

Недорогие решения для тестирования автомобильных DC/DC-преобразователей

Лок Тенг Ки, Keysight Technologies

В статье описано создание недорогих решений для тестирования автомобильных DC/DC-преобразователей. Особое внимание уделено функциональному тестированию и условиям моделирования.

Преобразователем постоянного тока (DC/DC) называется электронный блок (ECU), преобразующий напряжение из одного уровня в другой. Чтобы обеспечить корректную работу таких преобразователей, производители должны подвергнуть их всестороннему функциональному тестированию ещё в процессе производства.

Для функционального тестирования преобразователей постоянного тока обычно требуется моделирование источника входного напряжения и выходной нагрузки, которое позволяет измерять стабильность и качество выходного напряжения, КПД и другие параметры. Уровни мощности могут быть как малыми, так и большими. В автомобильных приложениях обычно используются преобразователи большой мощности (более 200 Вт).

Преобразователи постоянного тока используются в системах запуска-останова двигателей, – эти системы автоматически отключают зажигание двигателя во время остановки и перезапускают двигатель, когда водитель нажимает на педаль газа. Такие системы находят всё более широкое применение в свете современных тенденций создания «зелёной» среды с уменьшенным выбросом оксидов углерода.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Преобразователи постоянного тока обеспечивают стабильное питающее напряжение 12 В и предотвращают любые прерывания работы информационно-развлекательных и климатиче-

ских систем автомобиля во время запуска двигателя, таким образом создаются комфортные условия для человека в салоне авто.

На рисунке 1 показана упрощённая структурная схема, иллюстрирующая функции типичного преобразователя постоянного тока во время активации. Если напряжение аккумуляторной батареи падает ниже 12 В из-за импульсной нагрузки во время пуска двигателя, в преобразователь передаётся сигнал запуска, в результате чего он повышает напряжение и поддерживает его на уровне около 12 В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ

Функциональное тестирование преобразователей постоянного тока требует применения эмулятора напряжения аккумулятора, способного генерировать сигналы произвольной формы с высокой мощностью.

Обычно производители сами определяют форму импульса входного напряжения для тестирования (на рисунке 2 показан пример такого импульса). Для создания сигнала произвольной формы с большим пусковым током для моделирования поведения аккумулятора в процессе испытаний нужен мощный, быстроперестраиваемый источник питания постоянного тока.

Для создания нужного сценария функционального тестирования понадобится быстроперестраиваемый источник постоянного напряжения, способный генерировать импульсы от 12 до 6 В с временем спада порядка 1...2 мс, что необходимо для эмуляции переходных процессов в большинстве автомобильных аккумуляторов. Также важно выбрать источник питания таким образом, чтобы минимизировать начальные затраты. Например, приборы Keysight N7951A/N7971A, рассчитанные на мощность 1 и 2 кВт при напряжении 20 В, позволяют работать с маломощными (менее 300 Вт) и мощными (более 300 Вт) преобразователями. Используя эти приборы, появляется возможность обеспечить большую гибкость и удовлетворить различные требования к питанию, не меняя оборудования.

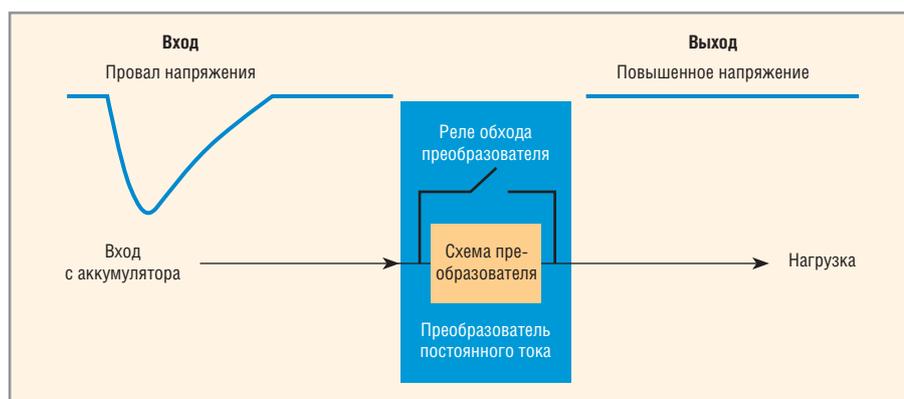


Рис. 1. Структурная схема автомобильного преобразователя постоянного тока



Рис. 2. Пример формы напряжения бортовой сети автомобиля

Кроме эмуляции входного напряжения, для моделирования воздействия на бортовую электронику автомобиля нужны электронные или пассивные нагрузки. Для обеспечения гибкого подключения и отключения нагрузки в процессе функционального тестирования также необходим коммутатор нагрузки. Этот коммутатор должен выдерживать большие токи, свойственные автомобильным приложениям.

Инженерам-испытателям часто приходится разрабатывать специальные коммутаторы для подключения нагрузки, учитывая при этом требования к безопасности и защите в случае выхода преобразователя из строя.

