

Паспорт экзамена

по дисциплине «Системы управления тяговыми приводами», 2 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет состоит из теоретического вопроса и практической задачи и формируется по следующему правилу:

- Теоретический вопрос;
- Практическая задача на программирование микроконтроллера, решаемая на компьютере в соответствующей среде разработки.

На экзамене преподаватель вправе задавать студенту уточняющие и дополнительные вопросы.

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Системы управления тяговыми приводами»

1. Основные функции системы управления электротранспортными средствами. Особенности условий работы систем управления на подвижном составе.

2. Задача.

Контроллер управляет нагревателем. Ток нагревателя пропорционален коэффициенту заполнения ШИМ.

Напряжение, пропорциональное температуре, подается на аналоговый вход (вывод 37 контроллера Atmega16).

На выходе таймера 0 (вывод 4) должен формироваться управляющий сигнал.

Коэффициент заполнения в условных единицах (из 255) должен быть в 2 раза больше, чем измеренное АЦП значение.

Нагреватель работает, только если нажата кнопка (есть напряжение на выводе 2).

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

2. Уровни освоения компетенций и критерии оценки

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный комплексный анализ материала, выявляет проблемы, предлагает механизмы их решения, представляет количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры, не допускает ошибок и способен написать и отладить работоспособную программу для микроконтроллера, полностью решающую заданную задачу. Компетенции и соотнесенные с ними индикаторы, закрепленные за дисциплиной, сформированы в полном объеме. Оценка составляет от 30 до 40 баллов.

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, способен представить количественные и качественные характеристики процессов, способен написать программу для микроконтроллера, реализующую основные функции заданной задачи, требующую исправления допущенных при программировании ошибок. Компетенции и соотнесенные с ними индикаторы, закрепленные за дисциплиной, содержат несущественные пробелы и сформированы на базовом уровне. Оценка составляет от 25 до 30 баллов.

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, способен предложить алгоритм решения задачи, однако при реализации его на языке программирования допускает синтаксические ошибки, которые не способен самостоятельно устранить. Компетенции и соотнесенные с ними индикаторы, закрепленные за дисциплиной, содержат пробелы и сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет от 20 до 25 баллов.

Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при написании программы для микроконтроллера допускает принципиальные ошибки либо не знает базовых команд языка программирования. Компетенции и соотнесенные с ними индикаторы, закрепленные за дисциплиной, не сформированы. Оценка составляет менее 20 баллов.

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 20 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Системы управления тяговыми приводами»

Теоретические вопросы:

1. Основные функции системы управления электротранспортными средствами. Особенности условий работы систем управления на подвижном составе.
2. Структурные схемы систем управления тяговым электроприводом. Основные элементы. Элементная база систем управления тяговыми электроприводами: микроконтроллеры, датчики, исполнительные устройства, средства связи, элементы человеко-машинного интерфейса. Структура системы управления силовыми ключами. Назначение драйверов СПП, снабберных цепей, сигналов защиты и обратной связи.
3. Общая характеристика современных микроконтроллеров. Быстродействие микроконтроллеров. Системы команд процессора в архитектурах RISC и CISC применительно к микроконтроллерам. Объем памяти. Типы входов и выходов, АЦП, ЦАП. Интерфейсы связи. Таймеры. Микроконтроллеры AVR (Atmel), PIC (microchip), STM32 (ARM), ESP8266 и другие.
4. Основы языка программирования контроллеров высокого уровня на примере контроллеров выбранного производителя. Методы загрузки программ в микроконтроллер. Программаторы, отладочные платы. Способы тактирования микроконтроллеров. Способы задания рабочей частоты микроконтроллеров. Фьюзы и регистры настроек.
5. Расчет скорости и ускорения, сил тяги и торможения, момента, мощности тягового электродвигателя. Определение напряжения и тока обмоток тягового электродвигателя, его магнитного потока возбуждения. Особенности управления скоростью тяговых электродвигателей независимого возбуждения в современных импульсных системах управления.
6. Характерные напряжения и токи сигналов электротягового оборудования. Способы усиления управляющих сигналов. Расчет биполярного транзистора в ключевом режиме. Методика выбора биполярных транзисторов.
7. Принцип действия импульсного понижающего преобразователя напряжения. Определение основных параметров элементов схемы понижающего преобразователя напряжения.
8. Сравнение типов силовых ключей, области применения, методика выбора. Особенности областей применения силовых полупроводниковых ключей в различных видах тягового электрооборудования. Причины преимущественного использования транзисторов с управлением по напряжению. Проверка полупроводниковых приборов по перегреву при заданной рабочей частоте.
9. Назначение драйверов полупроводниковых ключей. Основные схемотехнические решения, применяемые в драйверах для транзисторов IGBT и MOSFET. Примеры простейших драйверов для низкочастотных ключей. Методика выбора серийных драйверов для силовых полупроводниковых приборов.
10. Устройство и принцип действия таймеров микроконтроллера. Основы программирования таймеров. Реализация широтно-импульсной модуляции с переменным коэффициентом заполнения. Разомкнутая система управления скоростью тягового электродвигателя.
11. Виды входных сигналов. Аналого-цифровые преобразователи микроконтроллеров: устройство, принцип действия, основные характеристики. Программирование АЦП микроконтроллеров.
12. Структурные схемы систем регулирования скорости тягового электродвигателя с обратной связью по току и по скорости движения. Особенности реализации системы управления при возрастании скорости и ЭДС двигателя. Расчет коэффициентов ПИД-регулятора скорости. Программные реализации системы управления скоростью электродвигателя с обратной связью по току и по скорости движения.
13. Основные интерфейсы и протоколы связи. Примеры реализации интерфейсов SPI и UART. Способы кодирования информации, построение осциллограмм сигналов в заданных интерфейсах.
14. Оборудование для реализации человеко-машинного интерфейса, применяемое в современной электронике и на электрическом транспорте. Типы индикаторных экранов, принцип действия, способы связи с микроконтроллером. Программная реализация вывода данных на экран. Подключение клавиатуры к микроконтроллеру.
15. Архитектура распределенных систем управления электротранспортными средствами. Принципы распределения задач между элементами системы. Программная реализация обмена данными между микроконтроллерами.

Практические задачи:

Задачи предназначены для проверки сформированности у студента базовых навыков программирования микроконтроллеров. С целью повышения разнообразия учебных ситуаций тематика задач может выходить за пределы проблем, характерных для тягового электрооборудования.

Задача 1

Контроллер управляет нагревателем. Ток нагревателя пропорционален коэффициенту заполнения ШИМ. Напряжение, пропорциональное температуре, подается на аналоговый вход (вывод 37 контроллера Atmega16).

На выходе таймера 0 (вывод 4) должен формироваться управляющий сигнал. Коэффициент заполнения в условных единицах (из 255) должен быть в 2 раза больше, чем измеренное АЦП значение.

Нагреватель работает, только если нажата кнопка (есть напряжение на выводе 2).

Задача 2

Магнитофон

Контроллер Atmega16 управляет скоростью перемотки ленты.

Скоростью мотора управляет импульсный преобразователь.

У магнитофона 2 кнопки:

- Ускоренная перемотка (вывод 23) – включить ШИМ (использовать таймер 0, соединенный с выводом 4) с коэффициентом заполнения 250 из 255.
- Воспроизведение (вывод 24) – в этом режиме скорость регулируется по сигналу аналогового датчика, коэффициент заполнения ШИМ должен быть равен 100 минус уровень на аналоговом входе (вывод 35).
- Не нажата ни одна или нажаты обе кнопки – мотор остановлен.

Задача 3

Зарядное устройство для аккумуляторов.

