

автоматическое построение двумерной модели магнитной цепи двигателя, назначение геометрических параметров и свойств материала.

После проведения моделирования магнитной цепи и определения мест магнитной цепи, де необходима оптимизация можно внести изменения в Excel-таблицу и автоматически перестроить Ansys-модель.

Предложенный метод сокращает время оптимизации геометрических параметров проектируемого двигателя вдвое, а также минимизирует путаницу в настраиваемых параметрах и ошибки, вызванные изменением параметров магнитной цепи.

Литература

1. Проектирование электрических машин: учебник для вузов / под П79 ред. И. П. Копылова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2011. – 767 с.

2. Ansys electronic desktop – motor-CAD tutorial [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ansys.com/products/electronics/ansys-motor-cad/>. – Дата доступа: 24.04.2023.

УДК 629.1.04

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ БОРТОВАЯ РАСПРЕДЕЛЁННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПОСТОЯННОГО КОНТРОЛЯ РАБОТЫ ГОРОДСКОГО НИЗКОПОЛЬНОГО ЭЛЕКТРОБУСА

Радкевич А.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Павлюковец С.А.

На современном этапе проектирования городского общественного электротранспорта остаётся актуальным вопрос разработки системы управления, которая способна выполнять все необходимые операции над бортовыми и периферийными устройствами на всём цикле работы транспортного средства. Для электробуса данная проблема особенно актуальна – в первую очередь ввиду инновационности и новизны концепции полностью автономного электрического пассажирского транспортного средства большой вместимости, во вторую очередь – по причине большого числа электронных приборов и аппаратов, подлежащих автоматизации. Вследствие этого крупнейшие производители электробусов, в числе которых Yutong, BYD, CAF, VDL, VOLVO, MAZ, ВКМ Holding и другие занимаются разработкой систем управления, находя баланс между массогабаритными показателями, функциональностью и стоимостью таких систем. В данной работе предлагается собственная

автоматизированная система управления бортовыми устройствами городского электробуса на основе применения сети распределённых транспортных контроллеров и управления ими от водительского терминала [1].

Целью разрабатываемой системы автоматизации является решение ряда задач по выполнению следующих технологических операций:

- обеспечение выполнения циклов движения электробуса, в частности, реализация пускового и тормозного режимов, а также реверсирования;
- получение информации о состоянии параметров узлов электробуса и отображение её на панели индикации водителя либо дисплее;
- обеспечение включения электрического отопителя в салоне;
- обеспечение открытия и закрытия дверей электробуса;
- обеспечение работы тормозной системы электробуса;
- обеспечение функционирования пневматической подвески;
- обеспечение защит и блокировок при аварийных режимах работы.

Основными системами электробуса, подлежащими автоматизации, являются: тяговый электропривод, система накопителей энергии, EBS – тормозная система, ECAS – пневматическая подвеска, система открывания и закрывания дверей, компрессор пневмосистемы, электроусилитель руля, климат-контроль, световые приборы, информационная система.

Автоматизацию всех периферийных систем электробуса произведём при помощи программируемого логического контроллера, за исключением реализации векторно-частотного управления асинхронным тяговым электродвигателем, которая осуществляется встроенным в преобразователь частоты микроконтроллером с взаимодействием с программируемыми контроллерами по интерфейсам с высоким быстродействием [2].

В качестве решения по автоматизации бортовых систем электробуса был выбран многофункциональный транспортный контроллер марки МТК, представляющий собой сеть пространственно разнесённых по периметру электробуса контроллеров МТК 11.1...11.9, каждый из которых представляет собой отдельную вычислительную систему, связанную с другими информационной сетью посредством интерфейса CAN с подключением к терминалу водителя через разъём Ethernet. Каждый контроллер выполняет определенные функции по контролю и диагностике тех агрегатов и узлов, в непосредственной близости от которых он расположен, постоянно анализирует их состояние и управляет работой согласно алгоритму функционирования.

Структурная схема бортовой распределённой системы управления (БРСУ) на основе контроллеров марки МТК показана на рис. 1.

