

# Эффективное моделирование бортовой сети автомобиля с помощью анализатора питания постоянного тока

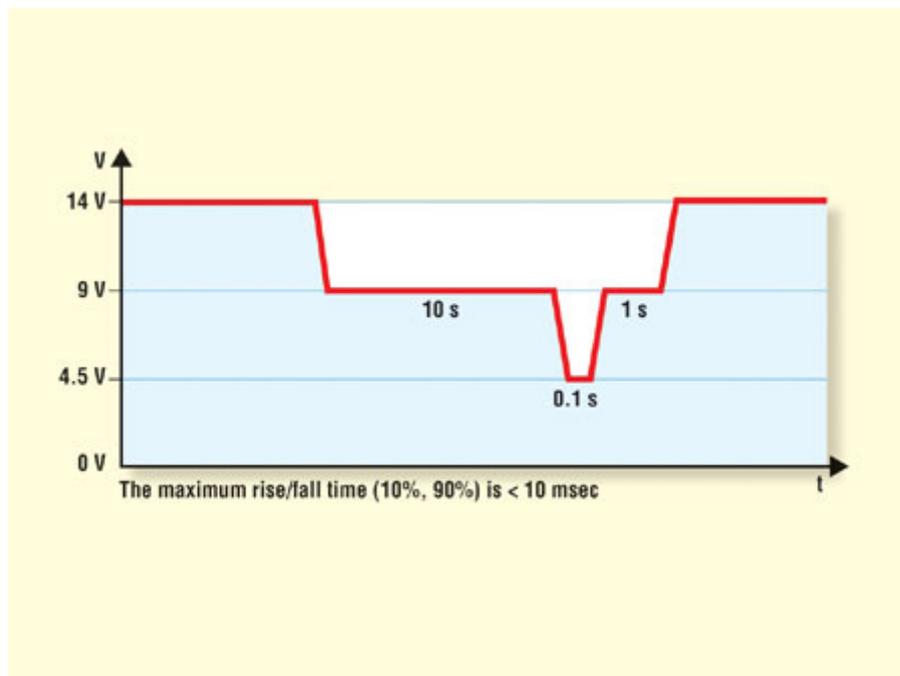
Эл Леско, компания Agilent Technologies

Одной из основных тенденций современного автомобильного рынка является повышение безопасности, надежности и комфорта автомобилей за счет внедрения средств, подобных телематике (например, слежение за маршрутом, спутниковая навигация, мобильная связь и телевидение) и мехатронике (например, антиблокировочные системы тормозов, антипробуксовочные системы и подушки безопасности). По мере внедрения этих новых технологий число электронных устройств и, как следствие, электронных компонентов внутри автомобиля неуклонно возрастает. Одновременно растет число электронных блоков управления (ECU), необходимых для работы всех этих средств. В электронной системе современного автомобиля используется, как правило, от 6 до 12 блоков управления. Причем эти блоки, а также управляемые ими электронные устройства, работают в чрезвычайно жестких условиях при постоянном воздействии бросков и провалов питающего напряжения, вызванных работой электродвигателей, соленоидов и других мощных электрических компонентов. В этом критическом окружении отказы просто недопустимы, ведь они сильно пошатнут уверенность потребителя в своем автомобиле, не говоря уж о том, что могут подвергнуть опасности автомобиль и жизнь водителя.

Таким образом, надежная работа автомобильной электроники зависит от ее устойчивости к бросками питания, что делает абсолютно необходимым тщательное тестирование ECU и электронных компонентов. Различные стандарты на методы тестирования, такие как ISO-7637 и ISO-16750, описывают профили переходных процессов и могут помочь инженерам в моделировании бросков питания, однако создание таких сигналов связано с определенными трудностями и, как следствие, требует применения дорогостоящего специализированного оборудования. И вот теперь появилась новая категория приборов – анализатор питания постоянного тока, который предлагает инженерам гибкую и недорогую альтернативу. Он позволяет тестировать электрические компоненты, которые предполагается использовать в автомобилях, за счет моделирования различных помех, возникающих в системе питания. Это гарантирует нормальную работу компонентов в разных условиях, возникающих в бортовой сети автомобиля, например, в момент внезапного повышения нагрузки при включении стартера, которое вызывает провалы напряжения, питающего электрические компоненты.

