

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Кафедра електроніки і енергетики

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University
The Institute of Physical and Technical and Computer Science
Department of Electronics and Power Energy

СИЛАБУС
навчальної дисципліни
СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ

SILABUS
discipline
CONTROL SYSTEMS OF ELECTRIC DRIVES

Обов'язкова
Mandatory

Освітньо-професійна програма – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Educational and professional program - Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Specialty 141 Power Engineering, electrical engineering and electromechanics

Галузь знань 14 Електрична інженерія
Field of knowledge 14 Electrical engineering

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Higher Education Level First (Bachelor's)

Мова навчання / Language of study: українська, англійська

*Розробник: доцент кафедри електроніки і енергетики, доктор фіз.-мат. наук,
Майстрюк Едуард Васильович*

*Developer: Associate Professor, Department of Electronics and Power Energy,
Doctor of Physics and Mathematics Science, Maistruk Edward V.*

Профайл викладача/ Teacher profile: <http://ptcsi.chnu.edu.ua/teachers/майстрюк-едуард-васильович/>

Контактний тел./phone +38 050 1098056

E-mail: e.maistruk@chnu.edu.ua

Сторінка курсу в Moodle / Moodle course page:
<https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=3736>

1. Анотація дисципліни

Дисципліна "Системи керування електроприводами" присвячена вивченню схемотехніки сучасного електроприводу, принципів і методів його пубудови.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

2.1. Метою викладання навчальної дисципліни є формування у студентів теоретичних знань з конструкції, принципу дії, області застосування елементів систем керування електроприводами, а також придбання практичних навичок, пов'язаних з розробкою, виробництвом та експлуатацією систем керування електроприводами.

2.2. Основні завдання вивчення дисципліни "Системи керування електроприводами":

- дати студентам знання в області теорії, принципів дії, конструкційного виконання, технічних характеристик, які визначають експлуатаційні властивості систем керування електроприводами;
- сформуванати практичні навички застосування та розробки систем керування електроприводами.

3. Пререквізити. Для вивчення цього курсу необхідно прослухати наступні дисципліни: Фізика, Вища математика, Технічна механіка, Теоретичні основи електротехніки, Електричні машини.

Постреквізити. Моделювання в електротехніці та електромеханіці. Переддипломна практика. Дипломне проектування.

4. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

- термінологію та символіку, які застосовуються в електромеханіці;
- основні елементи систем керування електроприводами;
- область використання систем керування електроприводами;

розуміти:

- принцип побудови систем керування електроприводами;
- фактори, які впливають на систем керування електроприводами;

уміти:

- проводити розробку установку та експлуатацію систем керування електроприводами;
- проводити профілактику систем керування електроприводами;

Програмні результати навчання:

ПР02. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.

ПР03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

Фахові компетентності:

К14. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

K15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

K22. Здатність застосовувати сучасні методики при моделюванні та конструюванні електроенергетичного та електротехнічного обладнання нетрадиційної та відновлюваної енергетики з використанням стандартизованих пакетів і засобів автоматизації інженерних розрахунків, проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів.

K23. Здатність контролювати технічний стан, організовувати обслуговування електроенергетичних та електротехнічних систем, пристроїв та устаткування традиційної та відновлюваної енергетики.

1. Abstract of the discipline

The discipline "Control systems of electric drives" is dedicated to the study of the circuit technology of a modern electric drive, principles and methods of its construction.

2. The purpose and tasks of the educational discipline

2.1. The purpose of teaching the academic discipline is the formation of students' theoretical knowledge of the design, principle of operation, the field of application of elements of electric drive control systems, as well as the acquisition of practical skills related to the development, production and operation of electric drive control systems.

2.2. The main tasks of studying the discipline "Control systems of electric drives":

- to provide students with knowledge in the field of theory, principles of operation, structural implementation, technical characteristics that determine the operational properties of electric drive control systems;

- to form practical skills in the application and development of electric drive control systems.

3. Prerequisites. To study this course, it is necessary to listen to the following disciplines: Physics, Higher Mathematics, Technical Mechanics, Theoretical Basics of Electrical Engineering, Electric Machines.

