

# Контрольно-измерительные решения Keysight для испытаний автомобильной электроники

## Keysight Technologies

«Умный» автомобиль с встроенными сетевыми возможностями уже не является футуристической концепцией. С появлением каждой новой модели ведущие автопроизводители предлагают всё более сложные системы безопасности и навигации, мультимедийные центры. Повышенное внимание к беспилотным проектам с автоматическим управлением стимулирует разработки в сфере безопасности, требующие высоконадёжных комплексов датчиков, которые помогут корректировать ошибочные действия водителя.

### ВВЕДЕНИЕ

Применение передовых автомобильных технологий даёт огромные преимущества. Вместе с тем оно ставит перед разработчиками и производителями новые сложнейшие задачи. Благодаря своему более чем 80-летнему опыту и базе технических знаний в сферах проектирования и испытаний устройств, работающих в диапазоне высоких частот (ВЧ) и миллиметровых волн, а также систем беспроводной связи и высокоскоростных цифровых систем, компания Keysight Technologies, опираясь на международную команду экспертов по технологиям, предлагает широкий выбор передовых решений в рассматриваемых областях, начиная с ранних этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и заканчивая производством.

### ТЕПЛОВОЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ШУМОВ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ

Разработка и проверка электронного блока управления (ЭБУ) включает оценку шума источника питания (ИП), анализ распределения температуры и тепловой анализ моделей.

Измерение реальных шумовых сигналов, наложенных на выходной сигнал источника питания ЭБУ, проводится с помощью осциллографа Keysight серии S. Этот прибор обладает разрешением 10 разрядов и самым низким в отрасли уровнем собственных шумов. В комбинации с пробником шины питания он превращается в специализированное устройство для измерения шума источника питания, обеспечивая максимально возможное снижение уровня шума, простое изме-

рение составляющих шума на уровне нескольких мВ, возможность точного определения соответствия напряжения питания заданным параметрам, ширину полосы измеряемых частот до 2 ГГц. Пятиметровый кабель пробника позволяет легко измерять сигналы в различных точках внутри автомобиля.

Анализ распределения температур для любого устройства – от одной печатной платы до целого ЭБУ – выполняется посредством тепловизора TrueIR, который регистрирует изменения температуры в заданные промежутки времени по всей печатной плате в режиме сбора данных. Благодаря компактному корпусу этот прибор особенно удобен в использовании.

Тепловой анализ внутри SiP и других интегральных схем (ИС), установленных в ЭБУ, проводится за счёт программного обеспечения (ПО) HeatWave, разработанного для теплового анализа с высоким разрешением при проектировании. Повышение производительности ИС приводит к росту потребления ею электроэнергии, вызывая повышенное тепловыделение. Чем меньше габариты ИС, тем серьёзнее проблемы, связанные с отведением тепла, а ПО HeatWave позволяет изучить распределение температуры внутри ИС.

### ПРОВЕРКА И ОЦЕНКА РАБОТЫ БОРТОВЫХ СЕТЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

Современные автомобили оснащены бортовыми информационными сетями, такими как автомобильный Ethernet, CAN, CAN FD, SENT, LIN, FlexRay и MOST. Перед производителем стоит важная задача проверки надёжности сетей для оценки качества пере-

даваемых сигналов и устранения ошибок протокола.

С ростом компьютеризации автомобилей увеличивается и число установленных в них ЭБУ. Для обмена данными между ЭБУ, установленными в трансмиссии, кузове и коммуникационных системах, широко применяется шина CAN. Недавно автопроизводители начали использовать для этой цели шину CAN FD, а в коммуникационных системах – применять автомобильный Ethernet, обеспечивающий быстрый и стабильный обмен данными, например для расширенной системы помощи водителю ADAS.

Коммуникационные шины в транспортном средстве подвержены воздействию мощных помех. Чтобы обеспечить соответствие строгим стандартам, необходимо оценить качество сигналов используемых коммуникационных протоколов. Эта задача исключительно важна для высокоскоростных интерфейсов следующего поколения. Для тестирования работы бортовых сетей Keysight предлагает использовать осциллограф серии S со сверхмалозумящим 10-разрядным аналого-цифровым преобразователем (АЦП), что позволяет очень точно оценивать качество сигнала, поддерживая тестирование на соответствие коммуникационным стандартам, таким как BroadR Reach, Ethernet и MOST (см. рис. 1). Испытания запускаются одним щелчком мыши. Уникальная скорость обновления сигналов на экране – 1 млн осциллограмм/с – позволяет быстро обнаруживать редкие ошибки в сигналах. Прибор поддерживает новейший стандарт CAN FD.

