

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ С РЕКУПЕРАЦИЕЙ

Институт информационных технологий БГУИР,  
г. Минск, Республика Беларусь

Карнацкий П.Н.

Стешенко П.П. – доцент кафедры ПЭ, к.т.н., доцент

Рассматривается система управления электродвигателем, используемая в электротранспорте. Предложена структурная электрическая схема управления электродвигателем постоянного тока.

Использование электродвигателей в электротранспорте [1] обусловлено требованиями экологии, возможностью применения новых видов аккумуляторных батарей и упрощенной схемой управления автомобилем [2]. Значительную роль в этом отводится системам управления электродвигателем с рекуперацией (возврата) электроэнергии [3].

Предложенная система управления электродвигателем с рекуперацией состоит из 8 блоков. Электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением является исполнительным устройством системы управления. Электродвигатель может работать в режиме генерации электроэнергии обратно в батарею. Это возможно при подаче тока на обмотку возбуждения во время торможения, то есть во время отсутствия подачи напряжения на якорь электродвигателя.

Управление режимом работы системы осуществляется педалью, выполненной в виде потенциометрического датчика. Сигнал с датчика поступает в блок управления электродвигателем. Структурная схема системы управления электродвигателем с рекуперацией представлена на рисунке 1.

Устройство защиты предназначено для защиты электродвигателя от внештатных режимов работы: чрезмерной подачи тока на якорь электродвигателя, защита от подмагничивания обмотки возбуждения во время разгона электроавтомобиля.

Задающий генератор формирует частоту пилообразных импульсов, которые управляют ШИМ-регулятором IR2110. Так как микросхемы IR2110 и UC3843 не могут на выходе коммутировать большие токи, применяются мощные силовые ключи на транзисторах IRF640. Режим работы электродвигателя управляется 6-ю полевыми n-канальными транзисторами, работающими в импульсном режиме.

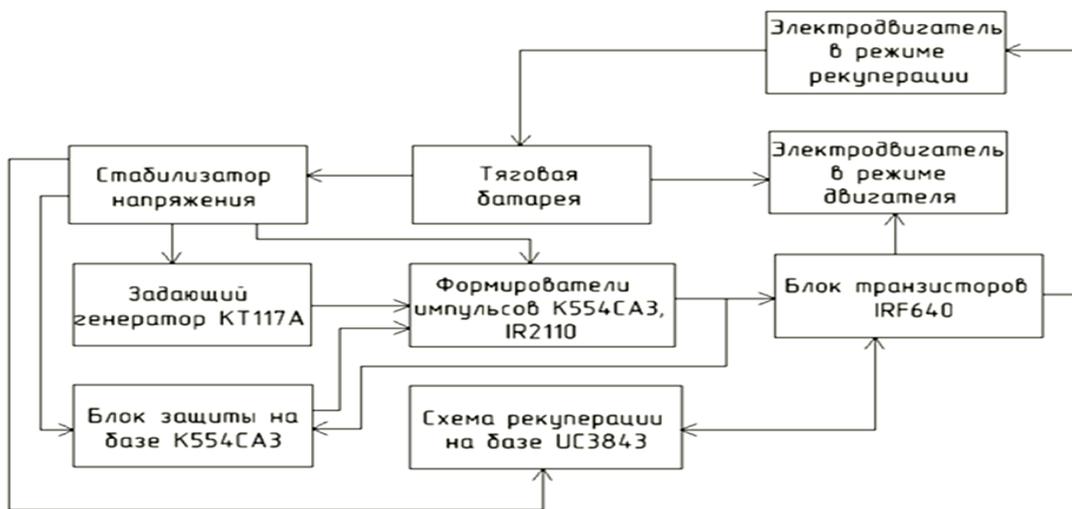


Рисунок 1 - Схема структурная управления электродвигателем

При инициализации цикла управления педалью включается вентилятор охлаждения мощных полевых транзисторов. В этот же момент происходит запуск генератора пилообразных импульсов.

Система управления переходит на следующий уровень: происходит опрос количественного значения сопротивления переменного резистора, расположенного на педали. Если его значение составляет не более 1,5кОм, то идет сигнал на схему включения режима рекуперации. Если же значение сопротивления не удовлетворяет этому требованию, то идет сигнал на микросхему IR2110 для того, чтобы открыть мощные силовые ключи управления электродвигателем (режим движения).

На основе структурной схемы нами разработана принципиальная электрическая схема и проведено моделирование ее работы с помощью программы PROTEUS 6.9 для электродвигателя мощностью 10кВт.

Список использованных источников.

1. Научный журнал «Фундаментальные исследования» [Электронный ресурс]. — Электроавтомобиль и перспективы его развития: [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39606> . - Дата доступа: 04.01.2018.

2. ООО «ОНЛАЙНЕР» [Электронный ресурс]. – В Беларуси подготовили проект программы развития электротранспорта. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://auto.onliner.by/2016/06/21/elektro-3>. – Дата доступа: 04.01.2018.

