

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

ХЕРСОНСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра автоматики та електроустаткування

T7626



ЗАТВЕРДЖЕНО
Заступник директора з
навчальної роботи
к.т.н., проф. Дудченко О.М.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

СИЛОВІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ АВТОМАТИЗОВАНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Power converters of automated electric drives technological facilities

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова(и) викладання *українська*

Херсон – 2023 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Силві перетворювачі автоматизованих електроприводів технологічних об'єктів» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 15 - «Автоматизація та приладобудування», спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» освітньо-професійна програма «Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами»
„ 27 ” серпня 2023 року. – 31 с.

Розробник: Філіпщук О.М., старший викладач кафедри автоматики та електроустаткування

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Силві перетворювачі автоматизованих електроприводів технологічних об'єктів» узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми

«Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами»

канд. техн. наук, доцент



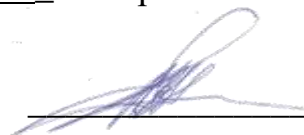
В.А. Надточій

Проект робочої програми навчальної «Силві перетворювачі автоматизованих електроприводів технологічних об'єктів» розглянуто на засіданні кафедри автоматики та електроустаткування

Протокол №01 від « 28 » серпня 2023 р.

Завідувач кафедри

канд. техн. наук, доцент

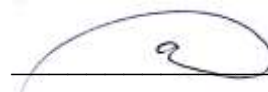


А.В. Надточій

Робоча програма навчальної дисципліни «Силві перетворювачі автоматизованих електроприводів технологічних об'єктів» затверджена методичною радою ХННІ НУК

Протокол №01 від « 29 » серпня 2023 р.

Голова МР ХННІ НУК



О.М. Дудченко

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	6
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	7
3. Передумови для вивчення дисципліни	7
4. Очікувані результати навчання	8
5. Програма навчальної дисципліни	9
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	11
7. Форми поточного та підсумкового контролю	18
8. Критерії оцінювання результатів навчання	21
9. Засоби навчання	22
10. Рекомендовані джерела інформації	22
Додаток	25

ВСТУП

Анотація

Освітньо-професійною програмою «Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами» підготовки бакалаврів передбачено набуття здобувачами вищої освіти знань про принципи конструювання джерел живлення технологічних об'єктів та комплексів електричною енергією, закономірності їх розвитку, а також вмінь визначення експлуатаційних характеристик керованих джерел живлення для обґрунтованого вибору їх при розробці, налагодженні та експлуатації автоматизованих електроприводів технологічних об'єктів, комплексів і транспортних засобів.

Програма навчальної дисципліни «Силові перетворювачі автоматизованих електроприводів технологічних об'єктів» розрахована на здобувачів вищої освіти, які вивчили вищу математику, фізику, теоретичні основи електротехніки, електричні машини електроніку і мікросхемотехніку, мікропроцесорні пристрої. Програма передбачає комплексне застосування набутих компетенцій для розв'язання прикладних задач з вибору ефективного устаткування електромеханічних систем автоматизації технологічних об'єктів та проводити аналіз ефективності прийнятих проектних рішень

Дисципліна «Силові перетворювачі автоматизованих електроприводів технологічних об'єктів» носить міждисциплінарний характер, вона забезпечує підготовку здобувачів вищої освіти до вивчення навчальних дисциплін “Системи керування технологічними об'єктами і енерготехнічними процесами”, “Основи електроенергетики та енергозбереження в автоматизованих енергетичних комплексах” та “Мікропроцесорні комплекси і системи діагностики, контролю та керування технологічними процесами”, а також розробку відповідних розділів кваліфікаційної випускної роботи бакалавра.

Ключові слова: керовані випрямлячі, імпульсні перетворювачі напруги, перетворювачі частоти, регульовальні і зовнішні характеристики джерел живлення електроенергією.

Annotation

The educational and professional program "Automated management of technological objects and complexes" of bachelor's training envisages the acquisition of higher education students knowledge about the principles of designing power sources of technological objects and complexes with electric energy, the patterns of their development, as well as the ability to determine the operational characteristics of controlled power sources for reasoned selection of them in the development, adjustment

and operation of automated electric drives of technological objects, complexes and vehicles.

The program of the study discipline "Power converters of automated electric drives of technological objects" is designed for students of higher education who have studied higher mathematics, physics, theoretical foundations of electrical engineering, electric machines, electronics and microcircuit engineering, microprocessor devices. The program provides for the comprehensive application of the acquired competences for solving applied problems of choosing effective equipment for electromechanical automation systems of technological objects and conducting an analysis of the effectiveness of adopted project decisions

The discipline "Power converters of automated electric drives of technological objects" is interdisciplinary in nature, it provides the preparation of students of higher education to study the educational disciplines "Control systems of technological objects and energy engineering processes", "Fundamentals of electric power engineering and energy saving in automated energy complexes" and "Microprocessor complexes and systems of diagnostics, control and management of technological processes", as well as the development of relevant sections of the bachelor's qualification thesis.

Key words: controlled rectifiers, impulse voltage converters, frequency converters, control and external characteristics of power sources.

1 Опис навчальної дисципліни

Опис навчальної дисципліни наведений в табл. 1.

Таблиця 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 15 - «Автоматизація та приладобудування»	обов'язкова	
Модулів – 2		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		4-й	4-й
Електронний адрес на сайті ХННІ НУК:	Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Освітня програма: «Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами»	Семестр	
http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/b-automation-and-computer-integrated-technologies-b.html		7-й	7-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання “Розв’язання прикладних задач електроприводу на комп’ютері”		Лекції	
		7-й семестр – 30 год.	– 10 год.
		Практичні	
		7-й семестр – 15 год.	– 4 год.
		Лабораторні	
		7-й семестр – 15 год	– 4 год.
		Самостійна робота	
		7-й семестр – 60 год.	– 102 год.
Загальна кількість годин – 120	Індивідуальні завдання: – 0 год.		
	Вид контролю: 7-й семестр – екзамен		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних - 4 самостійної роботи здобувача 4	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Форма контролю:	
		комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Силові перетворювачі автоматизованих електроприводів технологічних об'єктів» є набуття знань про пристрої перетворення електричної енергії джерел живлення технологічних об'єктів та комплексів, для обґрунтованого вибору їх при розробці, налагодженні та експлуатації автоматизованих електроприводів технологічних об'єктів, комплексів і транспортних засобів. Згідно зі Стандартом вищої освіти України, затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України від 04.10.2018 року № 1071 вивчення означеної дисципліни сприятиме формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Інтегральна компетентність

– здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ФК12. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях.