Также предлагаются специализированные аппаратные средства для декодирования в режиме реального времени и запуска по сигналам шин CAN, FlexRay, LIN и SENT. Их характерные особенности: наглядное представление информации (файлы CAN-dbc загружаются в осциллограф для отображения декодированных данных) и интуитивно понятная функция запуска по зонам с выделением участка осциллограммы, что позволяет настраивать запуск все-

го за 3 с, чтобы изучить необходимые участки сигнала.

### ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ЭБУ

Данный процесс включает проверку отдельных функций в ходе проектирования, интегрированное функциональное тестирование перед запуском производства и конечные заводские испытания продукции. Задача может решаться как с помощью самостоятельно собранной испытательной системы на основе контрольно-измерительных приборов Keysight, так и за счёт готового технического решения, специально предназначенного для указанной цели. Чтобы настроить оборудование на тестирование нового устройства, достаточно изменить программное обеспечение для автоматизации испытаний и тестовую оснастку.

### КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВТОМОБИЛЯХ

Испытания автомобильных кабельных линий – необходимый этап в ходе производства «умных» автомобилей, подразумевающий сокращение возможности отказов средств связи в процессе эксплуатации. В автомобилях используются следующие коммуникационные, в том числе беспроводные технологии: Ethernet, BroadR-Reach, CAN, LIN, FlexRay, MOST и LVDS.

Анализатор цепей Keysight E5071C серии ENA с опцией TDR обеспечивает простое и быстрое тестирование кабельных линий в автомобильных системах управления с помощью одного прибора. Устройство поддерживает различные коммуникационные стандарты и обеспечивает выполнение измерений во временной и частотной областях (см. рис. 2), поддержку испытаний на соответствие требованиям коммуникационных стандартов, а также поддержку многоканальных измерений при подключении к коммутатору.

Компактный портативный анализатор Keysight FieldFox массой 2,8 кг со встроенной батареей обеспечивает диагностику кабельных линий (см. рис. 3). Среди его характеристик: простое определение мест обрывов и коротких замыканий в кабельных линиях, превосходная стойкость к воздействию негативных факторов окружающей среды и ударам для эксплуатации вне помещений, возможность

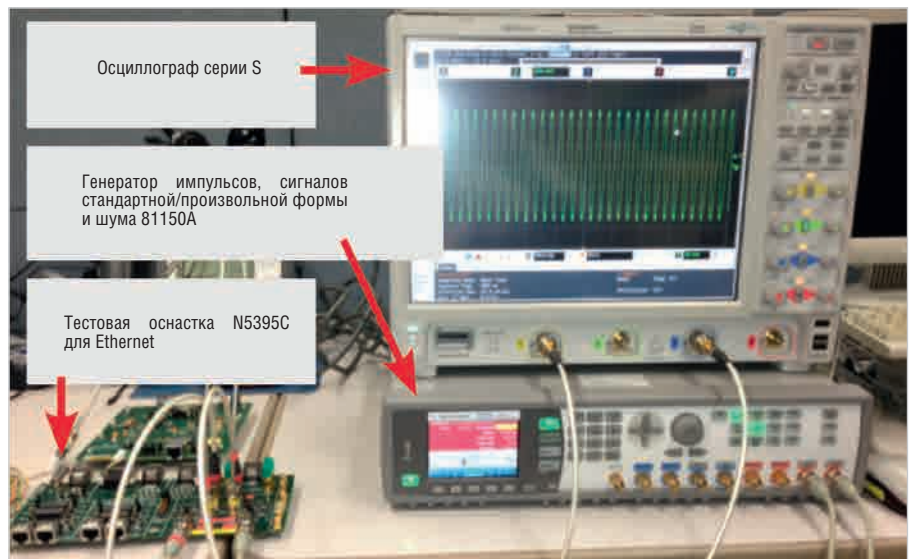


Рис. 1. Пример конфигурации измерительной системы для испытаний передатчика BroadR-Reach



Рис. 2. Одновременные измерения во временной и частотной областях

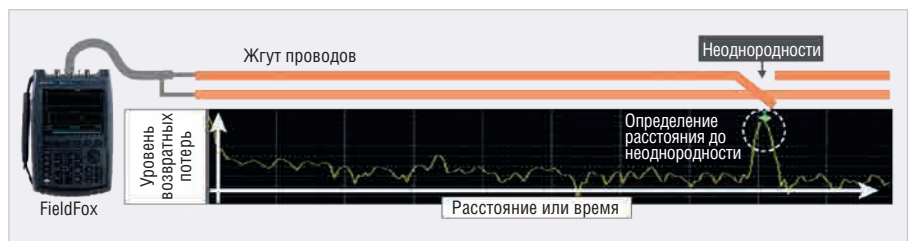


Рис. 3. Результаты диагностики кабельных линий с помощью портативного анализатора Keysight FieldFox

применения в качестве анализатора цепей и спектра, а также генератора сигналов.