## Предстоящие трудности

Моделирование зарядной системы автомобиля является очень важной задачей для любого проектировщика, однако этот процесс сопряжен с определенными проблемами. Рассмотрим, например, типичную диаграмму провала питающего напряжения, показанную на рис. 1. Для того чтобы электронное устройство работало нормально, инженер должен тщательно проверить его при разных условиях, подобных провалу напряжения, показанному на рис. 1. Сценарии проверки должны воспроизводить ситуации, возникающие в момент запуска двигателя и во время бросков или спадов напряжения в бортовой сети автомобиля.



*Рисунок 1. Пример провала напряжения.*

1. 14 В, 9 В, 4,5 В, 0 В
2. 10 с, 0,1 с, 1 с
3. Максимальная длительность фронта/спада (10 %, 90 %) < 10 мс

Моделирование различных процессов в системе питания традиционно выполняется с помощью специализированных испытательных систем. Обычно эти решения создаются самими инженерами и строятся с применением специализированного оборудования, такого как быстродействующие регулируемые источники питания, скоростные функциональные генераторы, интерфейсы промышленного компьютера и прикладные программы, специально разработанные для воссоздания необходимых форм питающего напряжения. Зачастую это специализированное оборудование приходится заказывать у сторонних производителей. И поскольку эти системы изготавливаются на заказ для выполнения конкретных испытаний, гибкость изменения параметров тестирования обычно сильно ограничена. Более того, для тестирования электронных устройств инженер вынужден прибегать к услугам местной испытательной станции, поскольку число специализированных испытательных систем невелико в связи с их высокой стоимостью.

С одной стороны такие испытательные системы достаточно дороги, не обладают должной гибкостью и требуют больших затрат времени и сил, а с другой стороны отказ от моделирования помех в сети питания связан с большим риском и зачастую порождает проблемы, которые выявляются уже после начала серийного производства. Типичным примером такой проблемы является радиоприемник, который замолкает во время запуска двигателя, или встроенный сотовый телефон, который временно отключается. Современные автомобилестроители не могут позволить себе такой риск и затраты, связанные с выявлением подобного рода проблем на стадии производства.

### **Эффективная альтернатива**

Благодаря появлению новой категории приборов, обладающих гибкостью и функциональностью, необходимыми для воссоздания процессов, протекающих в бортовой сети автомобиля (например, медленный спад/нарастание рабочего напряжения, короткие

подзарядки аккумулятора, профили запуска двигателя и провалы напряжения), инженеры могут с удобством тестировать свои ECU, не покидая лабораторий. Это позволяет сэкономить и время, и деньги, давая возможность устранить проблемы, возникающие в ECU, до выполнения дорогих испытаний в сторонней квалификационной лаборатории. Анализатор питания постоянного тока сочетает в одном приборе множество функций, позволяющих имитировать переходные процессы в цепях питания, например, генератор сигналов произвольной формы, несколько источников питания постоянного тока, цифровой мультиметр, осциллограф и регистратор данных. Он может создавать несколько разных питающих напряжений одновременно, позволяет регулировать скорость нарастания и обладает удобной передней панелью. Все эти возможности превращают анализатор питания постоянного тока в недорогой, простой и высокопроизводительный прибор, который можно использовать для измерения и анализа постоянного напряжения и тока, потребляемого электрическими компонентами, а также в качестве источника питания. Причем все эти операции занимают считанные минуты – а вовсе не часы – и при этом не требуется никакого программирования.