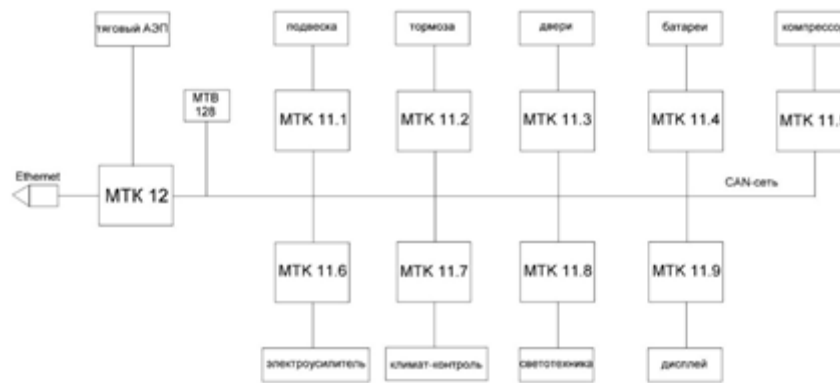


Рис.1 Структурная схема БPCУ электробусом на базе сети контроллеров МTK

Каждый из контроллеров МTK 11 обрабатывает конкретную задачу в соответствии с алгоритмом управления и компьютерной программой, выполняемой на встроенном микропроцессоре, а затем по выходному каналу через шину CAN передаёт информацию главному контроллеру приборной панели МTK 12, который имеет 8 входов от каждого контроллера МTK 11 и 3 выхода, по которым информация через разъёмы поступает на дисплей либо индикационные лампы приборной панели.

Программируемый контроллер МTK 12 с запоминающим устройством с номинальным напряжением до 1000 В предназначен для ввода сигналов от датчиков, узлов, модулей, панелей управления водителя, логическую обработку поступающих сигналов в соответствии с алгоритмом функционирования, обмен информацией по интерфейсам Ethernet, RS-485, CAN, RS-232, USB, 1-Wire, LIN, считывания и записи на micro-SD карту, а также выдачи сигналов управления на исполнительные устройства.

С учётом подключения силовой цепи тягового электропривода электробуса, вспомогательных систем и органов управления водителя, аппаратная реализация БPCУ изображена на рис. 2 в виде электрической схемы соединений системы автоматизации (АД – асинхронный электродвигатель; АИН – автономный инвертор напряжения; АКБ – аккумуляторные батареи; БЗ, БК, БС – блоки защиты, коммутации, сглаживания; ВМ – ведущий мост; ДИФ – дифференциал; ДН, ДС, ДТ – датчики напряжения, скорости, тока; ПД – плата драйверов; MCU – микроконтроллер).

Рис. 2 содержит силовую цепь электропривода и систему управления. В качестве контроллера тягового электропривода в данной системе автоматизации применён микроконтроллер STM32F103C8T6 производства STMicroelectronics со средним по мощности ядром Cortex-M3.

Протоколом передачи данных между вспомогательными системами и приборной панелью является шина М-CAN (Micro-CAN – CAN 1), протоколом передачи данных между силовыми устройствами и приборной

панелью является P-CAN (Power-CAN – CAN 2), протоколом передачи данных между информационными системами и приборной панелью является I-CAN (Information-CAN – CAN 3). Прием сигналов от датчиков бортовых устройств осуществляется по протоколу RS-485, для чего в МТК 11 предусмотрены соответствующие входные порты.

