

ОБЗОР ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Хайрутдинова Гузель Вагизовна

магистрант, Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО К(П)ФУ, РФ, г. Набережные Челны

В работе представлен краткий обзор следующих методов функционального испытания электронных блоков управления автомобиля:

- полунатурные испытания в среде HIL;
- натурные испытания в условиях различных стендов;
- натурные испытания в условиях транспортного средства.

1. Испытание в среде HIL - полунатурные испытания (HIL тестирование)

HIL тестирование предназначено для функционального испытания аппаратной системы управления (электронного блока управления) и его программного кода (алгоритмов управления), интегрированного в аппаратную среду (Электронный блок управления).

Метод полунатурных испытаний в среде HIL основан на симуляции окружения вокруг электронного блока путем генерации сигналов, в реальном времени, формировании нагрузок на соответствующих аппаратных выходах ЭБУ специализированными модулями ввода/вывода, и измерении сигналов на соответствующих выводах ЭБУ, включая цифровые и аналоговые линии, шины данных (CAN, LIN, Ethernet, K-line и др.). Типовая схема подключения ЭБУ к HIL системе изображена на рисунке 1.



Рисунок 1. Типовая принципиальная схема подключения ЭБУ к HIL

В концепции функционального испытания электронная система или электронный блок управления (ЭБУ) рассматривается как «черный ящик», где внутренняя логика устройства остается закрытой.

Закон формирования задающих сигналов основан на общем сценарии испытаний, исходя из заданного функционала ЭБУ и перечня необходимых тестовых воздействий, согласно перечня функции технических требований (ТТ).

Проверка выполнения ожидаемой реакции ЭБУ на воздействия со стороны HIL системы может выполняться путем формирования сценария испытания, в котором указываются следующие данные:

- входные параметры, либо сигналы – перечень входов ЭБУ, либо сигналов шин данных для воздействия на ЭБУ (см. таблицу 1);
- условия – перечень значений задающих сигналов для выполнения соответствующей функции ЭБУ и как следствие – активацией соответствующего выхода ЭБУ либо сигнала шины данных от ЭБУ;
- ожидаемая реакция – описание ожидаемого результата для сравнения фактической реакции и заданной и заключения о выполнении функции согласно ТТ.

Испытание ЭБУ основано на тестовом сценарии в среде управления полунатурным стендом. Алгоритм воздействия на ЭБУ может быть основан на математической модели окружения, созданной в среде Matlab/Simulink, либо программного кода (C/C++/C#, CAPL, Python и т.п.), скрипта либо графического интерфейса пользователя и описывается следующим образом:

HIL стенд формирует заданный сигнал на определенный вход ЭБУ, с заданным значением, согласно условий ТТ. После формирования сигнала выполняется проверка результата выполнения функции согласно ожидаемого результата, путем считывания значения сигнала с заданного выхода ЭБУ либо сигнала шины данных (либо нескольких выводов ЭБУ или сигналов шин данных). В случае успешного выполнения функции – тест считается пройденным. В случае не выполнения функции – тест считается не пройденным.

Процесс формирования элементарных воздействий можно разделить на ряд действий: получение параметра из сценария тестирования, формирование программной переменной (значения переменной) в среде выполнения тестов, передача программной переменной среду реального времени, обработка переменной, формирование заданного физического сигнала на цифро-аналоговых преобразователях плат ввода/вывода, формирование физического сигнала на контакты ЭБУ.

Обработка полученных значений от ЭБУ заключается в передаче сигнала от ЭБУ на аналогово-цифровые преобразователи плат ввода/вывода, формирование цифрового значения физического сигнала к системе реального времени, формирование программной переменной, передача в среду выполнения тестов значения сигнала, сравнение текущего значения сигнала с заданным значением, выдача результата теста (см. Рисунок 2). Перечни элементарных воздействий и считываемых сигналов указаны в таблицах 1 и 2.