3. Патентный поиск, поиск патентов на изобретения [Электронный ресурс]. – Способ рекуперации электрической энергии на рельсовом транспорте в накопительную установку вагона. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/237/2379201.html>. – Дата доступа: 04.01.2018.

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АКТИВНЫМ АНТИКРЫЛОМ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ

*Институт информационных технологий БГУИР,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Кожарнович В.В.*

*Шпак И.И. – зав. кафедрой ПЭ, к.т.н., доцент*

Быстрый рост мощности и похожие на крылья аэродинамичные кузова спортивных автомобилей стали причиной появления столь заметной подъемной силы, что ее уже невозможно стало игнорировать. Антикрыло – основной элемент конструкции спортивного автомобиля, на котором в процессе взаимодействия с потоком набегающего воздуха первично возникает сила обратная подъемной, называемая прижимной. Несмотря на явные достоинства, антикрыло имеет и недостаток, заключающийся в том, что его установка повышает сопротивление набегающему воздуху, тем самым ухудшая динамику спортивного автомобиля. Компромиссом здесь является использование активного антикрыла, то есть антикрыла, изменяющего свой угол атаки согласно определенному алгоритму в процессе движения автомобиля. В докладе приводятся результаты разработки системы управления активным антикрылом спортивного автомобиля.

На модуль драйвера антикрыла в составе разработанной системы управления активным антикрылом спортивного автомобиля были возложены задачи по изменению угла атаки антикрыла в ходе движения автомобиля, опираясь на значения текущей скорости движения и состояния выключателя стоп-сигнала. Вышеперечисленные значения модуль драйвера антикрыла получает по бортовой шине CAN силового агрегата автомобиля путем непрерывного чтения шины, фильтрации и получения сообщений с необходимыми идентификаторами. Для демонстрации работы и проверки работоспособности системы был разработан также модуль диагностического симулятора.

Структура разработанной системы управления активным антикрылом спортивного автомобиля представлена на рисунке 1.

Диагностический симулятор – переносимое устройство, предназначенное для симуляции определенных процессов, происходящих в автомобиле и последующих генерации и передачи соответствующих сообщений на шину CAN, а также для визуального отображения состояния симулируемых процессов. Все узлы и блоки диагностического симулятора конструктивно удалены от блока питания, входящего в состав модуля драйвера антикрыла.

Узлы тактирования необходимы для генерации тактовых импульсов для управляющих микроконтроллеров и контроллеров шины CAN.

Узел симуляции скорости необходим для непосредственной установки симулируемого значения скорости посредством механического воздействия на него со стороны пользователя, в результате чего на вывод встроенного АЦП микроконтроллера 1 поступает соответствующий аналоговый сигнал, после преобразованный и сохраненный в ОЗУ микроконтроллера в цифровом двоичном виде.

Узел симуляции состояния выключателя стоп-сигнала необходим для непосредственной установки симулируемого состояния педали тормоза посредством механического воздействия на него со стороны пользователя, в результате чего на вывод порта ввода-вывода (I/O) микроконтроллера 1 поступает соответствующий электрический сигнал, после сохраняющийся в ОЗУ микроконтроллера в цифровом двоичном виде.

Микроконтроллер 1 выполняет обработку симулируемых значений величин и состояний узлов симуляции и сохраняет их в собственном ОЗУ в цифровом двоичном виде. Далее микроконтроллер 1 осуществляет передачу их контроллеру 1 шины CAN по встроенному интерфейсу SPI, а также отправляет соответствующую информацию блоку отображения состояния узлов симуляции, реализованному на модуле LCD, через порт ввода-вывода. Контроллер 1 шины CAN приняв информацию, обрабатывает, преобразовывая ее в CAN-сообщения, которые затем помещаются в буфер отправки для дальнейшей передачи трансиверу 1 шины CAN.

Трансиверы шины CAN необходимы для работы в качестве интерфейсов между контроллерами CAN-протокола и физической шиной, то есть для преобразования CAN-сообщений в сигналы дифференциальной шины CAN и обратно.

Драйвер антикрыла – устройство, стационарно устанавливаемое в автомобиле и предназначенное для приема, анализа, фильтрации и обработки сообщений, поступающих с шины CAN, и на основании определенного алгоритма управляющее углом положения антикрыла.

Блок питания, входящий в состав драйвера антикрыла, необходим для преобразования постоянного напряжения питания бортовой сети автомобиля +12 В в постоянное напряжение +5 В – для питания цифровых микросхем модулей драйвера антикрыла и диагностического симулятора. Блок питания построен по высокоэффективной технологии SEPIC [1] (Single Ended Primary Inductance Converter, преобразователь с несимметричной первичной обмоткой), благодаря чему система может работать в достаточно широком диапазоне входных напряжений. SEPIC-преобразователь включает в себя контроллер ШИМ, реализующий определенные длительности включения и отключения электронного силового ключа, который в свою очередь