

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
Кафедра програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

Код РПНД: T72313



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Електромеханотроніка

Electromechanotronics

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни обов'язкова
обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання українська
українська/англійська

Робоча програма навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОМЕХАНОТРОНІКА» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

спеціальності 171 «Електроніка»

освітня програма «Електронні системи»

" 12 " 05 2023 року. – 21 с.

Розробник: Рябенський В.М., д.т.н., професор

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОМЕХАНОТРОНІКА» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ»

к.т.н., доц. Дьяконов О.С.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОМЕХАНОТРОНІКА» розглянуто на засіданні кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

Протокол № 11 від «06» 06 2023 р.

Завідувач кафедри ПЕЕТ Рябенський В.М. д.т.н., проф.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОМЕХАНОТРОНІКА» розглянуто методичною радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 10 від «19» 06 2023 р.

Голова Жук Д.О. к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОМЕХАНОТРОНІКА» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу Лабарткава А.В. к.т.н., доц.

Робоча програма навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОМЕХАНОТРОНІКА» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від «28» 06 2023 р.

Голова НМР НУК Рябенський В.М.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни.....	7
6. Методи навчання ,засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування	12
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	Ошибка! Закладка не определена.
Критерії оцінювання знань з дисципліни на екзамені.....	15
8. Критерії оцінювання результатів навчання	17
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	17
10. Методичне забезпечення	18
11. Рекомендована література	18
12. Інформаційні ресурси	18

ВСТУП

Анотація

Дисципліна «Електромеханотроніка» виконує функцію зв'язуючої ланки між керуючими комп'ютерними і контролерними системами і електромеханічними системами, що можуть бути задіяні в будь-якому технологічному процесі, в станках з числовим програмним керування, електроприводах систем автоматики, електромеханічних роботах, 3-Д – принтерах і т.п. Зв'язок забезпечується за допомогою спеціальних драйверів, схемотехніка і програмне забезпечення яких суттєво впливає на якість роботи всієї електромеханічної системи.

В дисципліні вивчаються характеристики і властивості різноманітних електричних і гідравлічних машин систем автоматики, особливості керування ними для забезпечення необхідної точності вихідних параметрів – кутових положень ротора, обертів, моменту на валу і відповідні електронні системи керування ними. Вивчаються також апаратно – програмні засоби зв'язку між комп'ютером і електронною системою керування.

Ключові слова: кроковий двигун, двигун постійного струму, синхронний двигун, драйвер, цифро – аналогове і аналого – цифрове перетворення,

Abstract

The discipline "Electromechanotronics" performs the function of a connecting link between control computer and control systems and electromechanical systems that can be involved in any technological process, in machines with numerical program control, electric drives of automation systems, electromechanical robots, 3-D printers etc. The communication is provided with the help of special drivers, the circuitry and software of which significantly affects the quality of the entire electromechanical system.

The discipline studies the characteristics and properties of various electric and hydraulic machines of automation systems, the peculiarities of their control to ensure the necessary accuracy of the output parameters - angular positions of the rotor, revolutions, moment on the shaft and the corresponding electronic systems and their control. Hardware and software means of communication between the computer and the electronic control system are also studied.

Key words: stepper motor, DC motor, synchronous motor, driver, digital-analog and analog-digital conversion

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації	Обов'язкова	Обов'язкова
Модулів – 1		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		4-й	4-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність – 171 Електроніка Освітня програма – Електронні системи	Семестр	
		7-й	7-й
		Лекцій	
		15 год.	6 год.
		Практичні	
		15 год.	6 год.
		Лабораторні	
		15 год.	6 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 5; Тижневих годин для заочної форми навчання: аудиторних – 1,2; самостійної роботи студента – 6,8 .	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
		75 год.	102 год.
		Індивідуальні завдання: не передбачено	
		Вид контролю: екзамен	
		Форма контролю: комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОМЕХАНОТРОНІКА» є оволодіння студентами знань про способи управління електромашинами різного роду, склад та параметри схем керування мікромашинами, особливості використання спеціалізованих мікросхем керування двигунами та формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

- ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- СК3. Здатність інтегрувати знання фундаментальних розділів фізики та хімії для розуміння процесів твердотілої, функціональної та енергетичної електроніки, електротехніки
- СК5. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові й технічні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, навички роботи з комп'ютерними мережами, базами даних та Інтернет-ресурсами для вирішення інженерних задач в галузі електроніки.
- СК8. Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації електронних приладів, пристроїв та систем.
- СК10. Здатність застосовувати на практиці галузеві стандарти та стандарти якості функціонування пристроїв та систем електроніки.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліни: «Схемотехніка», «Аналогова схемотехніка», «Енергетична електроніка та автономні перетворювачі», «Програмування електронних та телекомунікаційних систем»

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- ПРН3. Знаходити рішення практичних задач електроніки шляхом застосування відповідних моделей та теорій електродинаміки, аналітичної механіки, електромагнетизму, статистичної фізики, фізики твердого тіла.
- ПРН8. Визначати та ідентифікувати математичні моделі

технологічних об'єктів при розробці у комп'ютерному середовищі нових складних електронних систем та виборі оптимального рішення.

- ПРН9. Проектувати складні системи реального часу та засоби збору і обробки інформації, узгоджені з заданими інформаційними та програмними засобами шляхом застосування програмного забезпечення для вбудованих систем на основі мікроконтролерів.
- ПРН18. Застосовувати методи математичного моделювання і оптимізації електронних систем для розробки автоматизованих та роботизованих виробничих комплексів.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Мікродвигуни.

Тема 1. Мікродвигуни постійного струму.

Лекція 1. (2 год.) Основи електромеханотроніки, устрій та принцип роботи виконавчих мікродвигунів постійного струму. Робота та устрій двигуна з якорним керуванням. Робота та устрій двигуна з полюсним керуванням.

Лекція 2. (2 год.) Умови підтримки постійної швидкості та постійного моменту мікродвигуна постійного струму. Способи регулювання частоти обертання двигуна. Включення реостата в коло якоря. Швидкості та механічні характеристики двигуна з паралельним збудженням при регулюванні частоти обертання шляхом включення реостата в коло якоря. Використання ЕОМ та мікроконтролерів для управління мікродвигунами постійного струму, схеми керування мікродвигунами постійного струму. Вихідний каскад схеми керування двигуном постійного струму. Введення зворотного зв'язку по швидкості обертання вала двигуна.

Тема 2. Мікродвигуни змінного струму.

Лекція 3. (1 год.) Устрій, принцип дії, регулювання обертів та підтримка заданого моменту на валу у синхронних, реактивних та асинхронних лінійних мікродвигунів. Характеристика моменту гістерезисного двигуна. Залежність моменту на валу від ковзання синхронного двигуна з постійними магнітами. Регулювання обертів асинхронної машини шляхом зміни величини напруги живлення.

Лекція 4. (2 год.) Основні силові схеми управління мікродвигунами змінного струму. Структурна схема перетворювача частоти джерела живлення постійної напруги. Схема живлення однієї фази асинхронної мікромашини від транзисторного мостового інвертора. Силова схема живлення асинхронного двигуна від мостового транзисторного інвертора.

Змістовий модуль 2. Керування мікродвигунами.

Тема 3. Використання спеціалізованих мікросхем для керування двигунами.

Лекція 5. (2 год.) Давачі положення ротора та частоти обертання. Класифікація та експлуатаційно-технічні вимоги до давачів положення ротора. Давачі положення з індуктивними елементами, з елементами Холла, з магніто резисторами, з магніто діодами, з фотоелектронними елементами.

Лекція 6. (2 год.) Використання спеціалізованих мікросхем для керування двигунами змінного струму та схеми узгодження системи управління мікромашинами змінного струму з ЕОМ.

Тема 4. Алгоритми керування двигунами.

Лекція 7. (2 год.) Розробка програм для управління двигунами змінного струму за допомогою ЕОМ та використання мікроконтролерів для управління мікромашинами змінного струму. Схеми підсилювачів по струму, напрузі сигналів керування двигуном з ЕОМ. Схеми гальванічної розв'язки силових кіл керування двигуном від ЕОМ.