Автопроизводители стремятся повысить безопасность и удобство пользования различными коммуникационными системами автомобиля. Однако решение таких задач в случае с электрической проводной связью затрудняется рядом ограничений с точки зрения скорости переда-

чи, надёжности, миниатюризации и энергосбережения. Указанные барьеры, как ожидается, будут преодолены с помощью оптических технологий. В соответствии с этим Keysight представляет оборудование для оценки параметров приёмопередатчиков и измерений характеристик оптических компонентов (волноводов), источников когерентного излучения, оптических приёмников и дру-

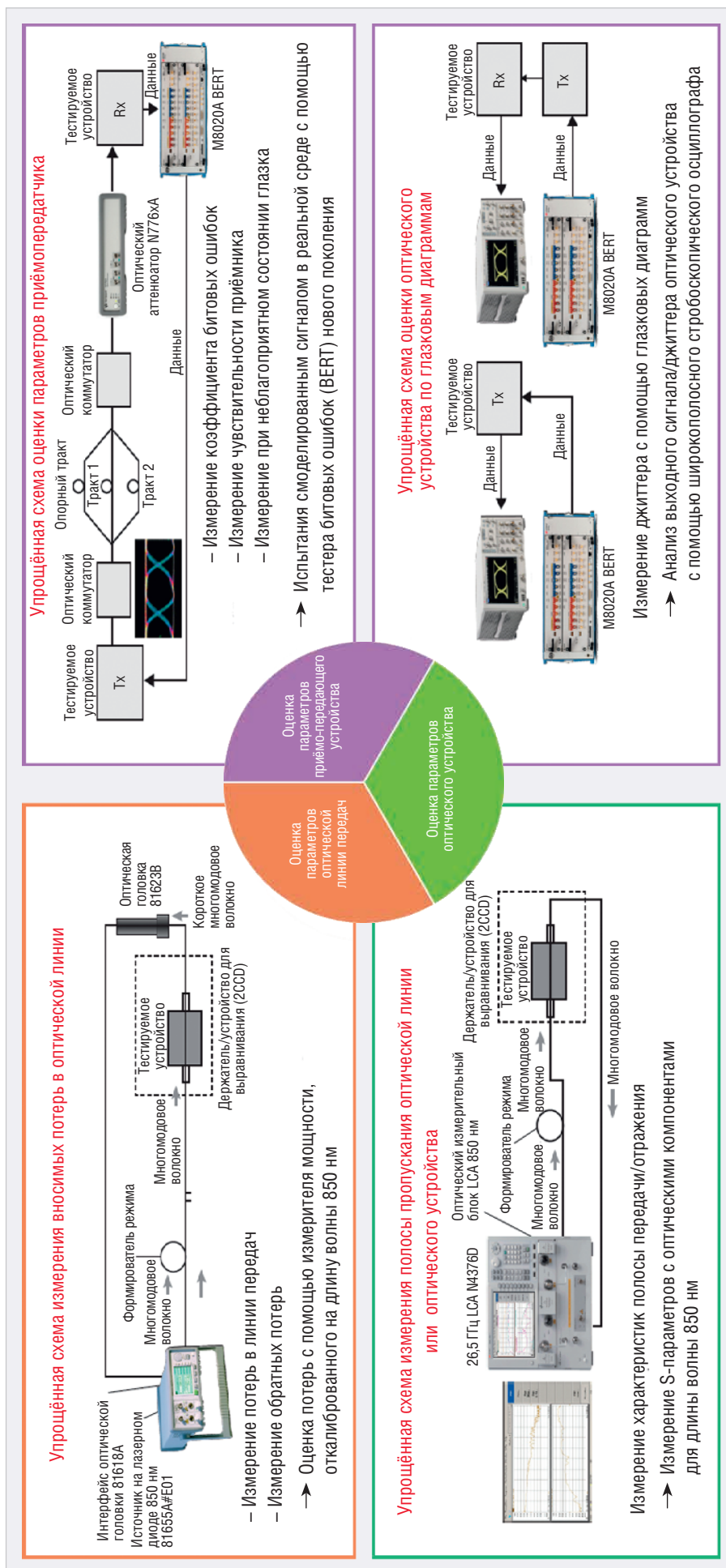


Рис. 4. Решения для оценки характеристик компонентов оптической связи в автомобиле

гих устройств связи внутри автомобиля (см. рис. 4).

Средства измерений для HDMI, MHL, USB и т.д., предлагаемые Keysight, оптимально подходят для изучения характеристик и испытаний аудио- и видеоаппаратуры, например встроенного навигатора, на соответствие требованиям стандартов. Автомобильные аудио- и видеоустройства используют высокоскоростные последовательные интерфейсы, изначально разработанные для домашней электроники. Они должны безотказно работать в автомобиле при сильных электрических помехах. Кроме того, предполагается, что к автомобильным системам могут подключаться бытовые устройства типа видекамер, т.е. необходимы тесты на совместимость.

