

**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
ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ**

**SILABUS
discipline
ELECTRIC MACHINES**

**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=136>

1. Анотація дисципліни.

Курс "Електричні машини" присвячений вивченню фізичних принципів дії та будови основних типів електричних машин, що виробляються та експлуатуються в світі.

2. Метою викладання дисципліни є формування у студентів теоретичних знань з конструкції, принципу дії, області застосування електричних машин та трансформаторів, а також придбання практичних навичок, пов'язаних з розробкою, виробництвом та експлуатацією електричних машин..

Завдання вивчення дисципліни «Електричні машини»:

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

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

Постреквізити. Системи керування електричними приводами, Техніка високих напруг, Переддипломна практика. Дипломне проектування.

1. Abstract of discipline.

The course "Electric Machines" is devoted to the study of the physical principles of operation and structure of the main types of electric machines produced and operated in the world.

2. The purpose of the course is to provide students with theoretical knowledge of the design, principle of operation, field of application of electric machines and transformers, as well as the acquisition of practical skills related to the development, production and operation of electric machines.

Tasks of studying the discipline "Electric machines":

- to provide students with knowledge in the field of theory, principles of action, structural performance, technical characteristics that determine the operational properties of electric machines;
- to form practical skills of application and development of electric machines.

3. Prerequisites. To study this course you need to listen to the following disciplines: Physics, Higher Mathematics, Technical Mechanics, Theoretical Foundations of Electrical Engineering.

4. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

- термінологію та символіку, які застосовуються в електромеханіці;
- основні елементи конструкції електричних машин та трансформаторів, варіанти їх конструктивного виконання;
- область використання електричних машин різних типів та конструктивного виконання;

розуміти:

- принцип дії електричних машин та трансформаторів;
- фізичну сутність процесів електромеханічного перетворення енергії в електричних машинах;
- фактори, які впливають на робочі властивості електричних машин;

уміти:

- здійснювати підключення, пуск та регулювання вихідних параметрів електричних машин;
- проводити досліди для визначення параметрів електричних машин;
- виконувати розрахунки елементів конструкції при проектуванні та ремонті електричних машин.

Програмні результати навчання:

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

ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

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:

K11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

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

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

4. As a result of studying the discipline, the student must:

know:

- terminology and symbolism used in electromechanics;
- basic elements of construction of electric machines and transformers, variants of their constructive execution;
- area of use of electric machines of different types and design;

understand:

- principle of operation of electric machines and transformers;
- the physical essence of the processes of electromechanical energy conversion in electric machines;
- factors that affect the performance of electric machines;

be able to:

- to connect, start and adjust the output parameters of electric machines;
- conduct experiments to determine the parameters of electric machines;
- perform calculations of structural elements in the design and repair of electric machines.

5. Опис навчальної дисципліни

Description of the course

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	2	4	7	210	45	15		15	135		Екзамен, курсовий проект

5.2. Структура змісту навчальної дисципліни

Structure of the content of the discipline

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин/ Number of hours
-------------------------------	----------------------------------

Names of content modules and topics	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. Машини постійного струму <i>Content module 1. DC machines</i>						
Тема 1.1. Принцип дії і будова машин постійного струму Принцип дії машини постійного струму. Будова машини постійного струму. Theme 1.1. Principle of operation and construction of DC machines The principle of operation of a DC machine. Construction of a DC machine.	7	2				5
Тема 1.2. Магнітна система машини постійного струму Конструкції магнітної системи. Theme 1.2. Magnetic DC machine system Magnetic system designs.	7	2				5
Тема 1.3. Обмотки якоря Проста петльова обмотка якоря. Проста хвильова обмотка якоря. Складні обмотки якоря. Theme 1.3. Anchor windings Simple looped anchor winding. Simple wave anchor winding. Complex anchor windings.	8	2				6
Тема 1.4. Генератори постійного струму Генератор незалежного збудження. Генератор паралельного збудження. Генератор змішаного збудження. Theme 1.4 Direct current generators Independent excitation generator. Parallel excitation generator. Mixed excitation generator.	12	2	2	2		6
Тема 1.5. Двигуни постійного струму Двигуни паралельного збудження. Двигуни послідовного і змішаного збудження. Theme 1.5. DC motors Parallel excitation engines. Engines of consistent and mixed excitation.	11	2	1	2		6
Тема 1.6. Втрати, коефіцієнт корисної дії і нагрівання електричних машин, радіозавади Втрати і коефіцієнт корисної дії машин постійного струму. Нагрівання електричних машин. Радіозавади, які створюються колекторними машинами, і способи їх зниження. Theme 1.6. Losses, efficiency and heating of electrical machines, radio interference	8	2	1			5