Лекція 8. (2 год.) Основні принципи дії, класифікація та застосування крокових мікродвигунів (імпульсних) в пристроях ЕОМ та побудової техніки. Системи та схеми керування кроковими двигунами з використанням ЕОМ та мікроконтролерів. Основні принципи сучасних крокових двигунів. Конфігурація системи. Особливості застосування. Класифікація крокових двигунів. Обмотки та режими збудження. Динамічні та статичні характеристики крокового двигуна.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	лаб.	пр.	с.р.		лек.	лаб.	пр.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Мікродвигуни.										
Тема 1. Мікродвигуни постійного струму.	30	5	5	5	15	30	3	3	3	21
Тема 2. Мікродвигуни змінного струму.	30	4	4	4	18	30	1	1	1	27
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	60	9	9	9	33	60	4	4	4	48
Змістовий модуль 2.										
Тема 3. Використання спеціалізованих мікросхем для керування двигунами.	30	2	2	2	24	30	1	1	1	27
Тема 4. Алгоритми керування двигунами.	30	4	4	4	18	30	1	1	1	27
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	60	6	6	6	42	60	2	2	2	54
Усього годин	120	15	15	15	75	120	6	6	6	102
Разом за курсом	120	15	15	15	75	120	6	6	6	102

Теми практичних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовий модуль 1			
1.	Розрахунок силових елементів мостової схеми керування двигунів постійного струму.	2	1
2.	Розрахунок схем узгодження ЕОМ з двигунами постійного струму.	2	1
3.	Розрахунок елементів схем стабілізації обертів та стабілізації моменту на валу двигуна постійного струму.	2	1
4.	Розрахунок елементів зворотного зв'язку по швидкості, по моменту на валу систем керування різного роду мікромашин.	3	1
‘	Разом за змістовим модулем 1	9	4
Змістовий модуль 2			
5.	Розробка та розрахунок елементів схеми узгодження крокового двигуна з ЕОМ.	1	0
6.	Розрахунок елементів обв'язки спеціалізованих мікросхем керування кроковими двигунами.	2	1
7.	Розрахунок елементів схем стабілізаторів безперервної дії на інтегральних мікросхемах.	1	0
8.	Розробка програм прошивки мікроконтролера для керування асинхронним мікродвигуном. Розробка програм для ЕОМ для керування асинхронного двигуна.	2	1
	Разом за змістовим модулем 2	6	2
	Усього	15	6

Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовий модуль 1			
1.	Дослідження роботи стабілізатора обертів двигуна постійного струму.	2	1
2.	Дослідження роботи двигуна постійного струму, керуемого за допомогою ЕОМ.	2	1
3.	Дослідження роботи системи керування трифазною мікромашиною.	2	1
4.	Дослідження роботи комп'ютерної системи	3	1

	керування трифазною мікромашиною.		
	<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	9	4
Змістовий модуль 2			
5.	Дослідження роботи системи керування трифазним двигуном з датчиками положення ротора. Дослідження роботи схеми керування трифазним двигуном на основі спеціалізованої мікросхеми АН3830К.	2	0
6.	Дослідження роботи крокових двигунів різного типу.	1	1
7.	Дослідження системи керування трифазним двигуном на основі мікроконтролера.	2	0
8.	Дослідження роботи системи керування кроковим двигуном на основі спеціалізованої мікросхеми, на основі мікроконтролера, на основі ЕОМ.	1	1
	<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	6	2
	Усього	15	6

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – **1 год. / 1 лекцію;**
- підготовка до практичних занять – **2 год. / 1 заняття;**
- підготовка до лабораторних робіт – **3 год. / 1 роботу;**
- переклад технічної документації – **15 год.;**
- підготовка до тестування – **15 год. / 1 тест;**
- підготовка до екзамену – **30 год.**

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовий модуль 1			
1.	Вивчення основ моделювання схем керування мікродвигунами в Simulink.	9	10
2.	Вивчення особливостей роботи блоку керованого джерела імпульсної напруги в Simulink.	8	13
3.	Вивчення особливостей роботи блоку двигуна постійного струму в Simulink.	8	11
4.	Вивчення особливостей роботи блоку крокового двигуна в Simulink.	8	14
	Разом за змістовим модулем 1	33	48

Змістовий модуль 2			
5	Вивчення особливостей роботи блоку драйвера крокового двигуна в Simulink.	8	10
6	Моделювання в Simulink схеми керування двигуном постійного струму.	10	10
7	Моделювання в Simulink схеми керування кроковим двигуном.	8	10
8	Моделювання в Simulink роботи уніполярного крокового двигуна в мікрокроковому режимі.	8	12
9	Моделювання в Simulink роботи біполярного крокового двигуна в мікрокроковому режимі.	8	12
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>		42	54
Усього		75	102

Індивідуальні завдання

Не передбачено

6. Методи навчання ,засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування

Методи навчання:

- лекції;
- лабораторні роботи;
- практичні роботи;
- робота з літературою;
- інструктаж з техніки безпеки та пожежної безпеки (проводиться одноразово на першому занятті в лабораторії).