ФК15. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

ФК18. Здатність проектування систем автоматизації з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

ФК23*. Розуміння сутності та основ автоматизованих систем керування технологічних об'єктів та процесів у різних галузях діяльності, застосування енергозберігаючих технологій в об'єктах та процесах автоматизації.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: вища математика; фізика, основи метрології і електричних вимірів; теоретичні основи

електротехніки; електричні машини; електроніку і мікросхемотехніку; мікропроцесорні пристрої.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувача вищої освіти таких результатів навчання:

ПР02. Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації.

ПР04. Розуміти сутність процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.

ПР07. Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик.

ПР08. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

ПР011. Вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

ПР015*. Вміти застосовувати на практиці інструментальні засоби для реалізації і модернізації систем автоматизації технологічних об'єктів та комплексів промислових підприємств і підприємств морегосподарського комплексу.

5. Програма навчальної дисципліни

7-й семестр

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Тиристорні перетворювачі для електроприводів постійного струму

Тема 1. Вступ. Силлові перетворювачі автоматизованих електроприводів.

Мета і завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі. Загальні вимоги до елементів ЕМСАК та методологія їх дослідження. Класифікація силових перетворювачів АЕП. Тиристорні перетворювачі напруги.

Джерела інформації: [1] с. 219-237; [5] с. 287-291, 315-317; [6,7,8]; [9] с. 7-16; [12] с. 94-98; [13] с. 206-210; [14] с. 460-474.

Тема 2. Характеристика силових схем перетворювачів в електроприводах постійного струму.

Характеристика силових схем нереверсивних керованих випрямлячів. Основні розрахункові співвідношення силових схем нереверсивних керованих випрямлячів. Характеристика режимів роботи керованих випрямлячів.

Джерела інформації: [1] с. 246-253; [5] с. 287-291, 315-317; [6,7,8]; [13] с. 217-223, 244-248; [14] с. 496-500.

Тема 3. Електромагнітні процеси в трифазних тиристорних перетворювачах автоматизованих електроприводів.

Загальні відомості о перевагах. Електромагнітні процеси у трифазній нульовій схемі випрямлення. Електромагнітні процеси у трифазній мостовій схемі випрямлення. Комутаційні процеси й зовнішні характеристики трифазного мостового випрямляча.

Джерела інформації: [5] с. 334-345; [6,7,8]; [9] с. 16-20; [12] с. 81-92.

Тема 4. Гармонійний склад напруги і струмів на вході та виході трифазної мостової схеми.

Вищі гармоніки в кривій випрямленої напруги й первинного струму випрямлячів. Гармоніки споживаного струму.

Джерела інформації: [5] с. 345-349; [6,7,8]; [9] с. 20-28.

Тема 5. Особливості роботи тиристорного перетворювача в інверторному режимі.

Перехід від режиму випрямлення до режиму інвертування. Робота трифазного мостового веденого інвертора.

Джерела інформації: [1] с. 235-237; [5] с. 362-365.

Тема 6. Системи керування тиристорними перетворювачами електроприводів постійного струму.

Способи реверсування керованих випрямлячів. Режими керування тиристорними групами. Зовнішні, характеристики тиристорного перетворювача у електроприводі. Системи імпульсно-фазового керування тиристорних перетворювачів.

Джерела інформації: [1] с. 252-253; [5] с. 340-345, 350-353; [13] с. 234-235.

Тема 7. Статичні і динамічні характеристики тиристорних перетворювачів електроприводів постійного струму.

Статичні характеристики керованих випрямлячів. Динамічні властивості тиристорних перетворювачів. Коефіцієнт потужності і ККД випрямлячів. Енергетичні характеристики керованих випрямлячів.

Джерела інформації: [1] с. 237-245, 248-252; [5] с. 365-373; [5,6,7]; [9] с. 67-72, 75-78; [12] с. 98-100.

Модуль 2

Змістовий модуль 2. Силкові перетворювачі для електроприводів змінного струму.

Тема 8. Нереверсивні імпульсні перетворювачі постійної напруги.

ШІМ- перетворювачі в тиристорних електроприводах. Нереверсивні імпульсні перетворювачі постійної напруги на повністю керованих вентилях. Способи вмикання ключа та дроселя фільтра в імпульсних перетворювачах постійної напруги. Режими роботи багатофазних імпульсних перетворювачів.

Джерела інформації: [1] с. 253-274; [5] с. 405-419; [6,8,10,17]; [13] с. 244-248.

Тема 9. Реверсивні імпульсні перетворювачі постійної напруги.

Реверсивні імпульсні перетворювачі постійної напруги (ППН). Імпульсні перетворювачі постійної напруги на одноопераційних тиристорах.

Джерела інформації: [1] с. 253-274; [5] с. 405-419; [6,8,10,17]; [13] с. 244-248.

Тема 10. Електроприводи постійного струму з широтно-імпульсним регулюванням напруги.

Принцип роботи привода із двигуном постійного струму незалежного порушення й транзисторним широтно-імпульсним регулятором напруги. Принцип роботи реверсивного електропривода постійного струму з широтно-імпульсним регулятором напруги

Джерела інформації: [1] с. 253-274; [5] с. 405-419; [6,8,10,17]; [13] с. 244-248.

Тема 11. Автоматичні системи керування швидкістю електроприводів змінного струму.

Способи регулювання швидкості способи регулювання швидкості асинхронного електропривода. Перетворювачі частоти для асинхронного електропривода. Тиристорні перетворювачі частоти з безпосереднім зв'язком.

Джерела інформації: [1] с. 277-278, 512-519; [5] с. 373-379; [12] с. 100-101; [13] с. 314-318.

Тема 12. Електроприводи змінного струму з перетворювачами частоти по типу автономний інвертор – асинхронний двигун.

Перетворювачі частоти з проміжною ланкою постійного струму. Частотно – струмове керування асинхронним двигуном.

