

Применение интегрированных систем для упрощения тестирования EPB

Тенг Ки ЛОГ (Teng Kee LOK)

Электронные системы управления стояночным тормозом (EPB) приходят на смену традиционным педалям или рычагам, используя только выключатель и кабель, соединенный с контроллером. Водитель может удерживать свой автомобиль на спуске простым нажатием кнопки. Компания Keysight создала семейство серийно выпускаемых контрольно-измерительных систем, предназначенных для испытания электронных блоков управления (ECU) автомобиля. Одну из таких систем можно легко настроить на функциональное тестирование систем управления EPB.

Функции EPB опираются на четыре элемента: органы управления, датчик скорости вращения колеса, датчик усилия и электродвигатели. Эти элементы подают различные сигналы на входы контроллера EPB, который определяет, когда включать или отпускать тормоза.

Функциональное тестирование типичной системы EPB использует комбинацию управления, эмуляции, имитации и измерения: порты ввода/вывода для испытания всех узлов, эмуляцию аналоговых сигналов датчика усилия, эмуляцию частотных сигналов датчика скорости вращения колеса, коммутацию нагрузки на электродвигатели и имитацию работы органов управления.

Эмуляция работы EPB

На рис. 1 показана упрощенная структурная схема, иллюстрирующая работу типичной системы EPB, а рис. 2 демонстрирует возможности эмуляции, необходимые для тестирования модуля управления EPB.

Для тестирования ECU необходимы специальные возможности, такие как эмуляция нагрузок с большой рассеиваемой мощностью и генерация нескольких типов сигналов, точно воспроизводящих сигналы датчиков. Для того чтобы сформировать типовой набор требований к тестированию, рассмотрим подробнее каждую функцию.

Взаимодействие с ECU

Для проверки работы ECU часто нужна определенная форма проверки ввода/вывода. Возможность такой проверки зависит от способности контрольно-измерительной системы обмениваться данными через соответствующий последовательный интерфейс, самым распространенным из которых является шина

CAN, указанная в стандарте ISO 11898. Кроме того, система должна уметь переключать ECU между режимами «работа» и «проверка».

Простая проверка функционирования системы ввода/вывода легко выполняется размыканием и замыканием контактов разъема. Это можно сделать, считывая соответствующие состояния ECU после подачи некоторых аналоговых или цифровых входных сигналов. Проверка поведения выходов предусматривает

измерение выходных сигналов с применением специальных условий запуска.

Эмуляция аналоговых сигналов

Для измерения усилия сдвигания в типичных системах EPB применяются датчики усилия на основе эффекта Холла. Исполнительный механизм использует систему с обратной связью, которая считывает

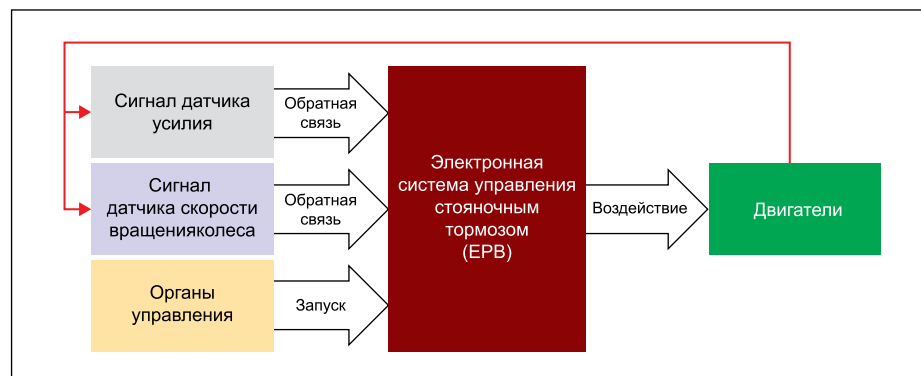


Рис. 1. Для определения правильных действий система EPB использует сигналы обратной связи

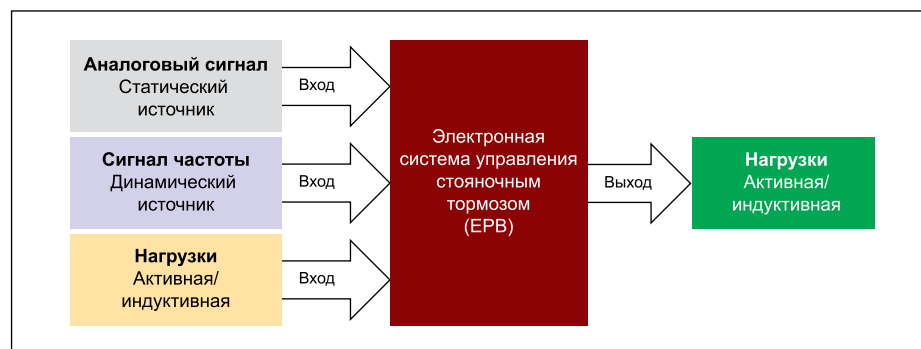


Рис. 2. Тщательное функциональное тестирование требует эмуляции предполагаемых входных сигналов и нагрузок, с которыми будет работать EPB в реальных условиях

ет сигнал датчика и определяет, какое усилие надо приложить для удержания автомобиля на месте. Это достигается за счет измерения крутящего момента, приложенного к тормозным колодкам через электродвигатель.

В зависимости от типа датчика, характерные значения напряжения могут находиться в диапазоне 0–5 В. Для функционального тестирования и определения параметров изделия нужно иметь возможность генерации либо диапазона дискретных напряжений, либо свипирования уровней напряжения, поступающих на ЕРВ в режиме проверки и воспроизводящих весь спектр возможных состояний. Эмулированный статический сигнал подается на входной контакт датчика усилия.