Loss and efficiency of DC machines. Heating of electric machines. Radio interference generated by collector machines and how to reduce them.						
Разом за змістовим модулем 1	53	12	4	4		33
Змістовий модуль 2. Трансформатори <i>Content module 2. Transformers</i>						
Тема 2.1. Принцип дії і будова однофазних трансформаторів Принцип дії трансформаторів. Будова осердь і обмоток однофазних трансформаторів. Theme 2.1. Principle of operation and structure of single-phase transformers The principle of operation of transformers. Structure and windings of single-phase transformers.	7	2				5
Тема 2.2. Робота однофазного трансформатора вхолосту Вирази для електрорушійних сил первинної і вторинної обмоток. Хід холостого ходу трансформатора. Theme 2.2. Single phase transformer idle operation Expressions for the electromotive forces of the primary and secondary windings. Idling of the transformer.	10	2	1	2		5
Тема 2.3. Робота однофазного трансформатора при навантаженні Розсіювання первинної і вторинної обмоток трансформатора при навантаженні. Еквівалентна схема заміщення трансформатора. Векторні діаграми напруги трансформатора. Theme 2.3. Operation of single-phase transformer under load Scattering of primary and secondary transformer windings under load. Equivalent transformer replacement circuit. Vector diagram of transformer voltage.	8	2	1			5
Тема 2.4. Робота однофазного трансформатора при встановленому короткому замиканні, втрати і коефіцієнт корисної дії трансформатора Робота однофазного трансформатора при короткому замиканні, яке встановилося. Втрати і коефіцієнт корисної дії трансформатора. Theme 2.4. Operation of single-phase transformer with installed short circuit, loss and efficiency of transformer Single-phase transformer operation with short-circuit, which is established. Losses and efficiency of transformer.	9	1	1	1		6
Тема 2.5. Трьохфазні трансформатори Магнітні ланцюги трьохфазних трансформаторів. Поняття про групи з'єднання обмоток трифазних трансформаторів.	7	2				5

Theme 2.5. Three-phase transformers Magnetic circuits of three-phase transformers. The concept of connection groups of windings of three-phase transformers.						
Тема 2.6. Паралельна робота трансформаторів Паралельне з'єднання однофазних трансформаторів. Паралельне з'єднання трьохфазних трансформаторів. Паралельна робота трансформаторів при навантаженні. Theme 2.6. Parallel operation of transformers Connection of single-phase transformers in parallel. Parallel connection of three-phase transformers. Parallel operation of transformers under load.	6	1				5
Тема 2.7. Багатообмоткові трансформатори Схема і діаграма додавання МРС. багатообмоткового трансформатора. Схема і потенціальні діаграми напруг трьохобмоткового трансформатора. Theme 2.7. Multi-winding transformers Scheme and diagram of adding MRS. multi-winding transformer. Scheme and potential voltage diagrams of a three-winding transformer.	5	1				4
Разом за змістовим модулем 2	52	11	3	3		35
Змістовий модуль 3. Асинхронні машини Content module 3. Conduction machines						
Тема 3.1. Принцип дії і будова трьохфазних асинхронних машин Будова статора і ротора асинхронних машин. Принцип дії трьохфазного асинхронного двигуна. Topic 3.1. The principle of operation and structure of three-phase asynchronous machines The structure of the stator and rotor of asynchronous machines. The principle of operation of a three-phase induction motor.	7	2				5
Тема 3.2. Статор трифазної асинхронної машини Будова статора асинхронної машини. ЕРС статора асинхронної машини. Поняття про коефіцієнт ковзання. Topic 3.2. Stator of three-phase asynchronous machine The stator structure of an asynchronous machine. EMF stator of asynchronous machine. The concept of slip coefficient.	7	2				5
Тема 3.3. Режими роботи асинхронної машини. Пуск в хід асинхронного двигуна. Робота асинхронної машини в режимі двигуна. Робота асинхронної машини в режимі генератора. Робота асинхронної машини в режимі гальмування противімкненням. Пуск в хід асинхронного двигуна.	8	2	1			5