Измерительные приборы Keysight позволяют просто и с большой гибкостью провести точные проверки характеристик современных высокоскоростных цифровых AV-интерфейсов и их соответствия требованиям стандартов. Тестирование можно проводить в условиях и с программным обеспечением, которые имеются в авторизованных испытательных центрах, поскольку те располагают идентичными средствами измерений.

Испытания приёмника HDMI и MHL в предельных режимах выполняют со значениями амплитуды, джиттера и фазового сдвига для наихудших условий. Генератор сигналов произвольной формы Keysight M8190A способен не только формировать сигналы с параметрами, указанными в стандартах, но и создавать произвольные сигналы с амплитудой и джиттером, вычисляемыми для каждого требуемого момента времени. Это позволяет гибко и эффективно оценивать предельные возможности приёмника.

Возрастание скорости передачи видеосигнала стало одной из причин повышения важности отладки системы. Увеличение разрешения изображений до 4K вызвало появление высокоскоростных AV-интерфейсов, рассчитанных на скорость 5 Гбит/с и более. Измерительное ПО для осциллографов Keysight Infiniium поможет провести испытания на соответствие требованиям действующих стандартов. Кроме того, в него встроен ряд функций, позволяющих легко определять причины, по которым испытываемое устройство не смогло пройти тест.



Рис. 5. Анализатор E5071C серии ENA с опцией TDR



Рис. 6. Аудиоанализатор U8903B

С помощью анализатора цепей серии ENA с опцией TDR (см. рис. 5) можно выполнить измерения методом рефлектометрии во временной области. Для HDMI 2.0 и MHL 1.x/2.x/3.x следует обязательно проверять импеданс указанным методом в реальных условиях эксплуатации устройства. Анализатор цепей Keysight E5071C с опцией TDR позволяет решать подобные задачи для приёмных и передающих цепей и интегральных схем интерфейсов HDMI, MHL, USB 3.0 и др.

Одновременное измерение частоты, переменного напряжения и нелинейных искажений с учётом шума в нескольких каналах для оценки работы автомобильной аудиосистемы и встроенного навигатора требует проверки баланса между громкоговорителями на разных каналах, число которых варьируется от 6 (система 5.1) до 16. Такой подход может повысить эффективность испытаний, особенно для сложных мультисканальных комплексов. Анализатор Keysight U8903B (см. рис. 6) способен обрабатывать до 8 каналов, выполняя несколько измерений одновременно.

Комплекс Keysight E6640A EXM для тестирования средств беспроводной связи (Bluetooth, 802.11ac, GSM, Galileo, 3GPP, LTE, 802.11p, GPS) позволяет проводить большое число тестов и поддерживает множество разновидностей радиосигналов сотовой (LTE/LTE-A, W-CDMA, GGE, C2K, 1xEV-DO, TD-SCDMA) и беспроводной связи малой дальности (802.11a/b/g/n/ac, BT 1.0-4.0, GNSS, Digital Video). Кроме того, предусмотрена функция тестирования приёмника и передатчика. Дружелюбный интерфейс пользователя, который удобно использовать при проектировании и на производстве, обеспечивает максимальную эффективность и производительность рассматриваемого комплекса.

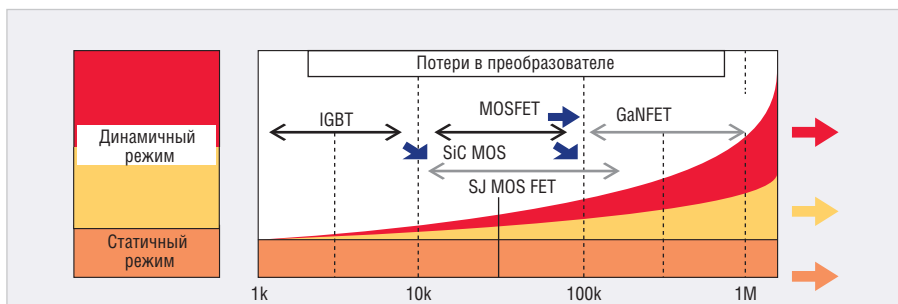


Рис. 7. Зависимость потерь мощности от частоты коммутации

Ассортимент продукции Keysight также включает решения для анализа сигналов, оптимизированные для разработчиков. Анализатор сигналов серии X позволяет измерить коэффициенты шума и фазового шума, а также проанализировать модуляцию и электромагнитные помехи. Он поддерживает множество разновидностей радиосигналов, обеспечивает измерение паразитных радиоизлучений в соответствии с законодательством о радиосвязи и имеет специальную функцию анализа помех в режиме реального времени Real Time SA.

### СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Средства проектирования и тестирования автомобильной силовой электроники предназначены для анализа работы мощных и полупроводниковых приборов гибридных и электрических автомобилей. Одна из важных задач, стоящих перед производителями подобных транспортных средств, – снижение энергопотребления. Тестирование силовой электроники обеспечивает минимизацию процедур настройки и конфигурирования целого ряда полупроводниковых приборов с низкими потерями для повышения энергоэффективности; поддержку измерений сопротивления открытого канала и предельного напряжения, ёмкости и заряда затвора, необходимых для оценки потерь мощности; значи-

тельное повышение эффективности выбора устройств с помощью расчёта потерь мощности по результатам измерений (см. рис. 7). Испытания в реальном для автомобильного оборудования диапазоне температур (–50...+250°C) значительно повышают их эффективность и сокращают вероятность отзыва продукции. Они позволяют выявить устройства с недопустимым ухудшением характеристик при повышении температуры.

Тестирование набирающих популярность интеллектуальных модулей питания (IPM) токами до 1500 А позволяет решить задачи по оценке реализованных в IPM функций обнаружения сверхтока и измерения температуры, точной оценке каждой функции с помощью тока большой силы без использования специального измерительного прибора, одновременно измерению тока и напряжения на нескольких выводах IPM, анализу показаний датчиков тока, температуры и т.д. при токе до 1500 А.

При проектировании инверторных преобразователей очень сложно разработать идеальную топологию, поскольку ради повышения эффективности и миниатюризации приходится значительно увеличивать частоту преобразования. В результате возникают проблемы, характерные для высокочастотных схем, например связанные с помехами и паразитными связями. Примене-

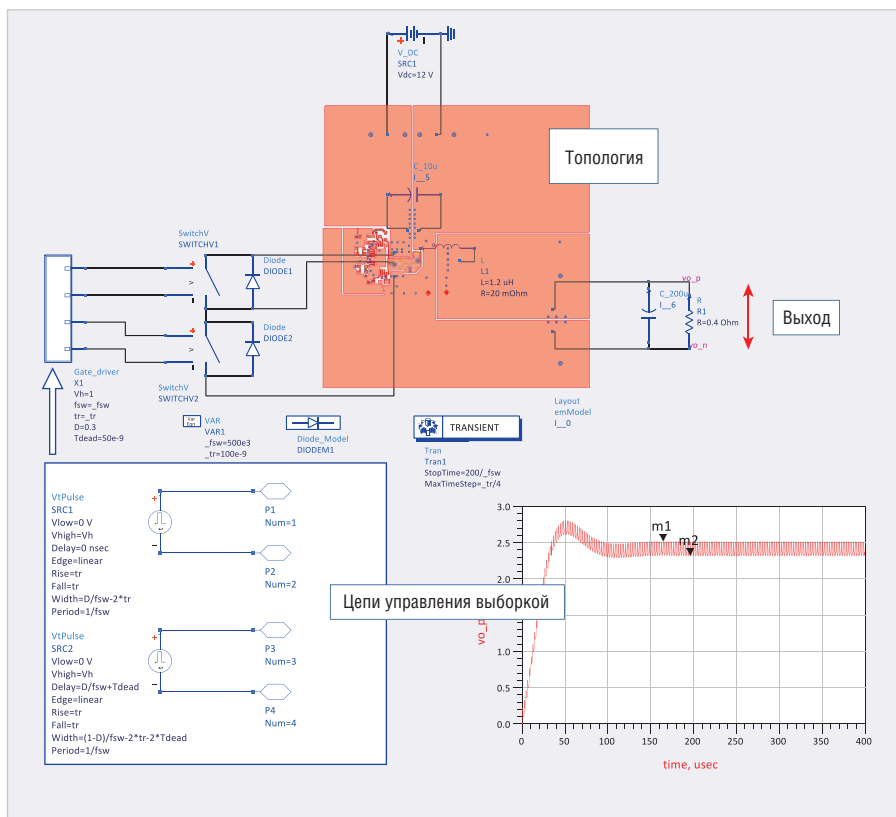


Рис. 8. Интерфейс САПР Advanced Design System (ADS)

ние новых транзисторов на основе SiC или GaN требует дальнейшего повышения точности проектирования. В этих целях специалистами Keysight создана система автоматизированного проектирования (САПР) Advanced Design System (ADS), которая выполняет схемотехническое и топологическое моделирование инверторных преобразователей в интегрированной среде, представляя точные результаты анализа цепей и электромагнитного излучения (см. рис. 8).

Для тестирования заряда и разряда элементов питания требуется сложная система, состоящая из ИП, электронной нагрузки, коммутатора и т.д. Ту же задачу можно решить с помощью одного прибора – Keysight серии N7900 (см. рис. 9), который предназначен для простого и точного тестирования аккумуляторных батарей гибридных автомобилей и электромобилей, проверки заряда и разряда элементов питания, измерения внутреннего сопротивления, а также простой имитации выходного сигнала. Он состоит из высокоточных быстродействующих двухквadrантных ИП, обеспечивающих подачу и потребление тока, имеет встроенные измерительные приборы, т.е. не требует внешнего цифрового мультиметра, а простота подключения и компактность устрой-

ства облегчают его техническое обслуживание.