Генерация сигналов частоты

Датчик скорости вращения колеса генерирует выходной сигнал, частота которого прямо пропорциональна скорости вращения. Результирующий сигнал представляет собой импульсы тока с типичной амплитудой 7–14 мА и частотой от 10 Гц до нескольких кГц.

Для эмуляции сигнала датчика и подачи его на приемник ЕРВ в процессе тестирования используется генератор частоты. Как и в предыдущем случае эмуляции аналоговых сигналов, для функционального тестирования понадобится либо набор дискретных частот, либо свипирование частоты на входе ЕРВ.

Управление нагрузками и их имитация

Для включения и выключения тормозов системе ЕРВ необходим привод с электродвигателем. Когда двигатель включается, он начинает вращаться и приводит в действие механизм, прилагающий усилия к задним тормозам, останавливая автомобиль. Для того чтобы отпустить тормоза, двигатель проворачивается в обратную сторону и снимает воздействие.

Для обеспечения вращения электродвигателя с необходимым крутящим моментом система ЕРВ должна подать на него достаточно большой уровень мощности. В результате система функционального тестирования должна уметь работать с большими токами 10–20 А, при этом поддерживая гибкое подключение и отключение имитируемых нагрузок.

Общие контуры решения

Ранее производители автомобилей часто создавали собственные испытательные системы. Кроме того, иногда они тратили время и средства на разработку специальных электронных схем и управляющих программ.

Сегодня серийно выпускаемые решения для тестирования ЕРВ используют приборы на базе PXI и готовое программное обеспечение для исполнения тестов. Решение от Keysight имеет встраиваемый контроллер и семь аппаратных компонентов, обеспечивающих необходимую функциональность:

- цифровой мультиметр;
- динамический цифро-аналоговый преобразователь (динамический ЦАП);
- цифровой интерфейс ввода/вывода;
- матричные коммутаторы;
- коммутаторы нагрузок;
- адаптер шины CAN;
- программируемый источник питания.

Все это предусмотрено в составе одноприборного тестера, а программируемый источник питания устанавливается на него сверху (рис. 3). Модульная структура предоставляет инженерам необходимую гибкость, позволяющую комбинировать контрольно-измерительное оборудование для удовлетворения широкого диапазона требований. Кроме того, небольшие размеры системы упрощают интеграцию и сокращают занимаемое место.



Рис. 3. В эту конфигурацию системы функционального тестирования Keysight TS-8989 PXI входит программируемый источник питания (сверху), 8-слотовое шасси PXI (слева внизу) и 11-слотовый блок коммутации/нагрузки (справа внизу)

В состав системы входит программное обеспечение, предназначенное специально для разработки тестов и проведения функционального тестирования электронных устройств. Оно имеет полностью настраиваемый интерфейс пользователя, открытую архитектуру для интеграции нескольких приборов, поддерживает гибкие тестовые последовательности и предлагает простые в обращении средства отладки. Его многократно применяемые библиотеки поддерживают устройства управления приборами, испытательные операции и тестовые последовательности. А такие возможности, как управление коммутацией, коммутация в зависимости от состояния, профилирование теста и умножитель пропускной способности, повышают производительность и ускоряют тестирование.

Удовлетворение требований к тестированию ЕРВ

Для измерения напряжений и сопротивлений в процессе тестирования ввода/вывода систему можно оборудовать одним из двух 6½-разрядных мультиметров, выполняющих 4500 или 15000 измерений в секунду. Базовая погрешность измерения постоянного напряжения достигает 90×10^{-6} . Для упрощения схемы измерения исполнитель тестов поддерживает высокоуровневые операции измерения постоянного напряжения и двух- и четырехпроводного измерения сопротивления.

ЕРВ подключается к мультиметру и источникам сигналов через матричный коммутатор, что позволяет комбинировать приборы и измерительные каналы. Время коммутации составляет 300 мкс, а срок службы коммутаторов достигает 100 млн рабочих циклов. Исполнитель тестов предлагает средства редактирования маршрутов коммутации, которые облегчают программирование матричных коммутаторов.

Для создания аналоговых сигналов, необходимых для тестирования датчиков усилия, систему можно оснастить динамическим ЦАП в формате PXI. Исполнитель теста поддерживает множество команд, которые упрощают настройку и синхронизацию выхода ЦАП.

Кроме того, динамический ЦАП используется для генерации сигналов частоты, необходимых для тестирования датчиков скорости вращения. ЦАП работает со скоростью 500 квыб/с и может генерировать симметричные и асимметричные импульсы тока. Применение одного модуля для тестирования напряжений и частот сокращает

затраты по сравнению с применением двух отдельных источников.

Для автоматической коммутации нагрузки и тестирования электродвигателей систему можно оборудовать одно-, двух- и четырехканальными картами нагрузки. Для коммутации нагрузки система может управлять токами в диапазоне 2–40 А, в зависимости от выбранной карты нагрузки. Имеющиеся функции включают измерение тока, защиту от обратного тока, подтяжку к «земле»

или питание, мостовое включение нагрузки и мультиплексируемые нагрузки.

Заключение

В конкурентной борьбе на современном автомобильном рынке играет роль каждая мелочь. Своевременная и не выходящая за рамки бюджета разработка системы функционального тестирования ЕРВ выигрывает от применения серийно выпускаемой

системы, обладающей большими возможностями, гибкостью и адаптируемостью. Использование одной интегрированной системы на базе РХІ, содержащей измерители, коммутаторы и нагрузки, предоставляет производителям недорогое решение для тестирования ЕРВ. Кроме того, эта компактная система способна не только сэкономить место в стойке или в помещении, но и снизить общую стоимость функционального тестирования. ■