Джерела інформації: [1] с. 277-278, 512-519; [5] с. 373-379; [12] с. 100-101; [13] с. 314-318.

Тема 13. Автономні інвертори напруги на повністю керованих вентилях.

Однофазний мостовий автономний інвертор напруги на повністю керованих вентилях. Способи регулювання вихідної напруги АІН. Трифазний мостовий автономний інвертор напруги на повністю керованих вентилях.

Джерела інформації: [1] с. 277-278, 512-519; [5] с. 373-379; [12] с. 100-101; [13] с. 314-318.

Тема 14. Застосування автономних інверторів у перетворювачах частоти та їх динамічні властивості.

Автономні інвертори напруги на одноопераційних тиристорах. Особливості застосування автономних інверторів у перетворювачах частоти та їхні динамічні властивості.

Джерела інформації: [1] с. 290-298, 526-534; [2] с. 177-192, 220-234; [5] с. 457-475.

Тема 15. Сучасні перетворювачі частоти для електроприводів широкого застосування

Комплектні асинхронні електроприводи із частотним керуванням. Підключення перетворювача частоти. Основні характеристики й функції перетворювача.

Джерела інформації: [1] с. 534-549; [2] с. 234-254; [9] с. 90-93; [10] с. 189-204; [17] с. 107-119.

5.1 Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	л.з	п.з	к.п	с.р.		л	л.з	п.з	к.п	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2-й семестр												
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Тиристорні перетворювачі для електроприводів постійного струму												
Тема 1. Вступ. Силкові перетворювачі автоматизованих електроприводів.	8	2	2	-	-	4	4					4
Тема 2. Характеристика силових схем перетворювачів в електроприводах постійного струму.	8	2	-	2	-	4	8					8
Тема 3. Електромагнітні процеси в трифазних тиристорних перетворювачах автоматизованих електроприводів.	9	2	2	-	-	5	10	2				8
Тема 4. Гармонійний склад напруги і струмів на вході та виході трифазної мостової схеми.	9	2	-	2	-	5	10			2		8
Тема 5. Особливості роботи тиристорного перетворювача в інверторному режимі.	9	2	2	-	-	5	8					8
Тема 6. Системи керування тиристорними перетворювачами електроприводів постійного струму.	9	2	-	2	-	5	10		2			8
Тема 7. Статичні і динамічні характеристики тиристорних перетворювачів електроприводів постійного струму.	8	2	2	-	-	4	10	2				8
Разом за змістовим модулем 1	60	14	8	6	-	32	60	4	2	2	-	52
Модуль 2												
Змістовий модуль 2. Силкові перетворювачі для електроприводів змінного струму.												
Тема 8. Нереверсивні імпульсні перетворювачі постійної напруги.	8	2	-	2	-	4	6					6
Тема 9. Реверсивні імпульсні перетворювачі постійної напруги.	8	2	2	-	-	4	8	2				6

Тема 10. Електроприводи постійного струму з широтно-імпульсним регулюванням напруги	7	2	-	2	-	3	7					7
Тема 11. Автоматичні системи керування швидкістю електроприводів змінного струму.	7	2	2	-	-	3	9		2			7
Тема 12. Електроприводи змінного струму з перетворювачами частоти по типу автономний інвертор – асинхронний двигун.	8	2	-	2	-	4	9	2				7
Тема 13. Автономні інвертори напруги на повністю керованих вентилях.	8	2	2	-	-	4	9	2				7
Тема 14. Застосування автономних інверторів у перетворювачах частоти та їх динамічні властивості.	8	2	-	2	-	4	9			2		7
Тема 15. Сучасні перетворювачі частоти для електроприводів широкого застосування.	6	2	1	1	-	2	3					3
Разом за змістовим модулем 2	60	16	7	9	-	28	60	6	2	2	-	50
Усього годин	120	30	15	15	-	60	120	10	4	4	-	102

Примітка. Для здобувачів вищої освіти заочної форми навчання викладаються оглядові лекції за темами змістових модулів в обсягах відповідно до тематичного плану.

5.2. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Семестр 7			
1.	Загальні положення по підготовці до виконання лабораторних робіт. Проведення інструктажу з електробезпеки при використанні лабораторного устаткування.	-	-
2.	Дослідження схем випрямлення змінної напруги. [1,3,5], робота 1	2	-
3.	Дослідження однофазного керованого двонапівперіодного випрямляча на тиристорах. [1,3,5], робота 2	2	-
4.	Дослідження СІФК однофазного мостового випрямляча. [1,3,5], робота 3	2	2
5.	Дослідження роботи трифазного керованого випрямляча на проти-ЕРС . [1,3,5], робота 4	2	-
6.	Дослідження неререверсивних переривників постійної напруги. [1,5], робота 5	2	-
7.	Дослідження однофазних автономних інверторів напруги. [1,4,5], робота 6	2	2
8.	Дослідження автономного інвертора. [1,4,5], робота 7	3	-
Разом за семестр		15	4

5.3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Семестр 7			
Модуль 1			
Змістовий модуль 1. Тиристорні перетворювачі для електроприводів постійного струму			
1	Обрання тиристорів для неререверсивного керуючого перетворювача, побудованого по схемі двонапівперіодного випрямляча з нульовою точкою на вторинній обмотці силового трансформатора при роботі на активне навантаження. <i>Джерела інформації [3,5,7-9,11,13,17-20].</i>	2	-
2	Розрахунок елементів силового кола трифазного випрямляча за нульовою схемою, що живить якорь двигуна постійного струму. <i>Джерела інформації [3,5,7-9,11,13,17-20].</i>	2	-
3	Розрахунок елементів силового кола трифазного випрямляча за мостовою схемою, що живить якорь двигуна постійного струму. <i>Джерела інформації [3,5,7-9,11,13,17-20].</i>	2	-
4	Визначення гармонічного складу напруги та струмів на вході і виході трифазної мостової схеми. <i>Джерела інформації [6,9,18-20].</i>	2	2
5	Розрахунок елементів комутації силової частини перетворювача частоти на одноопераційних тиристорах. <i>Джерела інформації [1 - 5,9,10,14 - 20].</i>	2	-
6	Побудова функціональної схеми сучасного електроприводу	2	-