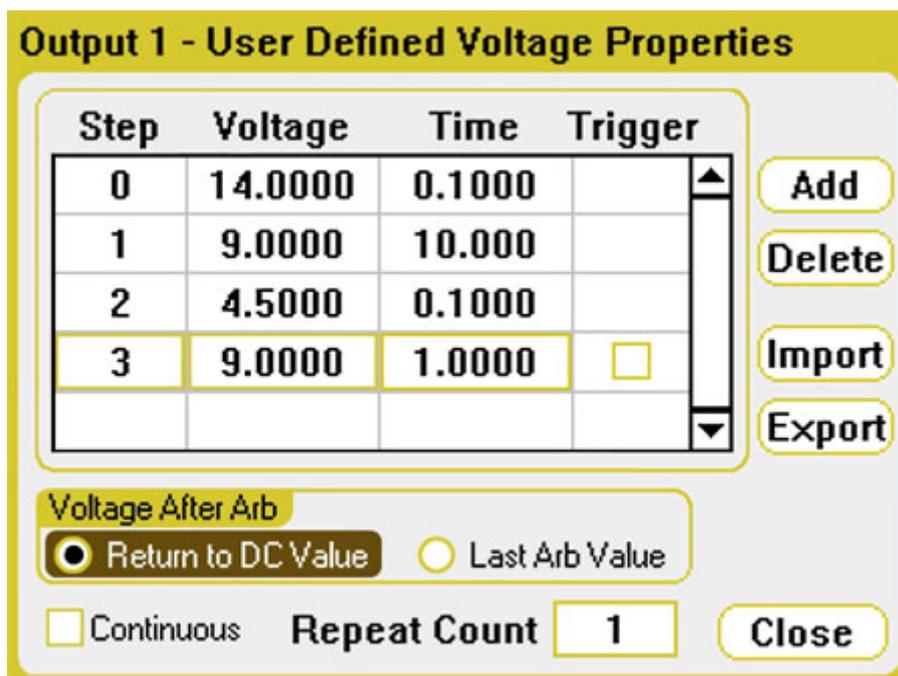
*Рисунок 2. Настольный анализатор питания постоянного тока Agilent N6705A высотой 7 дюймов объединяет в себе до четырех источников питания, функциональный генератор, осциллограф, вольтметр, амперметр и регистратор данных. Выходы всех источников питания могут работать независимо друг от друга или синхронно с другими выходами. Более 20 сменных модулей позволяют выбрать наилучший вариант для каждого приложения.*

Чтобы лучше понять, как использовать анализатор питания постоянного тока для быстрого и простого моделирования переходных процессов в системе питания автомобиля, давайте рассмотрим следующий пример, в котором используется анализатор питания постоянного тока N6705A, программируемая скорость нарастания напряжения которого, в зависимости от модели, может достигать значения 5 В за 160 мкс (см. рис. 2). Встроенные функции управления генератором сигналов произвольной формы позволяют создавать девять разных форм сигналов: синусоиду, фронт, импульс, пилообразный, трапециевидный, ступенчатый сигнал, экспоненту, определенное пользователем напряжение и определенный пользователем сигнал. Все сигналы настраиваются с

передней панели прибора, что устраняет необходимость дополнительного программирования.

Сначала сигнал, показанный на рис. 1, воспроизводится с помощью анализатора N6705A путем создания определенного пользователем четырехшагового сигнала (см. рис. 3А). Этот сигнал описывается следующими параметрами:

- Начинается на уровне 14 В
- Спадает до 9 В и держится на этом уровне 10 секунд
- Проваливается до 4,5 В на 100 миллисекунд
- Поднимается до 9 В и держится на этом уровне 1 секунду
- И, наконец, возвращается к уровню 14 В



*Рисунок 3А. Экран настройки формы сигнала анализатора N6705А. Он отражает описанные ранее шаги создания напряжения нужной формы.*

После создания сигнала нужной формы его можно увидеть в режиме осциллографа (см. рис. 3В). Обратите внимание, что в данном примере в режиме осциллографа анализатор может измерять и отображать как напряжение, так и ток, потребляемые тестируемым устройством. Кроме того, он позволяет сохранять настройки и осциллографические данные во внутренней памяти или на внешнем USB-накопителе.