В автомобильной электронике, как правило, используется множество различных технологий, поэтому для удовлетворения требований, предъявляемых разными преобразователями, приходится часто переделывать специализированные коммутаторы, на что уходит и время, и деньги. Поэтому стандартное решение для коммутации нагрузки будет обеспечивать лучшую окупаемость инвестиций. Ведущие производители подобных устройств предлагают стандартные решения для коммутации нагрузки. Эти серийно выпускаемые приборы рассчитаны на долговременную работу при протекании больших токов до 40 А на канал, что является типовым требованием производственного тестирования в автомобильной промышленности.

ИЗМЕРЕНИЕ КПД

Коэффициент полезного действия (КПД) определяется по формуле: $\text{КПД} = (P_{\text{вых}}/P_{\text{вх}}) \times 100\%$, где $P_{\text{вых}}$ и $P_{\text{вх}}$ – это мощности на выходе и входе преобразователя постоянного тока, соответственно.

Чем больше КПД, тем меньше теряется энергии в процессе преобразования. Инженерам, которым нужно быстро измерять потребляемую мощность, КПД и качество питания переменного/постоянного тока, пригодятся анализаторы мощности. Многоканальные анализаторы могут одновременно измерять входную и выходную мощности с очень высокой точностью.

Однако на производственной линии применение прецизионного прибора не является обязательным, поскольку функциональная проверка не требует такой точности и скорости, как при измерении характеристик на эта-

пе проектирования. Кроме того, в ходе функциональной проверки обычно проверяется работоспособность лишь на предельных режимах. На рисунке 2 показаны типовые уровни, проверяемые на отрезках А, В и С входного сигнала аккумуляторной батареи.

Если входные напряжения и токи статичны, то для их измерения можно использовать цифровой мультиметр. Измерение входного и выходного напряжений относительно земли выполняется достаточно просто. Для измерения тока вместо мультиметра в режиме амперметра, который способен измерять лишь малые токи, лучше использовать токовый шунт. Для этого последовательно с исследуемой цепью включается датчик тока или низкоомный резистор, а мультиметр используется для измерения падения напряжения на этом резисторе, которое можно пересчитать в ток по закону Ома $V = I \times R$. И, наконец, КПД можно рассчитать с помощью полученных замеров входных/выходных токов и напряжений.

Решение для коммутации нагрузки Keysight TS-5000 предлагает возможность измерения тока. Нагрузочные карты имеют в каждом канале последовательный резистор или датчик тока, что позволяет измерять потребляемый ток. Архитектура нагрузочных карт и матричные коммутаторы обеспечивают подключение недорогих мультиметров, что значительно снижает стоимость производственных решений для измерения КПД преобразователей постоянного тока.

ИЗМЕРЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ

Проверка стабильности требуется для того, чтобы гарантировать надёжную работу преобразователя постоянного тока во время активации. Быстропереключаемый источник постоянного напряжения программируется так, чтобы воссоздать форму импульса, свойственную аккумуляторной батарее.

Затем для регистрации входных импульсов и проверки скоростей спада и нарастания используется дигитайзер. Кроме проверки входного напряжения, дигитайзер используется для измерения стабильности выходного напряжения. Сигнал выходного напряжения регистрируется во время активации преобразователя. Полная форма сигнала иллюстрирует общую стабильность выхода – уровень пульсаций, среднее значение, двойной размах и скорость установления в режиме повышения

напряжения. Рекомендуется использовать дигитайзер с минимальным периодом дискретизации 0,1 мкс – это позволяет регистрировать любые кратковременные броски напряжения.

Автомобильные аккумуляторы обычно поддерживают напряжение около 12,6 В, поэтому дигитайзер должен обнаруживать входные сигналы с напряжением более 10 В. Мощные преобразователи постоянного тока обычно имеют несколько входов и выходов, и для одновременного измерения по входам и выходам понадобится дигитайзер с числом каналов больше двух. Регистрация входных и выходных сигналов должна синхронизироваться по времени, что позволяет сопоставлять все сигналы и сокращает общее время тестирования.

Дигитайзер Keysight M9217A/L453xA поставляется с двумя или четырьмя изолированными входными каналами, что позволяет выполнять одновременно несколько измерений. Кроме того, высокое входное напряжение ± 256 В позволяет обойтись без аттенуатора входного сигнала, который применяется в типичных регистраторах данных с динамическим диапазоном ± 10 В. Для преобразователей постоянного тока с несколькими входами/выходами можно увеличить число каналов дигитайзера, установив в систему дополнительные дигитайзеры, синхронизируемые через специальные входы запуска. Такая масштабируемость позволяет обновлять решение, не переходя на другие приборы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цена тестирования является одной из ключевых составляющих общей стоимости производства преобразователей постоянного тока.

Производители автомобилей часто тратят много времени на разработку собственных испытательных систем, в результате могут потратить больше на поиск дорогостоящих приборов. Можно существенно сократить общие затраты, правильно выбрав измерительный прибор или используя правильную методику измерений.

Выбор недорогих измерительных приборов и решений для коммутации нагрузки с серийно выпускаемым измерительным программным обеспечением поможет повысить конкурентоспособность производителей в автомобильной промышленности, сохранив затраты на приемлемом уровне. ©