ИП постоянного тока Keysight серии N7900 полностью отвечают требованиям к точности измерений, предоставляя возможности точного захвата сигналов напряжения и тока с разрешением 18 разрядов, передачи результатов измерений на персональный компьютер, простой имитации ухудшения состояния элементов питания с помощью функции регулировки выходного сопротивления. Например, внутреннее сопротивление батарей составляет 300 мОм. Ввод этого значения в память источника питания N7900 приводит к снижению выходного напряжения до уровня, соответствующего внутреннему сопротивлению 300 мОм реальной батареи.

### Радары и антенны систем предотвращения столкновений

Применение радарных технологий в автомобилестроении помогает водителям избежать потенциальных рисков столкновения с другими транспортными средствами, пешеходами, объектами на дорогах и делает возможным использование беспилотных автомобилей. Основные области применения автомобильных радаров: усовершенствованная система экстренного торможения, отслеживание «мёртвых зон»,

помощь при перестроении из полосы в полосу, адаптивный круиз-контроль, управление парковочным ассистентом, предупреждение о поперечном движении спереди и сзади, обработка резких торможений и др. Компания Keysight предлагает различные решения для разработки и испытаний автомобильных радаров, от САПР до инструментов формирования и анализа сигналов.

При разработке передатчика широкополосного радара миллиметрового диапазона с высокой разрешающей способностью и большим углом обзора большую роль играет анализ тракта распространения радиоволн. Созданные специалистами Keysight САПР SystemVue и EMPro позволяют анализировать всю систему, включая обнаружение различных нарушений в тракте распространения радиоволн. Перед прототипированием проверяются также модели антенн, используемых для передачи и приёма, на основе очень близких к реальности результатов анализа в САПР EMPro. Связав среду моделирования с измерительными приборами, можно выполнить анализ всей системы, включая прототип (см. рис. 10).

При проектировании ИС и электронных модулей для автомобильных радаров миллиметрового диапазона важно учитывать характеристики соединений. Для понимания их влияния на топологию необходим анализ электромагнитного излучения, для чего применяются САПР ADS и Golden Gate от компании Keysight, обеспечивающие высокую точность получаемых результатов.

Точность моделирования определяется используемой моделью. Для проектирования цепей миллиметрового диапазона требуется подготовить модель SPICE, которая поддерживает столь высокие частоты. Для этого используются САПР Keysight, обеспечивающие экстракцию и проверку модели SPICE миллиметрового диапазона, что гарантирует высокоточное моделирование.

Измерительные решения Keysight для высокочастотных сигналов (24, 77 и 79 ГГц) помогают решить множество задач и обеспечить оптимизацию мощности передачи и приёма радара, анализ спектров сигналов миллиметрового диапазона для оценки гармоник и других паразитных излучений в соответствии с требованиями законодательства в области радиосвязи, улучшение



Рис. 9. Источник питания постоянного тока Keysight серии N7900



Рис. 10. Анализ тракта распространения радиоволн с помощью САИР SystemVue и EMPro



Рис. 11. Анализатор источников сигналов E5052B



Рис. 12. Приёмник электромагнитных помех N9038A MXE

разрешающей способности по расстоянию, измерение в сетях миллиметрового диапазона с увеличенным циклом калибровки и высокой температурной стабильностью, а также захватом потерь и фазы каждого элемента фазированной антенной решётки; проверку затухания сигнала и степени изменения угла во время передачи сигнала радара.

Ассортимент продукции Keysight включает комплексное сверхширокополосное решение для оценки широкой гаммы устройств, в том числе передатчики, приёмники и соответствующие компоненты. Так, генераторы сигналов N5191/93A обладают полосой воспроизводимых частот более 4 ГГц, что гарантирует превосходное качество сигналов как общего назначения, так и комплексных. При этом обеспечивается простой вывод сверхширокополосных сигналов через разъёмы на передней панели.

Генератор сигналов произвольной формы M8190A с полосой пропускания более 4 ГГц поддерживает многоканальность и частотную фильтрацию для импульсных радаров, комбинируется с настраиваемым преобразователем, обеспечивает гибкое наложение преднамеренных искажений и т.д.

Анализатор для приёма сигналов N9040B серии UXA позволяет оценить

линейность радара непрерывного излучения, качество импульсного сигнала и др. Устройство поддерживает полосу частот до 510 МГц, работает как свипирующий анализатор спектра и оптимально подходит для измерений занимаемой полосы частот и паразитных излучений.

Анализатор источников сигналов E5052B (см. рис. 11) с поддержкой полосы до 3,6 ГГц работает как сверхчувствительный измеритель фазового шума и оптимально подходит для оценки стабильности генераторов миллиметрового диапазона.