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання з дисципліни:

- стандартизовані тести;
- модульні контрольні роботи;
- презентації результатів виконаних лабораторних робіт;
- презентації результатів виконаних практичних робіт
- презентації результатів виконаних досліджень;
- підсумкова семестрова контрольна робота;
- екзамен.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточного контролю у вигляді тестових завдань різної складності, перевірки результатів виконання практичних та лабораторних робіт та підсумкового

контролю у формі екзамену. Питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок – 40 балів.

Поточний контроль проводиться на кожній практичній та лабораторній роботі та за результатами самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми шляхом тестування (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) та набутих практичних навичок під час виконання практичних та лабораторних робіт. Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за поточний модульний контроль у формі тестування – до 12 балів, результатів виконання лабораторних робіт – до 24 балів, результатів виконання практичних робіт – до 24 балів та заліку – до 40 балів.

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів. Право здавати заключний екзамен дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше 60 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки екзамену.

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів. Умовою допуску студента до КЗ є мінімальна сума балів, яку студент повинен набрати у разі виконання всіх елементів модулів. Якщо студент не набрав мінімальну суму балів, то він не допускається до КЗ і йому рекомендується набрати цю кількість за рахунок написання реферату на одну із зазначених вище тем.

Семестровий підсумковий контроль здійснюється у формі екзамену, що проводиться у письмовій формі. Студент, який набрав за всі КЗ менше 60 балів, пише підсумкову семестрову екзаменаційну роботу (проводиться у письмовій формі у вигляді тестів), до якої він допускається, якщо має за виконання всіх передбачених елементів модулів необхідну мінімальну суму 50 балів. Максимальна кількість балів за підсумкову екзаменаційну роботу становить 40 балів. Результуюча оцінка виставляються відповідно до шкали оцінювання ECTS.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Лабораторна робота	Критерії оцінювання
3	Студент самостійно виконав всі етапи рішення задач на ЕОМ повністю у встановлений термін, отримано вірні відповіді або інше необхідне подання результату роботи. В теоретичних викладках рішення немає прогалин і помилок. В звіті немає помилок (можливі одна-дві різні неточності, які не є наслідком незнання або нерозуміння навчального матеріалу).
2	Робота виконана не в повному обсязі. Допущено більше однієї помилки або двох-трьох недоліків в викладках. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації

	викладача, але не володіє обов'язковими вміннями за темами, що перевіряються, та основними навичками роботи на ЕОМ, необхідними для вирішення поставленого завдання.
0	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Допущені істотні помилки, які показали, що студент не володіє обов'язковими знаннями з даної теми в повній мірі, вміннями і навичками практичної роботи на ЕОМ, або значна частина роботи виконана не самостійно.
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 24 балів (8 робіт по 3 бали).</i>

Практична робота	Критерії оцінювання
3	Студент вільно володіє матеріалом, вміє складати діагностичні тести. Вільно володіє архітектурою JTAG. Може діагностувати друковані плати. Вміє використовувати методологію програмування test driven development для розробки вбудованого програмного забезпечення для мікроконтролерів.
2	Студент добре знає матеріал. Вміє складати частину діагностичних тестів. Вміє використовувати методологію програмування test driven development для розробки вбудованого програмного забезпечення для мікроконтролерів.
0	Студент виявив повне незнання і нерозуміння навчального матеріалу, не підтвердив отримання будь-яких практичних навичок та теоретичних знань. Продемонстрував незнання основних понять, нерозуміння вивчених закономірностей і взаємозв'язків, або не зміг відповісти на жодне з поставлених питань з даної теми.
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 24 балів (8 робіт по 3 бали).</i>

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	12	10	8	7	6	5	4	3	2	1

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання завдань на практичних заняттях	8 x3 бали = 24 балів	8 x3 бали = 24 балів
Виконання лабораторних робіт	8 x3 бали = 24 балів	8 x3 бали = 24 балів
Поточний модульний контроль у формі тестування	1x12 балів = 12 балів	1x12 балів = 12 балів
Всього	60	60

Критерії оцінювання знань з дисципліни на екзамені

Екзамен проводиться в письмовій формі та складається з трьох завдань – двох теоретичних запитань та тесту. Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 40 балів

Виконання першого завдання потребує повної аналітичної і змістовної відповіді (оцінюється від 0 до 10 балів).