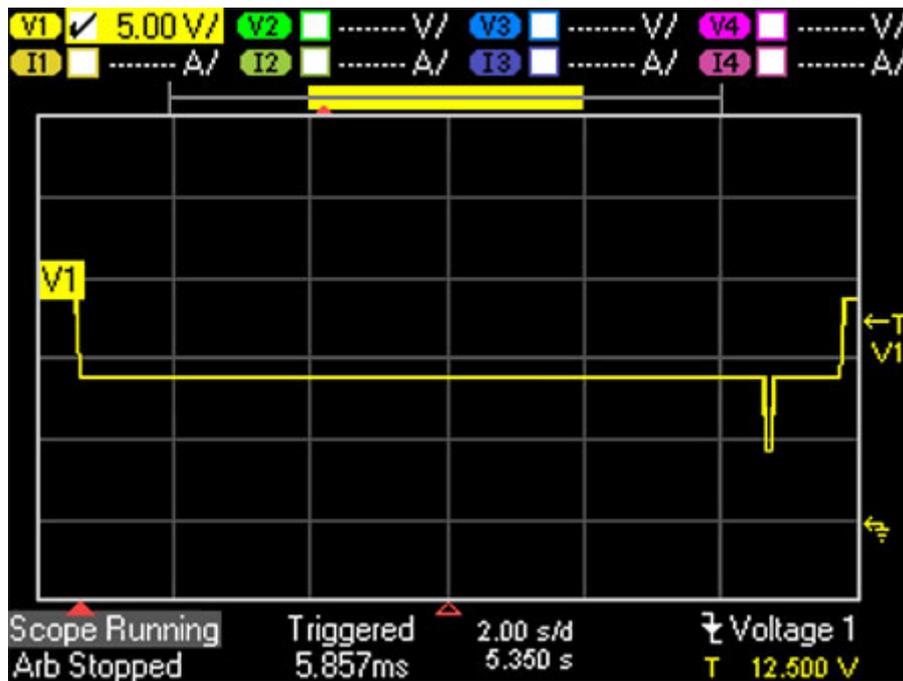


Рисунок 3В. Отображение формы сигнала в режиме осциллографа.