4. According to the requirements of the educational and professional program, students must:
know:

- terminology and symbols used in electromechanics;

- main elements of electric drive control systems;

- area of use of electric drive control systems;

understand:

- the principle of building control systems for electric drives;

- factors affecting electric drive control systems;

be able to:

- develop, install and operate electric drive control systems;

- carry out prevention of electric drive control systems;

5. Опис навчальної дисципліни

5.1. Загальна інформація

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин					Вид підсумкового контролю	
			кредитів	годин	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота		індивідуальні завдання
Денна	3	5	7	210	30			30	150		Екзамен

5.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем Names of content modules and topics	Кількість годин/ Number of hours					
	денна форма					
	Усього/ Total	у тому числі				
л (lec)		п (tut)	лаб (lab)	інд (ind)	с.р. (self)	
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. <i>Content module 1.</i>						
Тема 1.1. Типові вузли і схеми розімкнутих релейно-контактних СУЕП Типові вузли статорних ланцюгів, що забезпечують пуск асинхронних та синхронних електродвигунів Вузли роторних ланцюгів асинхронних електродвигунів Вузли роторних ланцюгів синхронних електродвигунів Вузли силових ланцюгів електродвигунів постійного струму, що забезпечують їх пуск та гальмування Типові схеми керування асинхронними електродвигунами з Основні принципи побудови реостатних систем ступінчастого пуску та гальмування електроприводів Типові вузли та схеми реостатного ступінчастого пуску та гальмування електродвигунів, що працюють за принципом часу Вузли пуску та гальмування електродвигунів, що працюють за принципом швидкості Вузли пуску та гальмування електродвигунів, працюючі за принципом струму Topic 1.1. Typical nodes and schemes of open relay-contact CSED Typical nodes of stator circuits, which ensure the start of asynchronous and synchronous electric motors Nodes of rotor chains of asynchronous electric motors Nodes of rotor chains of synchronous electric motors Nodes of power chains of direct current electric motors, which ensure their start and braking Typical control schemes for asynchronous electric motors with Basic principles of construction of rheostat systems of step start and braking of electric drives Typical components and schemes of rheostat step-start and braking of electric motors operating according to the time principle Starting and braking nodes of working electric motors according to the principle of speed Starting and braking nodes of electric motors operating on the principle of current	30	4		6		20
Тема 1.2. Розімкнуті СКЕП з безконтактними перетворювальними пристроями	26	3		8		15

Основні варіанти регульованих електроприводів змінного та постійного струму Topic 1.2. Open CSED with non-contact converting devices The main variants of adjustable AC and DC electric drives					
Тема 1.3. Замкнуті СКЕП постійного струму з загальним сумуючим регулятором Система стабілізації кутової швидкості з кількома зворотними зв'язками та загальним регулятором, її властивості у статистиці Система електроприводу зі зворотними зв'язками по кутовій швидкості і струму з відсіканням, її властивості в статистиці Перехідні та встановлені режими СКЕП зі зворотними зв'язками по кутовій швидкості та струму Замкнута СКЕП постійного струму зі стабілізацією моменту Topic 1.3. Closed CSED of direct current with a common summing regulator Angular velocity stabilization system with several feedbacks and a general controller, its properties in statistics An electric drive system with angular velocity and current feedback with cut-off, its properties in statistics Transient and established modes of CSED with angular velocity and current feedback Closed CSED of direct current with stabilization moment	24	4			20
Тема 1.4. СКЕП постійного струму з підлеглим регулюванням Математична модель двоконтурної СКЕП з підлеглим регулюванням СКЕП із двозонним регулюванням швидкості Схемна реалізація основних варіантів СКЕП постійного струму Topic 1.4. CSED of direct current with adjustable regulation Mathematical model of a two-circuit CSED with subordinate regulation CSED with two-zone speed control Schematic implementation of the main variants of the direct current CSED	24	4			20
Разом за змістовим модулем 1	104	15		14	75
Змістовий модуль 2. <i>Content module 2.</i>					
Тема 2.1. Замкнуті СКЕП змінного струму Система регулювання кутової швидкості асинхронного електроприводу зміною напруги живлення	28	4		4	20