9-10 балів отримують студенти, які повно та ґрунтовно розкрили теоретичне питання, використавши при цьому не лише обов'язкову, а й додаткову літературу, в повному обсязі володіють навчальним матеріалом, вільно, самостійно й аргументовано його викладають під час письмової відповіді.

7-8 балів отримують студенти, які достатньо повно володіють навчальним матеріалом, в цілому розкрили теоретичне питання, однак не повно, і допустили деякі несуттєві неточності та незначні помилки, не вистачає достатньої глибини та аргументації. При цьому не було використано на достатньому рівні обов'язкову літературу.

5-6 балів отримують студенти, які в цілому володіють навчальним матеріалом, правильно визначили сутність питання, але розкрили його не повністю, без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допустивши деякі незначні помилки.

3-4 бали отримують студенти, які в цілому володіють навчальним матеріалом, правильно визначили сутність питання але без використання необхідної літератури, розкривши його частково і допустивши при цьому окремі суттєві неточності і помилки, котрі частково впливають на загальне розуміння питання.

0-2 бали отримують студенти, які частково володіють навчальним матеріалом, фрагментарно та поверхнево розкрили лише окремі положення питання і допустили при цьому певні суттєві помилки, котрі значно вплинули на загальне розуміння питання.

Друге питання потребує короткої відповіді, котра розкриває сутність того чи іншого поняття або теоретичного положення (оцінюється від 0 до 10 балів).

8-10 балів отримують студенти, які повністю розкрили сутність поняття, дали його чітке визначення або проаналізували і зробили висновок з конкретного теоретичного положення.

5-7 балів отримують студенти, які правильно, але не повністю дали визначення поняття, або поверхнево проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

3-4 бали отримують студенти, які правильно, але лише частково визначили те чи інше поняття або частково проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

0-2 бали отримуються студенти, які частково і поверхнево визначили те чи інше поняття або сформулювали висновок з теоретичного положення, допустивши неточності та помилки.

Третє завдання потребує від студента написати програму для тестування мікроконтролера, і оцінюється від 0 до 20 балів.

17-20 балів отримують студенти, які самостійно виконали всі етапи розробки програми, в результаті роботи програми отримано вірні відповіді або інше необхідне подання результату роботи. В тексті програми немає синтаксичних помилок та попереджень; реалізовано засоби контролю переповнення стеку, обробки виключних ситуації або помилок у разі зчитування з датчиків або отримання по послідовному інтерфейсу неправильних даних. Реалізований нестандартний алгоритм, або оптимальний алгоритм роботи програми з точки зору використання обчислювальних ресурсів мікроконтролера. В програмі використано сучасні технології та засоби програмування, зокрема функції обробки переривань та режими роботи периферійних вузлів в режимі прямого доступу до пам'яті.

13-16 балів отримують студенти, які самостійно розробили програму, в результаті роботи програми отримано вірні відповіді або інше необхідне подання результату роботи. При компіляції програми немає синтаксичних помилок, але можуть бути попередження; реалізовані засоби перевірки отриманих мікроконтролером ззовні даних. При реалізації алгоритму роботи програми обрано оптимальний з точки зору використання обчислювальних ресурсів мікроконтролера. В програмі використано сучасні технології та засоби програмування, зокрема функції обробки переривань та режими роботи периферійних вузлів в режимі прямого доступу до пам'яті (ПДП).

9-12 балів отримують студенти, які при написанні програми допустили незначні синтаксичні помилки, в цілому правильно виконали реалізацію алгоритму роботи програми, хоча не оптимальним чином. Продемонстрували знання функцій зі стандартної бібліотеки або використали патери програмування при розробці програми, але не ви використовували обробку переривань або режим прямого доступу до пам'яті.

5-8 балів отримують студенти, які допустили в програмі несуттєві логічні помилки, що призвело до роботи програми лише за певних умов. Відсутня перевірка отриманих мікроконтролером даних, що призводить до виникнення некритичної помилки під час роботи програми, але не «зависання». Не було використано функцій зі стандартної бібліотеки, сучасних засобів мови програмування та технологій розробки програм для мікроконтролерів (переривань, ПДП).