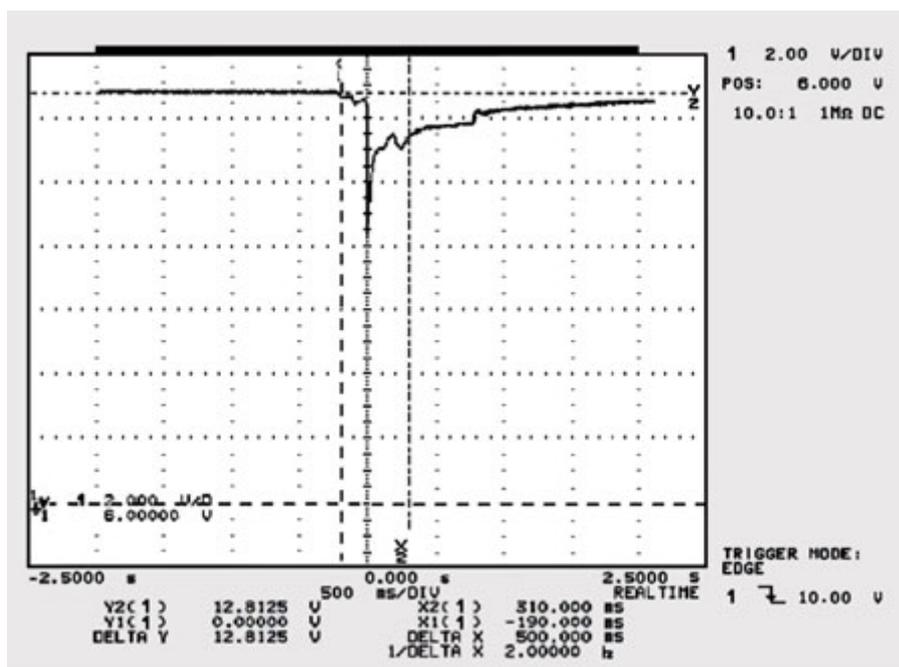
### Масса преимуществ

Применение анализатора питания постоянного тока для имитации переходных процессов в зарядной системе автомобиля дает инженеру-проектировщику массу преимуществ. Начнем с того, что, поскольку это решение обладает такой же функциональностью, как несколько дискретных решений, оно позволяет существенно сократить время измерения при меньших затратах. Трудоемкий, утомительный и сложный процесс сборки и программирования этих нескольких дискретных решений (например, датчиков тока и шунтов) полностью исключается. Действительно, конструкция анализатора питания постоянного тока делает его идеальным прибором для проверки схемотехнических решений, где простота настройки и управления играют решающую роль.

Другое существенное преимущество использования одного инструмента вместо нескольких отдельных приборов заключается в том, что это позволяет обойтись без разработки и отладки программ, управляющих этими приборами. Обычно сложные операции, требующие одновременного подключения нескольких измерительных приборов и обеспечения взаимодействия между ними, повышают риск возникновения ошибок. Проектировщики могут захотеть автоматизировать тесты, которые слишком сложны для ручного исполнения. И хотя автоматические тесты снижают вероятность ошибки оператора, написание и отладка программ дополнительно усложняет и без того непростые задачи проектировщиков. Анализатор питания постоянного тока полностью устраняет необходимость написания и отладки программ. Все функции и измерения доступны с передней панели, что позволяет обойтись без компьютера, драйверов и программного обеспечения. В результате работа инженера по созданию схемы тестирования существенно облегчается.

В качестве дополнительного преимущества анализатор питания постоянного тока позволяет воспроизводить записанные формы сигналов за счет импорта данных в формате “.CVS” – функция, крайне важная для точного тестирования переходных процессов в системе питания. В идеальном случае тестирование ECU должно выполняться в самом автомобиле в реальных условиях. Но поскольку это не практично, лучшее, что можно сделать, это записать переходные процессы в том виде, в котором они возникают в

бортовой сети автомобиля, и затем воспроизвести их в лабораторных условиях для тестирования ECU. Для записи переходных процессов инженер просто подключает осциллограф к той точке бортовой сети, где должен стоять ECU, а затем создает условия, в которых возникают переходные процессы, например, заводит двигатель, включает компрессор или кондиционер. Обратите внимание, что упомянутый выше встроенный осциллограф N6705A нельзя использовать для записи этих сигналов, потому что он может измерять только питающие напряжения, созданные самим анализатором. В результате выполняется запись переходных процессов (см. рис. 4.), и информация загружается в анализатор для воспроизведения с помощью встроенного генератора сигналов произвольной формы.



*Рисунок 4. Результирующий вид захваченного сигнала – переходные процессы в бортовой сети автомобиля при запуске двигателя. После подключения осциллографа к аккумулятору и соответствующей настройки, был повернут ключ зажигания, чтобы включить стартер. Это событие запустило процесс записи в осциллографе.*

## Заключение

Моделирование формы напряжений, возникающих в зарядной системе автомобиля, играет огромную роль для тестирования электронных устройств, но обходится дорого и связано с определенными сложностями. Применение новой категории измерительных приборов – анализаторов питания постоянного тока – может значительно упростить эту работу, поскольку эти анализаторы обладают функциями нескольких отдельных приборов в одном удобном корпусе. Кроме генератора сигналов произвольной формы, программируемой скорости нарастания и гибкости, анализаторы предоставляют инженерам-конструкторам, занятым проектированием автомобилей, быстрое, эффективное и недорогое решение, позволяющее глубже взглянуть на потенциальные проблемы, возникающие в зарядной системе автомобиля.