<p>Система керування асинхронним електродвигуном з імпульсним регулюванням опору в роторному ланцюзі</p> <p>СКЕП з електромагнітною муфтою ковзання</p> <p>СКЕП змінного струму із частотним регулюванням швидкості</p> <p>Варіанти СКЕП змінного струму із частотним регулюванням</p> <p>Системи векторного управління АД із короткозамкненим ротором</p> <p>СКЕП із асинхронними каскадами</p> <p>Системи автоматичного керування синхронних електроприводів</p> <p>Система керування електроприводом з вентильним двигуном</p> <p>Topic 2.1. Closed CSED alternating current</p> <p>The system for regulating the angular speed of an induction electric drive by changing the supply voltage</p> <p>Control system of an induction electric motor with impulse adjustment of the resistance in the rotor circuit</p> <p>CSED with an electromagnetic sliding clutch</p> <p>CSED of alternating current with frequency regulation of speed</p> <p>Variants of CSED alternating current with frequency regulation</p> <p>Induction Motor vector control systems with a short-circuited rotor</p> <p>CSED with asynchronous cascades</p> <p>Systems of automatic control of synchronous electric drives</p> <p>Electric drive control system with a valve motor</p>						
<p>Тема 2.2. Стежачі електроприводи</p> <p>Приклади найпростіших стежачих електроприводів</p> <p>Аналіз властивостей стежачих електроприводів у статиці і перехідних режимах</p> <p>Topic 2.2. Servo drives</p> <p>Simplest servo drives</p> <p>Analysis of the properties of servo drives in static and transient modes</p>	22	3		4		15
<p>Тема 2.3. Системи програмного керування електроприводами</p> <p>Приклади систем програмного керування</p> <p>Topic 2.3 Software control systems for electric drives</p> <p>Examples of software control systems</p>	16	2		4		10
<p>Тема 2.4. Оптимальні та адаптивні СКЕП</p> <p>Приклади оптимальних та адаптивних СКЕП</p> <p>Topic 2.4. Optimal and adaptive CSED</p> <p>Examples of optimal and adaptive CSED</p>	12	2				10
<p>Тема 2.5. Застосування засобів мікропроцесорної техніки у системах управління електроприводів</p> <p>Завдання мікропроцесорного управління</p>	28	4		4		20

електроприводами Застосування програмних логічних контролерів (ПЛК) у системах управління електроприводів Застосування програмованих регулюючих контролерів в електроприводах Приклади алгоритмів цифрового керування Topic 2.5. Application of microprocessor equipment in electric drive control systems The task of microprocessor control of electric drives Application of software logic controllers (SLC) in electric drive control systems Application of programmable regulatory controllers in electric drives Examples of digital control algorithms						
Разом за змістовим модулем 2	106	15		16		75
Усього годин	120	30		15		75

5.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Змістовий модуль 1		
1.	Лабораторна робота № 1 Непереверсивне підключення асинхронного двигуна Laboratory work № 1 Irreversible connection of an induction motor	2
2.	Лабораторна робота № 2 Реверсивне підключення асинхронного двигуна Laboratory work № 2 Reversible connection of an induction motor	2
3.	Лабораторна робота №3 Управління асинхронним короткозамкненим електродвигуном з використанням динамічного гальмування за принципом часу Laboratory work №3 Control of an asynchronous short-circuited electric motor using dynamic braking according to the time principle	2
4.	Лабораторна робота № 4 Електропривод на базі тиристорного імпульсного перетворювача. Laboratory work № 4 Electric drive based on a thyristor pulse converter.	4
5.	Лабораторна робота № 5 Електропривод на базі широтно-імпульсного перетворювача Laboratory work № 5 Electric drive based on a PWM converter	4
Змістовий модуль 2		
6.	Лабораторна робота № 6 Електропривод на базі частотного перетворювача Laboratory work № 6 Electric drive based on frequency converter	4
7.	Лабораторна робота №7 Сервоприводи	4