3-4 бали отримують студенти, які допустили в програмі суттєві логічні помилки, що призводить до виникнення критичної помилки під час роботи програми та її аварійного завершення або. Не реалізовано засоби перевірки зчитаних з датчиків або зовнішніх пристроїв даних. При реалізації програми використано лише базові конструкції мови програмування.

0-2 бали отримують студенти, які допустили суттєві синтаксичні та логічні помилки при реалізації алгоритму програми. Продемонстрували неволодіння основними засобами та технологіями розробки програмного забезпечення для мікроконтролерів, а їх знання обмежуються лише елементарними поняттями в галузі програмування.

8.Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення / заочне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T1	Практична робота №1.	3/3
	T1	Лабораторна робота №1	3/3
	T2	Практичні роботи №2, №3.	6/6
	T2	Лабораторні роботи №2, №3	6/6
	T3	Практична робота №4.	3/3
	T3	Лабораторна роботи №4.	3/3
	T3	Практичні роботи №5	3/3
	T3	Лабораторні роботи №5	3/3
ПМК		Тест	12/12
ЗМ 2	T4	Практична робота №6.	3/3
	T4	Лабораторна роботи №6.	3/3
	T5	Практичні роботи №7, №8.	6/6
	T5	Лабораторні роботи №7, №8.	6/6
Підсумковий контроль		Екзамен	40/40
Сума			100/100

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

На лекційних заняттях використовуються технічні засоби, а саме: комп'ютер, мультимедійний проектор або інтерактивна дошка. Якщо є можливість інтерактивної дошки або проектора, то наочні пояснення можна організувати таким чином: теоретичні відомості будуть наочно супроводжуватися демонстрацією на інтерактивній дошці (за наявності), або мультимедійному проекторі. Це дає можливість студенту не тільки почути, а й побачити, що сприяє більш ефективному засвоєнню нового матеріалу. Такі лекції є найдоступнішою і найцікавішою формою викладання нового матеріалу з навчальної дисципліни «Мікропроцесори».

На практичних заняттях студенти використовують комп'ютери, програма-тори AVR-ISP, лабораторні стенди на базі мікроконтролера ATmega128 «ST-

Mega12», та отримують навички ефективного використання сучасних комп'ютерно-інформаційних технологій у своїй діяльності, що має забезпечити формування у студентів основ інформаційної культури та інформативно-комунікативної компетентності. Також комп'ютери використовуються для проведення поточного модульного контролю у формі тестування.

В якості середовища розробки програмного забезпечення використовується Atmel Studio, що не потребує ліцензування та може бути завантажено з офіційного сайту компанії Microchip за посиланням: <https://www.microchip.com/mplab/avr-support/atmel-studio-7>. Для формування тестів використовується програмне забезпечення JTAG ProVision.

Як наочний матеріал на лекціях, практичних заняттях і лабораторних роботах використовуються конспект лекцій з дисципліни «Діагностика та налагодження електронних схем», методичні вказівки до виконання практичних робіт та методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.

9.Методичне забезпечення

У якості наочного матеріалу під час лекційних, лабораторних та практичних робіт використовуються плакати, комп'ютерне та проекційне обладнання, що знаходяться у спеціалізованих лабораторіях кафедри.

Для поглибленого вивчення дисципліни рекомендується опрацювання каталогів сучасних мікросхем драйверів мікродвигунів.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання індивідуального завдання слід проводити групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Під час проведення контрольних заходів рівень засвоєння матеріалу змістового модуля оцінюється шляхом проведення модульної контрольної роботи (МКР), захисту лабораторних і практичних робіт.

10.Рекомендована література

Базова

1. Ткачук В. І. Електромеханотроніка: підручник - Львів НУ «Львівська політехніка», 2006. – 440 с.
2. Ловейкін В. С. Мехатроніка: навч. посібник / В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, Ю. В. Човнюк. – Київ : ЦП «Компринт», 2012. – 358 с.
3. Основи мехатроніки: навчальний посібник / О. М. Артюх, О. В. Дударенко, В. В. Кузьмін та ін. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 372 с.
4. Сучасні електромехатронні комплекси і системи : навч. посібник / Т. П. Павленко, В. М. Шавкун, О. С. Козлова, Н. П. Лукашова. – Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 116 с.

