keysight.com/find/BenchVue).

## Испытания на соответствие требованиям ЭМС

При испытаниях на соответствие требованиям ЭМС успех зависит от того, насколько быстро и эффективно продукция будет проходить цикл испытаний. Модернизируемый приемник ЭМП N9038A MXE позволяет выполнять полноценные испытания на соответствие требованиям стандартов CISPR и MIL-STD. Те, кому требуется комплексное решение для испытаний на ЭМС, в рамках партнерской программы Keysight смогут найти единого подрядчика для сопряжения MXE с испытательными камерами, антеннами, программным обеспечением, датчиками и другим оборудованием, а также системной интеграции и других услуг.

## Уверенность в результатах измерений и бесперебойная работа оборудования

На этом этапе цикла проектирования производитель должен быть уверен в результатах выполняемых измерений. Это подчеркивает необходимость в периодической калибровке измерительных приборов, позволяющей гарантировать точность и повторяемость результатов. Неправильные результаты измерений могут привести к неверным выводам, что скажется на цикле разработки, времени вывода изделия на рынок и бюджете. Например, оборудование для испытаний на соответствие требованиям ЭМС должно калиброваться в лабораториях, аккредитованных по стандарту ISO 17025. Компания Keysight не только полностью проверяет все рабочие характеристики всех изделий и опций, но и выполняет калибровку в соответствии со стандартами ISO 17025 и ANSI Z540, в том числе аккредитованную калибровку приемника ЭМП N9038A MXE.

Вот некоторые другие услуги компании Keysight, которыми вы можете воспользоваться в ходе цикла проектирования:

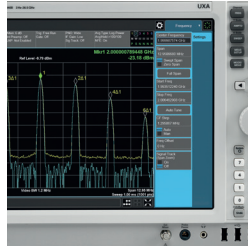
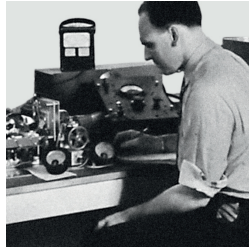
- Техническая поддержка
  - Содействие при вводе в эксплуатацию помогает быстро и эффективно приступить к работе с новыми приборами.
  - Дополнительное обучение работе с продуктами и консультации по измерениям позволяют повысить производительность труда работников или эффективность разработки испытательной системы.
- Сервисное обслуживание
  - Благодаря автоматической калибровке и регулировке, заводской диагностике и поставкам запчастей и микропрограммного обеспечения фактические характеристики продукции Keysight будут всегда соответствовать заявленным.
  - Общемировая сеть более чем из 50 локальных сервисных центров оказывает услуги по калибровке и ремонту. Во многих странах предлагаются также услуги по калибровке на месте, что сокращает общие сроки выполнения этих работ с нескольких дней до нескольких часов.
- Оптимизация закупок
  - Бывшее в употреблении оборудование Keysight, реализуемое по программе Keysight Premium Used, имеет те же высокие характеристики и ту же трехлетнюю гарантию, что и новые изделия.
  - Сдавая свое бывшее в употреблении оборудование Keysight (или других производителей) по программе обмена (Trade-in), вы можете получить существенные бонусы на приобретение новейшей продукции Keysight. Наличие такой возможности в вашей стране уточняйте у регионального представителя.

## Резюме

На этом этапе цикла проектирования обсуждалась важность упрощения процесса испытаний для ускорения выхода изделия на рынок, а также обеспечения надежности конструкции и целостности результатов измерений при определении таких характеристик изделия, как КПД. Кроме того, рассматривались аппаратура и программное обеспечение Keysight, которые могут помочь в решении всех этих задач — в частности, анализаторы силовых цепей IntegraVision, позволяющие сократить время испытаний и обеспечить целостность результатов измерений, и программное обеспечение BenchVue, позволяющее легко организовывать испытания на надежность. Помимо своей продукции, Keysight также оказывает услуги, позволяющие сократить простои при испытаниях: это стандартная трехлетняя гарантия на всю продукцию, услуги по калибровке и ремонту для покупателей со всего мира и глобальная техническая поддержка.

## От Hewlett-Packard и Agilent к Keysight

Более 75 лет мы вкладываем весь наш опыт и знания, всю нашу энергию в разработку измерительных решений нового поколения. Уникальное сочетание передового контрольно-измерительного оборудования, программных решений и опыта наших сотрудников способствует рождению революционных технологий. Мы разрабатываем измерительные технологии с 1939 года.



1939

THE FUTURE

Российское отделение

**Keysight Technologies**

115054, Москва,

Космодамианская наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973954

8 800 500 9286

(Звонок по России бесплатный)

Факс: +7 (495) 7973902

e-mail: [tmo\\_russia@keysight.com](mailto:tmo_russia@keysight.com)

[www.keysight.ru](http://www.keysight.ru)

Сервисный Центр

Keysight Technologies в России

115054, Москва,

Космодамианская наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973930

Факс: +7 (495) 7973901

e-mail: [tmo\\_russia@keysight.com](mailto:tmo_russia@keysight.com)

**myKeysight**

myKeysight

[www.keysight.com/find/mykeysight](http://www.keysight.com/find/mykeysight)

Персонализированное отображение интересующей вас информации.

Трехлетняя гарантия

[www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty](http://www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty)

Keysight обеспечивает высочайшее качество продукции и снижение общей стоимости владения. Единственный производитель контрольно-измерительного оборудования, который предлагает стандартную трехлетнюю гарантию на все свое оборудование.



Планы технической поддержки Keysight

[www.keysight.com/find/AssurancePlans](http://www.keysight.com/find/AssurancePlans)

До десяти лет поддержки без непредвиденных расходов гарантируют, что ваше оборудование будет работать в соответствии с заявленной производителем спецификацией, а вы будете уверены в точности своих измерений.



**Keysight Infoline**

Информационная система Infoline

[www.keysight.com/find/service](http://www.keysight.com/find/service)

Лучшая в своем классе система управления информацией компании Keysight. Бесплатный доступ к отчетам о ремонте и калибровке вашего оборудования и к электронной библиотеке.

Торговые партнеры Keysight

[www.keysight.com/find/channelpartners](http://www.keysight.com/find/channelpartners)

Лучшее из двух миров: Глубокие профессиональные знания в области измерительной техники и широкая номенклатура выпускаемой продукции компании Keysight в сочетании с удобствами, предоставляемыми торговыми партнерами.

[www.keysight.com/find/B1506A](http://www.keysight.com/find/B1506A)



Информация в данном документе может быть изменена без предварительного уведомления.

© Keysight Technologies, 2016

Published in USA, January 11, 2016

5992-1169RURU

[www.keysight.com](http://www.keysight.com)

**KEYSIGHT**  
TECHNOLOGIES

Unlocking Measurement Insights