Осциллографы серии 9000 демонстрируют лучшие в отрасли характеристики, обладают низким уровнем собственных шумов, поддержкой многоканальности и полосы частот шириной более 4 ГГц.

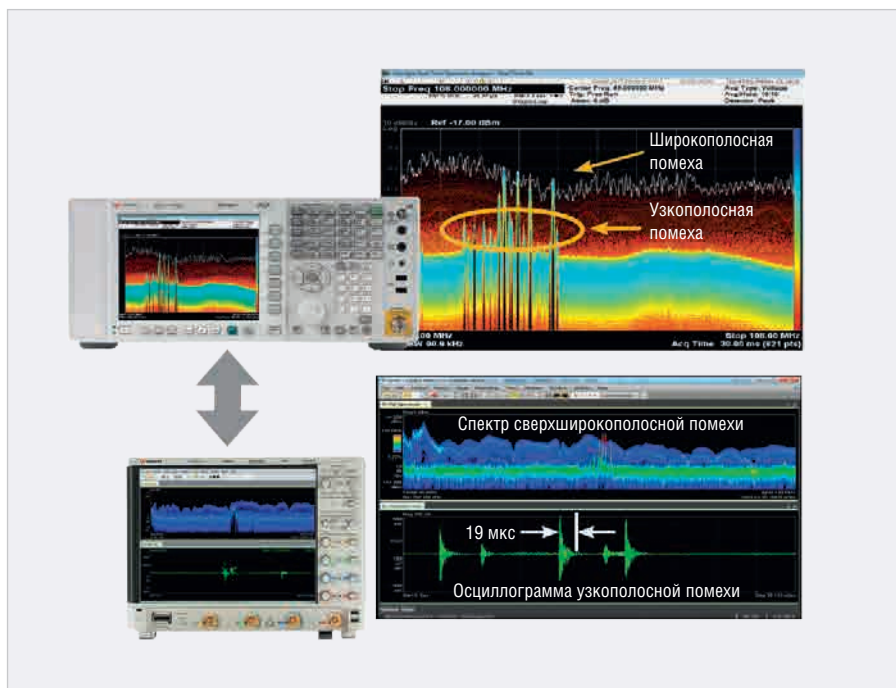
Под маркой Keysight также выпускаются повышающие и понижающие преобразователи для миллиметрового диапазона: E8257DV10 – модуль расширения диапазона частот генератора сигналов миллиметрового диапазона до 75–110 ГГц (также доступен модуль расширения до 1,1 ТГц); интеллектуальный смеситель M1970E, обеспечивающий расширение диапазона измеряемых частот анализатора сигналов серии UXA до 60–90 ГГц (также доступен модуль до 110 ГГц).

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ АНТЕНН

При проектировании антенн необходим анализ электромагнитного излучения. Его удобно выполнять с помощью САИР EMPro от компании Keysight: система позволяет оценивать характеристики не только отдельных антенн, но и установленных на транспортных средствах. Можно также провести общую оценку приёмо-передающих систем, включая характеристики распространения радиоволн от антенн. Данные из САИР EMPro позволяют проанализировать приёмо-передающие системы для таких приложений, как связь между автомобилями и внутренняя беспроводная связь в транспортном средстве.

Оценка обратных потерь независимых антенных блоков применяется для изучения характеристик приёма этих блоков. Для простого и эффективного решения данной задачи используются настольные и портативные анализаторы цепей.

Оценка электромагнитных помех и шума выполняется с помощью приёмника N9038A серии MXE (см. рис. 12) для сертификационных испытаний. Прибор полностью соответствует требованиям CISPR 16-1-1:2014 (ред. 3.2), обеспечивает возможность измерений согласно нормам, прописан-



**Рис. 13. Захват и анализ сигнала помехи (сверхширокополосного шума) в частотной и временной областях с помощью осциллографа Keysight серии S/900**

ным в CISPR 12/25 для транспортных средств и их оборудования, позволяет не только сканировать частотный диапазон, но и выполнять высокоскоростные измерения во временной области. Кроме того, устройство способно отображать осциллограммы сигналов с выходов пикового, квазипикового и усредняющего детекторов для более глубокой оценки шумовых характеристик и определения постоянной времени.

Оценка непериодических и широкополосных помех выполняется на основе анализатора сигналов N9040B/30A/20A серии X. Функция анализа в режиме реального времени позволяет легко наблюдать случайные, непериодические и чрезвычайно прерывистые шумы, существующие параллельно с широкополосным и узкополосным шумом, который довольно сложно обнаружить с помощью традиционных средств отображения спектра. Для обнаружения сверхширокополосного шума лучше всего подходят осциллографы, например Keysight серии S/9000, которые записывают захваченный сигнал помехи (для этого требуется программное обеспечение векторного анализа сигналов 89600B) и выполняют анализ в частотной и временной областях (см. рис. 13). Использование осциллографа в сочетании с запуском по частотной маске, применяемом в анализаторе спектра реального времени, позволяет анализировать слу-

чайные и непериодические помехи (записывать можно только шум, появляющийся в пределах диапазона, определённого маской; аппаратный запуск осциллографа осуществляется анализатором спектра реального времени).