	змінного струму побудованого на основі перетворювача частоти з ланкою постійного струму. <i>Джерела інформації [1,4,5,14 - 17].</i>		
7	Розрахунок основних елементів силової частини перетворювача частоти для асинхронного двигуна, який приводить в рух вентилятор. <i>Джерела інформації [1,4,5,14 - 17].</i>	3	2
Разом за семестр		15	4

5.4. Самостійна робота

Під час самостійної роботи здобувач вищої освіти повинен закріпити теоретичний лекційний матеріал, навчитися самостійно працювати з літературою. Тематика самостійної роботи здобувачів вищої освіти направлена на вивчення основних тем програми дисципліни, виконання практичних завдань та проблемні питання курсу.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми
7-й семестр		
Модуль 1		
	Модуль 1 Тиристорні перетворювачі для електроприводів постійного струму	
1.	Вентильні перетворювачі енергії та їх місце в автоматизованому електроприводі. <i>/[3] с. 4-10/</i>	1
2.	Робота однофазного мостового випрямляча у випрямному режимі. Схема та зовнішні характеристики однофазного мостового випрямляча <i>/[3] с. 37-51, [5] с. 300-306/</i>	2
3.	Робота трифазних випрямлячів у випрямному режимі. Випрямлячі зі зворотним діодом та напівкеровані (несиметричні) випрямлячі <i>/[3] с. 51-67/</i>	2
4.	Інверторний режим керованого випрямляча. Природна комутація в керованих випрямлячах <i>/[3] с. 68-77/</i>	2
5.	Принцип дії синхронної СІФК з горизонтальним та вертикальним керуванням. <i>/[3] с. 97-107/</i>	2
6.	СІФК однофазного мостового випрямляча. СІФК трифазного нульового та трифазного мостового випрямляча. <i>/[1] с. 246-248, [3] с. 107-115/</i>	2
7.	Обмеження кутів керування та регульовальні характеристики СІФК. <i>/[1] с. 246-248, [3] с. 115-120/</i>	2
8.	Функціональні вузли СІФК. <i>/[1] с. 246-248, [3] с. 120-126/</i>	2
9.	Сумісне керування реверсивними випрямлячами. Обмеження зрівняльних струмів при сумісному керуванні <i>/[3] с. 135-153/</i>	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми
10.	Роздільне керування реверсивними випрямлячами. /[3] с. 154-170/	2
11.	Аварійні режими. Зовнішнє коротке замикання на виході випрямляча. Внутрішнє КЗ випрямляча /[3]с. 170-178/	2
12.	Аварійні режими. Перекидання залежного інвертора. Аварійні режими в реверсивних випрямлячах. /[3]с. 178-183/	2
13.	Захист керованих випрямлячів від аварійних режимів. /[3]с. 183-188/	2
14.	Перенапруги у випрямлячах та захист від них /[3]с. 188-190/	2
15.	Схеми і принципи регулювання суднових випрямних агрегатів. /[7] с. 8-16, [9] с. 9-14/	2
16.	Вплив перетворювачів на роботу мережі живлення і судову електроенергетичну установку. /[8 с. 152-186, [14]с. 149-174/	2
Разом за модулем 1		32
Модуль 2		
Змістовий модуль 3. Імпульсні перетворювачі постійної напруги.		
1.	Принцип імпульсного регулювання. Найпростіший послідовний переривник постійної напруги. /[4]с. 4-8/	2
2.	Керування неререверсивними переривниками постійної напруги. /[4]с. 14-19/	2
3.	Керування мостовим переривником постійної напруги. Симетричний, несиметричний і почерговий закони комутації. /[4] с. 19-29/	2
4.	Зовнішні та регульовальні характеристики переривника постійної напруги в режимі переривистого струму. /[4] с. 29-39/	2
5.	Однофазний автономний інвертор напруги з амплітудною модуляцією. Трифазні АІН з амплітудною модуляцією /[4] с. 58-68/	2
6.	Робота автономного інвертора напруги на проти-ЕРС. /[4] с. 68-74/	2
7.	Трифазні АІН зі штучною комутацією. /[4] с. 74-80/	2
8.	Автономні інвертори напруги з широтно-імпульсною модуляцією. Керування трифазними АІН з ШІМ /[4] с. 86-112, [5] с. 275-284/	2
9.	Трифазні автономні інвертори струму. Робота інвертора струму на проти-ЕРС. /[4] с. 123-139/	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми
10.	Аварійні режими та захист автономних інверторів і переривників постійного струму. /[4] с. 148-152/	2
11.	Способи поліпшення форми вихідної напруги (струму) та енергетичних показників перетворювачів частоти. /[4] с. 153-155/	2
12.	Принцип дії БПЧ з природною комутацією. /[4] с. 163-170/	2
13.	Коефіцієнт потужності БПЧ з природною комутацією. Керування БПЧ з природною комутацією /[1] с. 170-178/	2
14.	Порівняння та сфери застосування перетворювачів частоти. Тенденції розвитку сучасного електропривода. /[4] с. 186-190, [12] с. 249-255, [12] с. 319-323/	2
Разом за модулем 2		28
Разом за семестр		60

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

Методи навчання:

для всіх видів занять:

- робота з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної освіти;

для лекційних занять:

- лекція - усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

- відеометод - використання відеоматеріалів для активізації наочно-чуттєвого сприймання; забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості;

для лабораторних занять:

- лабораторна робота - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань шляхом створення програм і отримання результатів роботи програми з використанням комп'ютерів;

- інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки та організацію робочого місця;

для практичних занять:

- практичне заняття – метод поглиблення і закріплення теоретичних знань шляхом рішення задач, побудови схем, вивчення устрою та роботи конкретних одиниць обладнання;

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- звіти з виконання лабораторної роботи та презентації результатів виконаних лабораторних робіт на комп'ютері (або письмовий контроль результатів);

- усні відповіді на лабораторних заняттях;

- представлення вирішених практичних задач;

- усні відповіді на практичних заняттях;

- поточні модульні контрольні роботи у формі тестування (тестовий контроль);

- екзамен.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення здобувача вищої освіти оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного екзамену.

Питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок - **40 балів**. Право здавати заключний екзамен дається здобувачу вищої освіти, який з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки екзамену.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному і лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань практичних і лабораторних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

**Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів
та їх оцінювання**

Критерії оцінювання лабораторних робіт

Бал	Критерії оцінювання
3,0	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
2,5	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач вищої освіти виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
2,0	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
1,5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася.

Критерії оцінювання практичних робіт

Бал	Критерії оцінювання
3,0	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, згідно з методикою проведення розрахунків, представлені рішення задач, задачі вирішені правильно, без помилок.
2,5	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з методикою проведення розрахунків, іноді після консультації викладача; представлені рішення задач, задачі вирішені без грубих похибок.
2,0	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з методикою проведення розрахунків, іноді після консультації викладача; задачі мають неточності та похибки.
1,5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з методикою проведення розрахунків; задачі вирішені не повністю.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти не вміє користуватися методикою розрахунків; задачі не вирішені.
0	Робота не виконувалася.

**Модульна контрольна робота
та контрольна робота (для заочної форми)**

Бал	Критерії оцінювання
18/24 (40)	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Використані не тільки рекомендовані джерела інформації, а й новітні, самостійно знайдені у періодичних виданнях та в інтернет-ресурсах. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота достатньо ілюстрована, оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти вільно орієнтується в матеріалах.
15/18 (30)	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, логічно. Використані рекомендовані джерела інформації. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти орієнтується в матеріалах, у відповідях є неточності.
10/12 (20)	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно. Недостатньо використані рекомендовані джерела інформації. Висновки сформульовані формально або не зв'язані з матеріалами роботи. В оформленні роботи є порушення вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти в цілому орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки та неточності.
5/6 (10)	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено безсистемно, висновки сформульовані формально або відсутні. Робота оформлена неохайно, з порушенням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти слабо орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки.
0	Роботу не виконано

Примітка. В дужках для заочної форми

**Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань
у формі тестування**

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0,5

Критерії оцінювання підсумкового контролю та екзамену

Бал	Критерії оцінювання
40	Здобувач вищої освіти виконав підсумкову контрольну роботу і відповів на екзаменаційні питання без помилок

30	Здобувач вищої освіти виконав підсумкову контрольну роботу без помилок, але відповіді на екзаменаційні питання не повні
20	Здобувач вищої освіти орієнтується у теоретичних питаннях, але недостатньо володіє методами розрахунків
10	Здобувач вищої освіти слабо орієнтується у теоретичних питаннях і недостатньо володіє методами розрахунків
0	Здобувач вищої освіти не орієнтується у теоретичних питаннях та методах розрахунків теплотехнічного обладнання

Узагальнюючі результати поточного контролю знань

Форма контролю	Максимальна кількість балів для денної форми навчання
Виконання лабораторних робіт	7 роб. × 3 бали = 21 бал
Виконання практичних робіт	7 роб. × 3 бали = 21 бал
Поточний модульний контроль	2 × 9 балів = 18 балів
Усього	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№№ змістового модуля і теми	Денна форма		Заочна форма	
	Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
Семестр 7				
Модуль 1				
ЗМ 1	T2	Практична робота № 1	3	
	T3	Лабораторна робота № 1	3	
	T4	Практична робота № 2	3	Практична робота № 2
	T5	Лабораторна робота № 2	3	
	T6	Практична робота № 3	3	Лабораторна робота № 2
	T7	Лабораторна робота № 3	3	
			МКР1*	18*
ПМК	Тест № 1	9	Тест № 1	-
Модуль 2				
ЗМ 2	T8	Практична робота № 4	3	
	T9	Лабораторна робота № 4	3	

ЗМ 2	T10	Практична робота № 5	3		
	T11	Лабораторна робота № 5	3	Лабораторна робота № 5	3
	T12	Практична робота № 6	3		
	T13	Лабораторна робота № 6	3		
	T14	Практична робота № 7	3	Практична робота № 7	3
	T15	Лабораторна робота № 7	3		
-	МКР2*		24*	Контрольна робота	48
ПМК	Тест № 2		9	Тест № 2	-
Підсумковий контроль	Екзамен, в т.ч.		40	Екзамен, в т.ч.	40
Сума			100		100

**Виконують здобувачі вищої освіти, що навчаються за індивідуальними графіками навчання.*

9. Засоби навчання

Технічні засоби навчання: мультимедійний проєктор, персональні комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет.

При проведенні занять за дистанційною формою навчання (у період карантину) використовуються дистанційні платформи і інформаційно-комунікаційні технології (Moodle, Google Classroom, DingTalk, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber, WeChat, Telegram, соціальні мережі тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. Посібник / М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та ін.; За ред. М.Г. Поповича, О.Ю. Лозинського. – К.: Либідь, 2005. – 680 с.
2. Автоматическое управление электромеханическими системами (2 изд.): Учеб. пособие. В.Ю. Аркадьев, В.В. Шевченко. – Херсон: Айлант, 2002. – 264 с.
3. Казачковський М.М. Керовані випрямлячі. – Дніпропетровськ: НГА України, 1999. – 228 с.
4. Казачковський М.М. Автономні перетворювачі та перетворювачі частоти. – Дніпропетровськ: НГА України, 2000. – 196 с.

5. Забродин Ю.С. Промышленная электроника – М.: Высшая школа, 1991, – 622 с.
6. Анисимов Я.Ф., Васильев Е.П. Электромагнитная совместимость полупроводниковых преобразователей и электроустановок. – Л.: Судостроение, 1990.
7. Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 320 с.
8. Руденко В.С., Сенько В.И., Трифонюк В.В. Основы промышленной электроники. – К.: Вища школа, 1985. – 400 с.
9. Анисимов Я.Ф. Судовая силовая полупроводниковая техника: Учебн. пособие. – Л.: Судостроение, 1979. – 192 с.