	Laboratory work №7 Servo	
8.	Лабораторна робота № 8 Системи керування кроковими двигунами Laboratory work № 8 Stepper motor control systems	4
9.	Лабораторна робота № 9 Мікропроцесорні системи управління електроприводами Laboratory work № 9 Microprocessor control systems of electric drives	4

5.5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Змістовий модуль 1		
1.	<p>Тема 1.1. Типові вузли і схеми розімкнутих релейно-контактних СУЕП</p> <p>Типові вузли статорних ланцюгів, що забезпечують пуск асинхронних та синхронних електродвигунів Вузли роторних ланцюгів асинхронних електродвигунів Вузли роторних ланцюгів синхронних електродвигунів Вузли силових ланцюгів електродвигунів постійного струму, що забезпечують їх пуск та гальмування Типові схеми керування асинхронними електродвигунами з Основні принципи побудови реостатних систем ступінчастого пуску та гальмування електроприводів Типові вузли та схеми реостатного ступінчастого пуску та гальмування електродвигунів, що працюють за принципом часу Вузли пуску та гальмування електродвигунів, що працюють за принципом швидкості Вузли пуску та гальмування електродвигунів, працюючі за принципом струму</p> <p>Topic 1.1. Typical nodes and schemes of open relay-contact CSED</p> <p>Typical nodes of stator circuits, which ensure the start of asynchronous and synchronous electric motors Nodes of rotor chains of asynchronous electric motors Nodes of rotor chains of synchronous electric motors Nodes of power chains of direct current electric motors, which ensure their start and braking Typical control schemes for asynchronous electric motors with Basic principles of construction of rheostat systems of step start and braking of electric drives Typical components and schemes of rheostat step-start and braking of electric motors operating according to the time principle Starting and braking nodes of working electric motors according to the principle of speed Starting and braking nodes of electric motors operating on the principle of current</p>	4
2.	<p>Тема 1.2. Розімкнуті СКЕП з безконтактними перетворювальними пристроями</p> <p>Основні варіанти регульованих електроприводів змінного та</p>	4

	<p>постійного струму</p> <p>Topic 1.2. Open CSED with non-contact converting devices</p> <p>The main variants of adjustable AC and DC electric drives</p>	
3.	<p>Тема 1.3. Замкнуті СКЕП постійного струму з загальним сумуючим регулятором</p> <p>Система стабілізації кутової швидкості з кількома зворотними зв'язками та загальним регулятором, її властивості у статистиці</p> <p>Система електроприводу зі зворотними зв'язками по кутовій швидкості і струму з відсіканням, її властивості в статистиці</p> <p>Перехідні та встановлені режими СКЕП зі зворотними зв'язками по кутовій швидкості та струму</p> <p>Замкнута СКЕП постійного струму зі стабілізацією моменту</p> <p>Topic 1.3. Closed CSED of direct current with a common summing regulator</p> <p>Angular velocity stabilization system with several feedbacks and a general controller, its properties in statistics</p> <p>An electric drive system with angular velocity and current feedback with cut-off, its properties in statics</p> <p>Transient and established modes of CSED with angular velocity and current feedback</p> <p>Closed CSED of direct current with stabilization moment</p>	4
4.	<p>Тема 1.4. СКЕП постійного струму з підлеглим регулюванням</p> <p>Математична модель двоконтурної СКЕП з підлеглим регулюванням СКЕП із двозонним регулюванням швидкості</p> <p>Схемна реалізація основних варіантів СКЕП постійного струму</p> <p>Topic 1.4. CSED of direct current with adjustable regulation</p> <p>Mathematical model of a two-circuit CSED with subordinate regulation</p> <p>CSED with two-zone speed control</p> <p>Schematic implementation of the main variants of the direct current CSED</p>	4
Змістовий модуль 2		
9.	<p>Тема 2.1. Замкнуті СКЕП змінного струму</p> <p>Система регулювання кутової швидкості асинхронного електроприводу зміною напруги живлення</p> <p>Система керування асинхронним електродвигуном з імпульсним регулюванням опору в роторному ланцюзі</p> <p>СКЕП з електромагнітною муфтою ковзання</p> <p>СКЕП змінного струму із частотним регулюванням швидкості</p> <p>Варіанти СКЕП змінного струму із частотним регулюванням</p> <p>Системи векторного управління АД із короткозамкненим ротором</p> <p>СКЕП із асинхронними каскадами</p> <p>Системи автоматичного керування синхронних електроприводів</p> <p>Система керування електроприводом з вентильним двигуном</p> <p>Topic 2.1. Closed CSED alternating current</p> <p>The system for regulating the angular speed of an induction electric drive by changing the supply voltage</p> <p>Control system of an induction electric motor with impulse adjustment of the resistance in the rotor circuit</p> <p>CSED with an electromagnetic sliding clutch</p> <p>CSED of alternating current with frequency regulation of speed</p>	5