### Эксплуатационные испытания и тестирование оборудования автомобиля

В процессе тестирования прототипов и серийных автомобилей можно воспользоваться ВЧ-анализатором спектра и анализатором цепей для изучения шумов, оценки импеданса кабельных линий и определения мест обрывов и коротких замыканий. Портативные приборы Keysight удобны в переноске, могут управляться дистанционно с планшета и работают на одном заряде батареи в течение 3 ч. Корпус устройства имеет степень защиты IP53 и непроницаем для пыли и капель воды, а благодаря резиновым вставкам его трудно повредить даже при ударе.

Оценка тепловых характеристик и обнаружение горячих участков производятся с помощью инфракрасной термографии. Это идеальный способ выполнения диагностики, гарантирующий регистрацию распределения тепла в двух измерениях и не пропускающий ни одного горячего участка плат ЭБУ, силовых компонентов, а также двигателя, тормозов и колёс, в том числе при эксплуатационных испыта-

ниях. Эргономичные, удобные в переноске, прочные и компактные приборы позволяют легко находить узлы и детали с аномалиями.

Измерение сопротивления изоляции при техническом обслуживании электродвигателей и двигателей внутреннего сгорания необходимо проводить с заданной периодичностью по соображениям безопасности. Такие тесты удобно выполнять с помощью измерителя сопротивления изоляции U1461A. Его прочный корпус имеет степень защиты IP67, обладает стойкостью к воздействию загрязнённой среды, содержащей масла, пыль и влагу. Подаваемое напряжение составляет до 1000 В, включая диапазон 500 В, при этом благодаря компактным размерам прибор удобен для переноски и использования в ограниченном пространстве.

При тестировании автомобильного двигателя необходимо одновременно отслеживать множество параметров, таких как температура, давление масла, расход топлива, обороты двигателя и т.д. Гибкую и точную регистрацию измерений обеспечит многофункциональное устройство 34980A со встроенным цифровым мультиметром. Оно также способно принимать данные о температуре от множества датчиков.

### Заключение

Наличие нужного испытательного решения – лишь первый шаг. Инженеры-разработчики полагаются на воспроизводимость результатов измерений, выполняемых различными рабочими группами, для исключения расхождений, которые могут повлиять на длительность цикла разработки, сроки вывода новых продуктов на рынок и требуемый бюджет. Производственные отделы стремятся выполнять планы по производству устройств, но неточные измерения могут повлиять на выход готовых изделий и, в конечном итоге, на качество продукции. Современные контрольно-измерительные решения Keysight помогают проводить верификацию автомобильной электроники ещё на этапе проектирования опытных образцов. Компания стремится к тому, чтобы испытательное оборудование никогда не создавало препятствий при разработках инновационных продуктов в автомобилестроении, направленных прежде всего на то, чтобы любая поездка стала максимально безопасной и удобной для каждого водителя и пассажира.



# АТТЕСТАЦИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ПО ГОСТ Р 8.568, ГОСТ РВ 0008-002



Главной организацией по проблеме метрологического обеспечения обороны ФГУП ВНИИФТРИ был **РАСШИРЕН ПЕРЕЧЕНЬ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, АТТЕСТАЦИЮ КОТОРОГО ИМЕЕТ ПРАВО ОСУЩЕСТВЛЯТЬ АО «ТЕСТПРИБОР»:**

- безэховые экранированные камеры
- климатические камеры (термогигрокамеры)
- камеры повышенного давления
- камеры пониженного атмосферного давления
- стенды вибрационные
- стенды ударные
- центрифуги
- камеры статической и динамической пыли
- камеры соляного тумана
- испытательное оборудование (комплексы) для испытаний на воздействие электрических и радиотехнических величин
- испытательное оборудование (комплексы) для воспроизведения электростатических разрядов
- специальное испытательное оборудование, испытательные комплексы

На основании экспертного заключения № 10.001-2017 АО «ТЕСТПРИБОР» предлагает услуги по проведению аттестации испытательного оборудования:

- Первичная, периодическая и повторная аттестация испытательного оборудования
- Разработка и согласование программ и методик аттестации испытательного оборудования
- Метрологическая экспертиза программ и методик аттестации с выдачей заключения по ее результатам

**ТЕСТПРИБОР**

АО «ТЕСТПРИБОР»:  
125480, г. Москва,  
ул. Планерная, д. 7А,  
тел./факс: (495) 657-87-37,  
tp@test-expert.ru,  
www.test-expert.ru