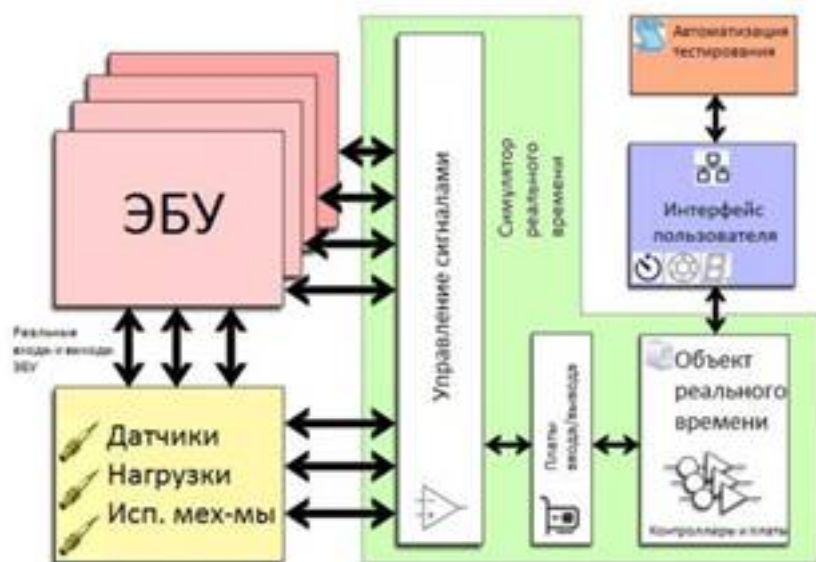


Рисунок 2. Структурная схема HIL системы

Таблица 1.

Перечень задающих элементарных воздействий в среде HIL

Воздействие	Описание, применение
Генерация напряжения	Данное воздействие применяется для формирования заданного напряжения с целью имитации датчиков, таких как датчики температуры, скорости, и т.п.
Генерация сопротивления	Применяется для имитации цепей исполнительных механизмов, электромагнитные клапаны, реле и резистивных датчиков
Генерация нагрузки током	Применяется для имитации исполнительных механизмов, таких как электромоторы, сервоприводы и т.п.
Генерация сигналов шин данных CAN, LIN, K-line, Ethernet	Применяется для имитации, необходимых для правильной работы сигналов шин данных, таких как CAN/LIN/K-line, Ethernet от других устройств
Формирование обрыва цепей	Применяется при имитации обрыва цепей датчиков, исполнительных механизмов, шин данных для проверки алгоритмов диагностики ЭБУ на неисправность и надежность управляющих цепей
Формирование замыкания цепей	Применяется при испытании входов/выходов на надежность управляющих цепей и для проверки алгоритмов диагностики и реакции ЭБУ на неисправность
Кросс-коммутация выводов ЭБУ	Применяется для проверки алгоритмов работы ЭБУ, таких как диагностика неисправностей, надежности управляющих цепей

Таблица 2.

Перечень считываемых типов сигналов

Воздействие	Описание, применение
Измерение напряжения	Применяется для анализа сигналов, формируемых на выходе в течение времени исследования
Измерение тока	Применяется для анализа сигналов, формируемых на выходе в течение времени исследования

Натурные испытания электронных систем – испытания в составе транспортного средства, представляют собой перечень воздействий на органы управления в автомобиле и фиксирование результатов работы функций исследуемых систем, согласно технических требований на систему, сравнение полученного результата работы алгоритмов системы с заданным в техническом задании.

Испытания систем и компонентов в составе автомобиля выполняются на специализированных участках либо полигонах.

Метод испытания в составе автомобиля применяется после всех предыдущих методов, либо в случае, когда их применение невозможно.

Список литературы:

1. Л.Н. Тюленев Методы и средства измерений, испытаний и контроля: конспект лекций/ Л.Н. Тюленев, В.В. Шушерин, А.Ю. Кузнецов - Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ УПИ, 2005. - 80 с.
2. В.А. Набоких Испытания автомобильной электроники. Учебник – Москва: Инфра-М, 2017. – 296 с.
3. И.Н. Успенский Испытания автомобилей: Учебное пособие/ И.Н. Успенский, В.И. Песков, В.Н. Кравец, С.М. Кудрявцев, В.Б. Цимбалин – Москва: Машиностроение, 1978 – 199 с.
4. H.K. Fathy, Z.S. Filipi, J. Hagen, J.L. Stein Review of Hardware-in-the-Loop Simulation and Its Prospects in the Automotive Area, Modeling and Simulation for Military Applications. Edited by Schum, Kevin; Sisti, Alex F. Proceedings SPIE Int. Soc. Opt. Eng., Vol. 6228, 2006