	Variants of CSED alternating current with frequency regulation Induction Motor vector control systems with a short-circuited rotor CSED with asynchronous cascades Systems of automatic control of synchronous electric drives Electric drive control system with a valve motor	
10.	Тема 2.2. Стежачі електроприводи Приклади найпростіших стежачих електроприводів Аналіз властивостей стежачих електроприводів у статиці і перехідних режимах Topic 2.2. Servo drives Simplest servo drives Analysis of the properties of servo drives in static and transient modes	5
11.	Тема 2.3. Системи програмного керування електроприводами Приклади систем програмного керування Topic 2.3 Software control systems for electric drives Examples of software control systems	4
12.	Тема 2.4. Оптимальні та адаптивні СКЕП Приклади оптимальних та адаптивних СКЕП Topic 2.4. Optimal and adaptive CSED Examples of optimal and adaptive CSED	4
13.	Тема 2.5. Застосування засобів мікропроцесорної техніки у системах управління електроприводів Завдання мікропроцесорного управління електроприводами Застосування програмних логічних контролерів (ПЛК) у системах управління електроприводів Застосування програмованих регулюючих контролерів в електроприводах Приклади алгоритмів цифрового керування Topic 2.5. Application of microprocessor equipment in electric drive control systems The task of microprocessor control of electric drives Application of software logic controllers (SLC) in electric drive control systems Application of programmable regulatory controllers in electric drives Examples of digital control algorithms	4
	Разом	72

6. Система контролю та оцінювання

Види та форми контролю

Формами поточного контролю: усна (тестування, лабораторна робота) відповідь студента.

Форма підсумкового контролю - залік.

Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання можуть бути:

- стандартизовані тести;
- захист лабораторних робіт;

6. Monitoring and evaluation system

Types and forms of control

Forms of current control: oral (testing, laboratory work) student's answer.

The form of final control is the credit.

Means of evaluation

Means of evaluation and demonstration of learning outcomes can be:

- standardized tests;
- protection of laboratory works;

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота					Іспит	Сума
Змістовий модуль №1		Змістовий модуль № 2				
T1.1	T1.2	T2.1	T2.2	T2.3	40	100
8	8	6	6	6		
T1.3	T1.4	T2.4	T2.5			
7	7	6	6			

T1, T2 ... T9 – теми змістових модулів.

7. Рекомендована література

1. Лавріненко Ю.М., Синявський О.Ю., Савченко В.В. Основи електроприводу. Підручник за ред. Ю.М. Лавриненка. - К.:2010. 409 с.
2. Бондаренко В.І. Основи електричного привода. Навчальний посібник - Запоріжжя: ЗНТУ, 2003. – 314 с.
3. Грабко В.В., Кучерук В.Ю., Возняк О.М. Мікропроцесорні системи керування електроприводами Навчальний посібник — Вінниця: ВНТУ, 2009. – 146 с.

8. Інформаційні ресурси

1. Дистанційне навчання
2. Література по курсу
3. Інтернет