Допоміжна література

10. Шавьолькін О.О., Наливайко О.М. Перетворювальна техніка: Навч. посібник. – Краматорськ: Донбаська ДМА, 2008. – 328 с.
11. Попов О.З. Основы преобразовательной техники: Уч. Пособие. – М.: Изд. дом МЭИ, 2007. – 200 с.
12. Закладний О.М., Праховник А.В., Соловей О.І. Енергозбереження засобами промислового електропривода: Навчальний посібник. – К: Кондор, 2005. – 408 с.
13. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Промислова електроніка та мікросхемотехніка: теорія і практикум: Навч. посіб./ За ред. А.Г. Соскова. 2-е вид. – К.: Каравела, 2004. – 432 с.
14. Опадчий Ю.Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника (Полный курс): Учебник для вузов / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров; Под ред. О.П. Глудкина. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2000. – 768 с.
15. Павлов Г.В. Расчет импульсных преобразователей постоянного напряжения. Методические указания. – Николаев: НКИ, 1992. – 55 с.
16. Герман-Галкин С.Г. Силовая электроника: Лабораторные работы на ПК. – СПб: Учитель и ученик, КОРОНА принт, 2002. – 304 с.
17. Силовая электроника: Примеры и расчеты / Ф. Чаки, И. Герман, И. Ипшич и др. Пер. с англ. – М.: Энергоиздат, 1982. – 384 с.
18. Анисимов Я.Ф. Особенности применения полупроводниковых преобразователей в судовых электроустановках: – Л.: Судостроение, 1973. – 232 с.
19. А.В. Башарин, Ф.Н. Голубев, В.Г. Кепперман. Примеры расчетов автоматизированного электропривода. – Л.: Энергия, 1971. – 440 с.
20. Преображенский В.И. Выбор полупроводниковых вентиляей для электроприводов. – М.: Энергия, 1971. – 80 с.

Інформаційні ресурси

1. Сайт ХННІ НУК: <http://kb.nuos.edu.ua>
2. Електронні інформаційні ресурси НБУВ [Електронний ресурс].
Режим доступу: <http://www.irbis-nbuv.gov.ua>.
3. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського
[Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua>.
4. Херсонська обласна універсальна наукова бібліотека ім. Олесь
Гончара [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.lib.kherson.ua>.
5. <http://ukrdoc.com.ua/text/59242/index-1.html>

Розробник:
старший викладач кафедри
автоматики та електроустаткування



Філіпчук О.М.

Питання для модульного контролю

7-й семестр

Контрольні питання до 1-го модуля

1. Мета та задачі вивчення дисципліни.
2. Сформулюйте найголовніші узагальнені техніко-економічні вимоги до елементів силових перетворювачів автоматизованого електроприводу.
3. Сформулюйте методологію складання рівнянь для окремих елементів силових перетворювачів АЕП.
4. Класифікація статичних напівпровідникових регульованих перетворювачів.
5. Види тиристорних перетворювачів напруги, їх переваги та недоліки.
6. Поясніть, що таке випрямляч. Для чого призначені випрямлячі?
7. Наведіть структурну схему випрямляча і поясніть призначення його функціональних вузлів.
8. Назвіть ознаки, за якими класифікують випрямлячі.
9. Наведіть найбільш розповсюджені схеми випрямлячів, поясніть їх будову.
10. Які експлуатаційні характеристики і параметри притаманні випрямлячам?
11. Наведіть схему і поясніть принцип дії однофазного двоівперіодного випрямляча з нульовим виводом при роботі на активне навантаження.
12. Наведіть схему і поясніть принцип дії однофазного мостового випрямляча при роботі на активне навантаження.
13. Наведіть схеми і поясніть роботу двополярного випрямляча.
14. Наведіть основні розрахункові співвідношення для однофазних випрямлячів.
15. За якими показниками порівнюють роботу різних схем випрямлячів?
16. Від чого залежать форми струмів і напруг в різних точках схем і співвідношення між електричними параметрами?
17. Побудуйте спрощену функціональну схему керованого випрямляча і поясніть призначення кожного з елементів.
18. Виконайте порівняльний аналіз особливостей однофазних силових схем керованих випрямлячів.
19. Поясніть, у яких випадках застосовують трифазні випрямлячі
20. Наведіть схему Міткевича і поясніть принцип її роботи.
21. Наведіть схему Ларіонова і поясніть принцип її роботи. На схемі вкажіть анодну і катодну групи вентилів, покажіть контур протікання струму для будь-якого конкретного моменту часу.
22. Порівняйте схему Міткевича зі схемою Ларіонова. У яких випадках яка з них більш придатна і чому?
23. Виконайте порівняльний аналіз особливостей багатofазних силових схем керованих випрямлячів
 - трифазна нульова;
 - трифазна симетрична мостова;
 - несиметрична трифазна мостова схема з нульовим діодом;

- несиметрична трифазна мостова.
24. Назвіть причини виникнення режимів переривчастих струмів і поясніть їх вплив на вигляд зовнішніх характеристик випрямлячів.
 25. Поясніть сутність роботи керованих випрямлячів в основних режимах роботи
 - у режимі випрямлення,
 - у режимі інвертування.
 - у режимі перекидання інвертора.
 26. Поясніть особливості електромагнітних процесів у трифазній нереверсивній нульовій схемі випрямлення.
 27. Визначте корисний ефект випрямлення в трифазній нереверсивній нульовій схемі випрямлення.
 28. Поясніть особливості електромагнітних процесів в трифазній нереверсивній нульовій схемі випрямлення у випадку виконання її на тиристорах.
 29. Поясніть особливості електромагнітних процесів у трифазній нереверсивній мостовій схемі випрямлення.
 30. Визначте корисний ефект випрямлення в трифазній нереверсивній мостовій схемі випрямлення.
 31. Поясніть особливості електромагнітних процесів в трифазній нереверсивній мостовій схемі випрямлення у випадку виконання її на тиристорах.
 32. Поясніть вплив комутаційних процесів на електромагнітні процеси в трифазній нереверсивній мостовій схемі випрямлення у випадку виконання її на тиристорах.
 33. Визначте вплив комутаційних процесів на показники ефективності трифазної нереверсивної мостової схеми випрямлення.
 34. Поясніть, яким чином формуються криві вихідної напруги в одно- й трифазних схемах випрямлення.
 35. Якими показниками характеризують вміст гармонічних в вихідних напругах й струмах різних схем випрямлення?
 36. Поясніть, яким чином формуються криві струму первинної обмотки трансформатора в схемах некерованих і керованих випрямлячів.
 37. Надайте характеристику гармонічному складу кривої струму первинної обмотки трансформатора в схемах некерованих і керованих випрямлячів.
 38. Запропонуйте заходи, які б поліпшили гармонічний склад первинних струмів трансформаторів й вихідних напруг випрямлячів.
 39. Поясніть особливості електромагнітних процесів при переході випрямляча від режиму випрямлення до режиму інвертування.
 40. Наведіть регулювальну характеристику тиристорного керованого випрямляча і поясніть характер її залежності при лінійних змінах кута керування.
 41. Дайте визначення системам керування перетворювачів і поясніть вимоги, що до них висуваються.
 42. Що таке система імпульсно-фазного керування (СІФК)? Для чого застосовують такі системи? Які види СІФК Ви знаєте?
 43. Наведіть структурну схему і поясніть принцип роботи СІФК з горизонтальним керуванням.