5. Цвіркун Л. І. Робототехніка та мехатроніка: навч. посібник / Л. І. Цвіркун, Г. Грулер ; Нац. гірничий ун-т. – 2-ге вид., випр. – Дніпропетровськ : НГУ, 2010. – 224 с.
6. Колб Ант.А., Колб А.А. Теорія електроприводу: Навч. посібник. – Д.:НГУ, 2006. – 511 с.
7. Системи керування електроприводами: навчальний посібник / А.П.Голуб та ін. – К.: НМК ВО, 1992. – 352 с.
8. Теорія та синтез вентильних двигунів постійного струму: монографія / В.І.Ткачук, І.Є.Біляковський, О.В.Макарчук, Л.В.Каша, О.В.Грещук. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 288 с.
9. Інжиніринг електротехнічних та мехатронних систем: конспект лекцій для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / О. В. Чермалих, О. В. Данілін, А. В. Босак, Л. В. Торопова. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 77 с.
10. Устименко Д. В. Методичні вказівки до виконання курсової роботи / Д. В. Устименко, Дніпро, 2022. 6с.

11.Інформаційні ресурси

Питання для модульного контролю

Змістовий модуль 1

1. Що вивчає електромеханотроніка та які основні компоненти входять в електромеханотронну систему?
2. Приведіть три основні частини електромеханотронної системи та поясніть їх призначення.
3. В чому полягає основна задача електромеханотронної системи? Що таке електромеханотронні модулі руху? Наведіть їх приклади.
4. Що таке мотор-редуктор? Які вони мають переваги та недоліки?
5. Поясніть принцип дії електромеханотронного модуля руху на базі високомоментних двигунів.
6. В чому конструктивна особливість електромеханотронних модулів типу «двигун-робочий елемент»?
7. Пристрій і принцип дії мікродвигунів постійного струму з якорем звичайного виконання.
8. Пристрій і принцип дії мікродвигунів постійного струму з полим якорем.
9. Перелічіть вимоги, що пред'являються до виконавчих мікродвигунів.
10. Способи управління мікродвигуном постійного струму.
11. Динамічні характеристики мікродвигунів постійного струму.
12. Принцип дії і основні особливості однофазних асинхронних мікродвигунів.
13. Пристрій і принцип дії трансформаторів, що обертаються: лінійний, масштабний, перетворювач координат і фазообертач
14. Принцип роботи двигунів постійного струму в гальмувальних режимах.
15. Робота мікродвигунів постійного струму в гальмувальних режимах.
16. Властивості фазозсувних елементів.
17. Лінійні крокові синхронні двигуни.
18. Режими роботи синхронного крокового двигуна.
19. Синусно-косинусні трансформатори, що обертаються.
20. Динамічні характеристики виконавчих мікродвигунів постійного струму.

Змістовий модуль 2

21. Які способи регулювання частоти обертання двигуна існують?
22. Способи управління виконавчими мікродвигуном постійного струму.
23. Способи управління виконавчими асинхронними мікродвигунами.
24. Способи управління виконавчими синхронними мікродвигунами.
25. Наведіть класифікація та експлуатаційно-технічні вимоги до давачів положення ротора.
26. Принцип дії схем підсилювачів по струму, напрузі сигналів керування двигуном з ЕОМ.

27. Принцип дії схеми гальванічної розв'язки силових кіл керування двигуном від ЕОМ.
28. Поясніть суть напівкрокового режиму керування кроковим двигуном.
29. Поясніть суть мікрокрокового режиму керування кроковим двигуном.
30. Переваги та недоліки напівкрокового режиму керування кроковим двигуном у порівнянні із повнокроковим режимом.
31. Переваги та недоліки мікрокрокового режиму керування кроковим двигуном у порівнянні із повнокроковим режимом.
32. Що таке момент крокового двигуна та від яких факторів він залежить?
33. Залежність моменту крокового двигуна від кута повороту ротора. Як на неї впливає тертя?
34. Як визначається робочий момент крокового двигуна у мікрокроковому режимі керування?
35. Чим обмежується швидкість крокового двигуна та як впливає на форму струму в обмотках збільшення швидкості?
36. Залежність моменту крокового двигуна від швидкості. Розгін крокового двигуна.
37. В чому полягає проблема резонансу крокового двигуна? Які існують способи її вирішення?
38. Живлення обмоток крокового двигуна. Які задачі виконує схема драйвера?
39. Яким чином змінюється напрям струму в обмотках крокового двигуна?
40. Стабілізація струму в обмотках крокового двигуна. Схема L/R - живлення обмоток.

Розробник:

д.т.н., професор, зав. кафедри ПЕЕТ



В. М. Рябенський