Аккумулятор подключен к источнику через импульсный регулятор тока, управляемый методом широтно-импульсной модуляции по выходу таймера 0 (вывод 4 контроллера Atmega16).

АЦП измеряет напряжение аккумулятора, подключенного к выводу 34.

Если напряжение больше уровня 190 условных единиц (3,7 В), необходимо уменьшать ток заряда (коэффициент заполнения ШИМ).

Если напряжение больше этого уровня, ток требуется увеличить.

Если напряжение больше 215 условных единиц (4,2В), либо нажата кнопка (вывод 15), работу устройства необходимо прекратить.

Задача 4

Автоматическое управление воротами

Используется микроконтроллер Atmega16.

Если нажата кнопка «открыть» (есть напряжение на выводе 23), выдается ШИМ сигнал с коэффициентом заполнения 170 из 255 (использовать таймер 0, соединенный с выводом 4).

Если сработал датчик приближения к месту остановки (есть напряжение на выводе 24), скорость движения понижается. На выводе 4 выводится ШИМ сигнал с коэффициентом заполнения 40 из 255.

Если сработал концевой датчик (есть напряжение на выводе 25), работа системы останавливается. На выводе 4 выводится 0.

Задача 5

Водонапорная башня наполняется насосом.

Если поступил сигнал только с датчика 1 – средний уровень воды, насос включается на 50% скорости (коэффициент заполнения ШИМ 128 из 255; использовать таймер 0, соединенный с выводом 4).

Если поступил сигнал с датчика 1 и с датчика 2 – низкий уровень воды, насос включается на 90% скорости (коэффициент заполнения ШИМ 230 из 255).

При отсутствии сигнала с датчиков уровня насос выключен.

Входы датчиков подключить к выводам 15, 16 контроллера Atmega16.

Задача 6

Ворота

Ворота имеют 2 кнопки управления и 2 концевых датчика.

Кнопки подключены ко входам 6,7 контроллера Atmega16.

Датчики полностью открытого и закрытого положений подключены к выводам 15, 16.

Если нажата кнопка «открыть» и не сработал концевой датчик, ворота открываются.

На вывод 25 подается напряжение.

Если нажата кнопка «закрыть» и не сработал концевой датчик, ворота открываются.

Для этого на вывод 26 должно подаваться напряжение 5В.

Если не нажаты кнопки или сработал датчик, двигатель остановлен, напряжение на выходы не подается.

Задача 8

Фонарь

На аналоговый вход (вывод 36 контроллера Atmega16) подается сигнал датчика освещенности. Если уровень сигнала больше 170 и включен выключатель (есть напряжение на выводе 18), фонарь зажигается (подается напряжение на вывод 16). В остальных случаях сигнал на включение фонаря не подается.

Задача 9

Отправление поезда

Контроллер разрешает движение поезда подачей напряжения на вывод 27 контроллера Atmega16.

Условия:

- есть команда машиниста (есть напряжение на выводе 17)
- нет сигнала открытой двери (нет напряжения на выводе 18)
- есть давление в пневмосистеме (есть напряжение на выводе 19)
- тормозные колодки отпущены (нет напряжения на выводе 20).

Задача 10

Блок питания

Контроллер Atmega 16 управляет понижающим преобразователем, питающим приборы от батареи.

Если блок питания включен в работу (есть напряжение на выводе 8), он регулирует выходное напряжение понижающего преобразователя, подавая на него ШИМ сигнал со своего вывода 4 (выход таймера 0).

Изначально коэффициент заполнения должен составлять 190 из 255.

Поскольку батарея обладает большим внутренним сопротивлением, выходное напряжение преобразователя нужно регулировать. Сигнал, пропорциональный напряжению на выходе преобразователя с учетом потерь поступает выводу 35 контроллера.

Обратная связь должна регулировать выходное напряжение блока питания следующим образом. Если уровень обратной связи меньше 210 условных единиц из 255, коэффициент заполнения ШИМ нужно увеличить, а если больше 215 – уменьшить.