44. Поясніть, у чому полягає принцип дії СІФК з вертикальним керуванням. Наведіть структурну схему такої СІФК і поясніть призначення її вузлів.
45. На основі яких типових електронних пристроїв може бути побудована СІФК з вертикальним керуванням?
46. Поясніть специфіку побудови і принцип дії СІФК з цифровим керуванням.
47. Вкажіть переваги цифрової СІФК перед СІФК аналогової дії
48. Побудуйте структурну схему багатоканальної системи керування і поясніть призначення елементів.
49. Поясніть асинхронний принцип імпульсно-фазового керування перетворювачами і побудуйте функціональну схему системи керування.
50. Поясніть будову і принцип роботи системи імпульсно-фазового керування тиристорними перетворювачами.
51. Поясніть сутність коефіцієнта потужності випрямляча.
52. Побудуйте і поясніть криві залежності коефіцієнта зсуву від кута керування α й кута комутації γ в керованих випрямлячах.
53. Запропонуйте заходи, які б підвищили значення коефіцієнта потужності при регулюванні вихідної напруги керованих випрямлячів.
54. Дайте характеристику способам керування швидкістю двигунів постійного струму.
55. Побудуйте структурну схему реверсивного тиристорного перетворювача з контактним перемикачем у ланцюзі обмотки якоря і поясніть його роботу.
56. Побудуйте сполучені зовнішні характеристики реверсивного тиристорного перетворювача постійного струму і поясніть їх.
57. Поясніть особливості спільного керування вентильними комплектами реверсивного тиристорного перетворювача постійного струму.
58. Поясніть причини виникнення зрівняльних струмів в реверсивних ТП і заходи по їх зменшенню.
59. Поясніть особливості роздільного керування вентильними комплектами реверсивного тиристорного перетворювача постійного струму.
60. Побудуйте і поясніть статичні характеристики керованих випрямлячів.
61. Побудуйте і поясніть динамічні характеристики керованих випрямлячів.
62. Дайте визначення імпульсних перетворювачів напруги, їх різновидів, сфери застосування, переваг та недоліків.
63. Надайте характеристику неререверсивних імпульсних перетворювачів постійної напруги (І П П Н) першого типу. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.
64. Надайте характеристику способам регулювання вихідної напруги неререверсивних І П П Н:
 - широтно-імпульсне регулювання (Ш І Р);
 - частотно-імпульсне регулювання (Ч І Р).
65. Надайте характеристику послідовному імпульсному перетворювачу постійної напруги. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

66. Надайте характеристику нереверсивних імпульсних перетворювачів постійної напруги (І П П Н) другого типу. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

67. Надайте характеристику паралельному імпульсному перетворювачу постійної напруги. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

68. Особливості роботи паралельного І П П Н в режимі рекуперативного гальмування електричної машини.

69. Надайте характеристику нереверсивних імпульсних перетворювачів постійної напруги (І П П Н) третього типу. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

70. Особливості роботи нереверсивних імпульсних перетворювачів постійної напруги (І П П Н) третього типу в режимах

- почергової комутації;

- з перекриттям.

(Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки).

71. Надайте характеристику одно- та багатотактним І П П Н. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

72. Надайте характеристику способам керування ключами реверсивних імпульсних перетворювачів постійної напруги (І П П Н):

- за симетричного керування;

- за несиметричного керування;

- за почергового керування.

(Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки).

73. Надайте характеристику І П П Н на одноопераційних тиристорах. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

74. Поясніть сутність основних принципів штучної комутації в реверсивних І П П Н:

- у схемах із паралельною комутацією;

- у схемах із послідовною комутацією.

75. Особливості роботи послідовного І П П Н з Ш І М та паралельним вузлом штучної комутації. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

76. Особливості роботи І П П Н з Ш І М та послідовним вузлом штучної комутації. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

77. Особливості роботи І П П Н з Ч І М та послідовним вузлом штучної комутації. Побудова, принцип дії, часові діаграми та основні аналітичні вирази напруги на навантаженні, переваги і недоліки.

78. Надайте загальну характеристику властивостей І П П Н та перспективам їх розвитку.

79. Обґрунтуйте доцільність застосування системи джерело струму-двигун (ДС–Д) в сучасному електроприводі.

80. Особливості принципу роботи трифазного джерела струму на основі індуктивно-ємнісного перетворювача.

81. Особливості принципу роботи джерела струму на основі керованого перетворювача напруги охопленого:

- додатним зворотним зв'язком;
- від'ємним зворотним зв'язком.

82. Побудуйте функціональну схему системи тиристорний перетворювач – двигун (ТП–Д) та поясніть її.

83. Побудуйте структурну схему системи тиристорний перетворювач – двигун (ТП – Д) та поясніть її.

84. Яким чином регулюється зрівняльний струм у тиристорному електроприводі при спільному керуванні групами реверсивного ТП.

Контрольні питання до 2-го модуля

1. Дайте характеристику способам регулювання швидкості двигунів в електроприводах змінного струму.

2. Які особливості має електродвигун змінного струму, як об'єкт керування?

3. Поясніть основну складність, яка виникає при створенні автоматизованих систем керування електроприводами змінного струму.

4. Назвіть принципи побудови схем перетворювачів для керування приводом змінного струму і поясніть їх сутність,

- параметричне регулювання в ланцюзі статора;
- широтно-імпульсне регулювання в ланцюзі ротора;
- регулювання шляхом введення в ланцюг ротора двигуна додаткової ЕРС;
- частотне керування.