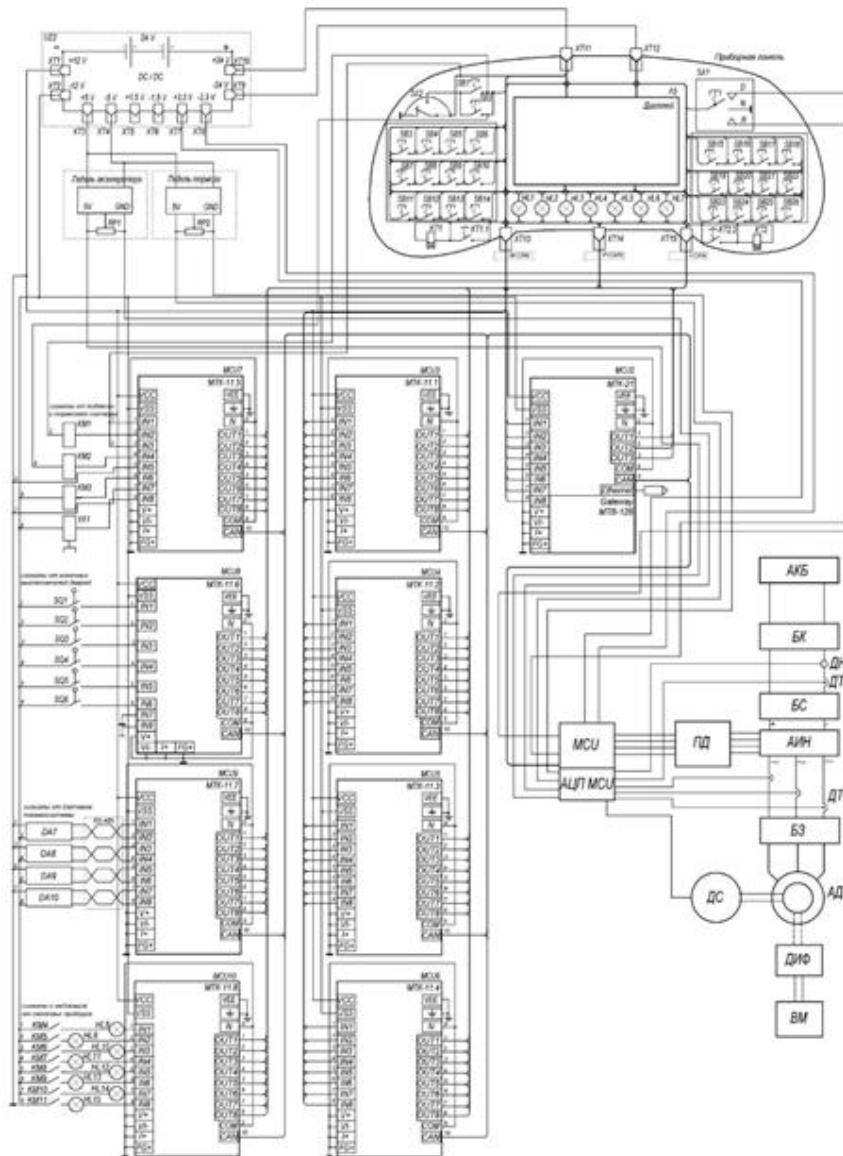


Рис. 2 Электрическая схема соединений системы автоматизации бортовых систем электробуса на основе БРСУ

Контроллер МТК 21 также содержит многофункциональный терминал водителя МТВ-128, непосредственно формирующий управляющие сигналы на дисплей приборной панели. Данный терминал имеет выходной интернет-шлюз Gateway и разъем по интерфейсу Ethernet, что позволяет его программировать через подключение компьютера.

Система автоматизации получает питание от преобразователя постоянного напряжения, имеющего соответствующие разъемы на различное напряжение для питания приборной панели, педалей, программируемого контроллера, микроконтроллера и платы драйверов.

Таким образом, разработанная система автоматизации бортовых устройств городского электробуса в виде распределённой сети транспортных контроллеров позволяет решать задачи управления, регулирования и диагностики периферийных систем через взаимодействие водителя и БРСУ посредством терминала и дисплея, а также осуществляет синхронизацию работы силовой цепи электропривода и цепи управления.

Литература

1. Корнилов, В. Ю. Разработка структурной схемы и алгоритма функционирования тягового электропривода для электробуса / В. Ю. Корнилов, М. Р. Джалимов. — // Молодой ученый. — 2020. — № 23 (313). — С. 114–116.

2. Атаманов, Ю. Е. Выбор системы регулирования тягового асинхронного электродвигателя электробуса / Ю. Е. Атаманов, В. Н. Плищ, А. Ф. Акулич // Научное обеспечение развития отечественной тракторной техники, многоцелевых колесных и гусеничных машин, городского электротранспорта // сост. Г. А. Таяновский ; под общ. ред. В. П. Бойкова. – Минск : БНТУ, 2018. – С. 20–26.

УДК 621.3.077

КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Радкевич А.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Павлюковец С.А.

Классификация тяговых электроприводов обычно производится по таким признакам, как вид движения и управляемости, род механического и электрического передаточных устройств, тип преобразовательного устройства, способ передачи механической энергии исполнительным органам, принцип регулирования скорости и способ охлаждения.

Структурная схема классификации тяговых электроприводов электромобилей показана на рис. 1.