6. Визначте найбільш перспективний принцип керування приводами змінного струму і поясніть чому?

7. Поясніть особливості використання пристрої плавного пуску на основі тиристорного регулятора напруги для пуску асинхронних двигунів.

8. Поясніть сутність бустерного пуску асинхронних двигунів, його переваги та недоліки.

9. Побудуйте функціональну схему пристрою, де використовується замкнена САР моменту, і який дозволяє сформулювати лінійний закон зростання швидкості.

10. Дайте визначення перетворювачів частоти, їх різновидів, сфери застосування, переваг та недоліків.

11. Дайте загальну характеристику перетворювачам частоти, які використовуються в системах частотного керування електродвигунами.

12. Дайте характеристику способам регулювання частоти й напруги в перетворювачах частоти.

13. Поясніть особливості електромагнітних процесів у веденому мережею інверторі.

14. Поясніть принцип роботи однофазного веденого інвертора з виводом нульової точки трансформатора.

15. Визначте вплив комутаційних процесів на показники ефективності однофазного веденого інвертора з виводом нульової точки трансформатора.
16. Побудуйте узагальнену регулювальну і вхідну характеристику керованого перетворювача, веденого мережею і поясніть їх.
17. Визначте коефіцієнт потужності керованого перетворювача, веденого мережею.
18. Поясніть принцип роботи трифазного мостового веденого інвертора.
19. Як впливають процеси комутації на характеристики й показники трифазного мостового веденого інвертора.
20. Назвіть основні типи регульованих асинхронних електроприводів з двигунами з короткозамкненим ротором та поясніть їх сутність.
21. Побудуйте узагальнену функціональну схему частотно-регульованого електропривода та поясніть принцип її роботи.
22. Надайте класифікацію системам частотно-регульованого електропривода.
23. Виконайте порівняльний аналіз властивостей частотно-регульованих електроприводів.
24. Побудуйте узагальнену функціональну схему векторного керування та поясніть принцип її роботи.
25. Побудуйте функціональну схему перетворювача для електроприводів змінного струму з АД з короткозамкненим ротором виконану на двоопераційних приладах.
26. Проаналізуйте ефективність застосування частотно-регульованих асинхронних електроприводів на основі IGBT — інверторів із мікроконтролерною системою керування.
27. Проаналізуйте особливості побудови тиристорних перетворювачів частоти з безпосереднім зв'язком, гармонічний склад в вхідних і вихідних кривих напруг та струмів, переваги і недоліки.
28. Особливості побудови тиристорних перетворювачів частоти з проміжною ланкою постійного струму, їх типи і вимоги, що висуваються до них.
29. Проаналізуйте основні типові функціональні схеми перетворювачів частоти з автономними напруги (ПЧ з АІН).
30. Побудуйте функціональну схему АІН з ШІМ та поясніть її роботу.
31. Побудуйте функціональну схему АІН з ШІМ та антипаралельною схемою керованого ТП та поясніть її роботу.
32. Побудуйте функціональну схему АІН з ШІМ та додатковим опором R і поясніть її роботу.
33. Побудуйте функціональну схему АІН з ШІМ та симетричною схемою силового кола ПЧ і поясніть її роботу.
34. Поясніть принцип роботи схеми АІН, складеного за однофазною мостовою схемою з використанням двоопераційних тиристорів при
 - амплітудному способі регулювання,
 - широтно-імпульсному регулюванні,
 - широтно-імпульсній модуляції.
35. Поясніть принцип роботи схеми трифазного мостового інвертора, складеного на шести двоопераційних тиристорах (GTO) та шести діодах зворотного моста,

- у випадку побудови лінійної напруги на ділянці $\lambda_i = 60 - 120^\circ$ при з'єднанні навантаження в зірку або трикутник

- у випадку побудови лінійної напруги на ділянці $\lambda_i = 120 - 180^\circ$ при з'єднанні навантаження в зірку або трикутник,

36. Побудуйте функціональну схему АІН з між вентильною комутацією тиристорів, діодами, які відсікають, та зворотним діодним мостом і поясніть її роботу.

37. Побудуйте функціональну схему АІН з індивідуальною комутацією силових тиристорів та широтно-імпульсною модуляцією вихідної напруги і поясніть її роботу.

38. Поясніть особливості протікання електромагнітних процесів у схемі однофазного мостового паралельного інвертора струму.

39. Проаналізуйте особливості побудови зовнішньої характеристики однофазного мостового паралельного інвертора струму.

40. Проаналізуйте типові функціональні схеми перетворювачів частоти з автономним інвертором струму (ПЧ з АІС).

41. Поясніть особливості роботи схеми роботи ПЧ з АІС на синхронну машину.

42. Побудуйте функціональну спрощену схему роботи ПЧ з АІС на синхронну машину і поясніть її роботу..

43. Поясніть особливості роботи схеми роботи ПЧ з АІС на асинхронний двигун.

44. Побудуйте функціональну схему системи керування ТП частоти з АІС на одноопераційних тиристорах і поясніть її роботу.

45. Поясніть особливості роботи САК, що реалізує регулювання частоти за розімкнутим принципом із використанням закону $U/f = \text{const}$.

46. Поясніть особливості роботи схема САК із контролем частоти ротора.

47. Поясніть особливості роботи САК, що реалізує замкнутий принцип регулювання потоку і моменту із використанням закону $U/f = \text{const}$.

48. Поясніть особливості роботи схеми САК, що реалізує принцип керування інвертором напруги.

49. Поясніть особливості роботи схеми САК, що реалізує принцип керування інвертором струму.

50. Як впливає вибір базового ключового елемента у конструюванні перетворювача будь-якого типу на його побудову?

51. Дайте загальну характеристику ситуації в силовій електроніці і її вплив на стан сучасного автоматизованого електропривода.

52. Дайте загальну характеристику приладам силової електроніки у сфері струмів, що комутуються, до 50 А.

53. Дайте загальну характеристику приладам силової електроніки у сфері струмів, що комутуються, понад 50 А.

54. Які важливі задачі дозволяє вирішувати розвиток якісної силової напівпровідникової техніки на транзисторах IGBT і тиристорах IGCT в регульованому електроприводі.