<p>Topic 3.3. Modes of operation of an asynchronous machine. Starting the induction motor. Operation of an asynchronous machine in motor mode. Operation of asynchronous machine in generator mode. Operation of the asynchronous machine in the mode of braking by anti-switching. Starting the induction motor.</p>						
<p>Тема 3.4. Магнітна система асинхронної машини. Магнітне коло асинхронної машини. Розрахунок магнітного кола асинхронного двигуна. Напруги, МРС і струми синхронного двигуна Рівняння напруг асинхронного двигуна. Рівняння МРС і струмів асинхронного двигуна. Topic 3.4. Magnetic system of an asynchronous machine. Magnetic circuit of an asynchronous machine. Calculation of the magnetic circuit of an induction motor. Voltages, MRS and currents of a synchronous motor Equation of voltages of an induction motor. Equation of MRS and currents of an induction motor.</p>	7	2		1		4
<p>Тема 3.5. Втрати та ККД асинхронної машини Механічні втрати. Магнітні втрати. Електричні втрати. Додаткові втрати. Topic 3.5. Losses and efficiency of asynchronous machine Mechanical losses. Magnetic losses. Electrical losses. Additional losses.</p>	8	1	1	1		5
<p>Тема 3.6. Механічні характеристики асинхронного двигуна. Електромагнітний момент трифазного асинхронного двигуна. Механічні характеристики асинхронного двигуна. Критичне ковзання. Topic 3.6. Mechanical characteristics of an induction motor. Electromagnetic moment of a three-phase induction motor. Mechanical characteristics of an induction motor. Critical slip.</p>	7	1	1	1		4
<p>Тема 3.7. Робочі характеристики асинхронного двигуна Дослід холостого ходу для асинхронного двигуна. Дослід короткого замикання для асинхронного двигуна. Topic 3.7. Performance characteristics of an induction motor Idling experiment for induction motor. Short circuit experiment for induction motor.</p>	9	1	1	1		5
Разом за змістовим модулем 3	52	11	4	4		33
Змістовий модуль 4. Синхронні машини Content module 4. Synchronous machines						

<p>Тема 4.1. Принцип дії і будова синхронних машин Принцип дії і будова синхронної машини. Принцип будови одно- і трьохфазної синхронних машин.</p> <p>Topic 4.1. The principle of operation and structure of synchronous machines The principle of operation and structure of the synchronous machine. The principle of construction of single- and three-phase synchronous machines.</p>	7	2				5
<p>Тема 4.2. Магнітне поле синхронної машини синхронних генераторів Магнітне коло синхронної машини Реакція якоря синхронної машини</p> <p>Topic 4.2. Magnetic field of synchronous machine of synchronous generators Magnetic circuit of a synchronous machine Synchronous machine armature reaction</p>	7	2				5
<p>Тема 4.3. Робочі характеристики синхронного генератора. Рівняння напруг синхронного генератора Векторні діаграми синхронного генератора.</p> <p>Topic 4.3. Synchronous generator performance. Equation of voltages of a synchronous generator Vector charts of a synchronous generator.</p>	10	2	1	1		5
<p>Тема 4.4. Втрати та ККД синхронних машин Механічні втрати. Магнітні втрати. Електричні втрати. Додаткові втрати.</p> <p>Topic 4.4. Loss and efficiency of synchronous machines Mechanical losses. Magnetic losses. Electrical losses. Additional losses.</p>	10	2	1	1		5
<p>Тема 4.5. Паралельна робота синхронних генераторів Підключення трьохфазної синхронної машини на паралельну роботу в мережу. Паралельна робота синхронної машини з потужною станцією.</p> <p>Topic 4.5. Parallel operation of synchronous generators Connecting a three-phase synchronous machine for parallel operation to the network. Parallel operation of a synchronous machine with a powerful station.</p>	6	1				5
<p>Тема 4.6. Робота синхронної машини в якості двигуна Перехід від генераторного режиму роботи синхронної машини до режиму роботи двигуна. Робота синхронного двигуна при навантаженні в двох режимах. Пуск в хід синхронних двигунів.</p> <p>Topic 4.6. Operation of a synchronous machine as a motor</p>	8	1	1	1		5

Transition from the generator mode of operation of the synchronous machine to the mode of operation of the engine. Synchronous motor operation under load in two modes. Starting synchronous motors.						
Тема 4.7. U-подібні криві кутові характеристики синхронних двигунів. U-подібні криві. Робочі характеристики. Синхронний компенсатор Topic 4.7. U-shaped angular curves of synchronous motors. U-shaped curves. Performance characteristics. Synchronous compensator	7	1	1	1		4
Разом за змістовим модулем 4	53	11	4	4		34
Усього годин	210	45	15	15		135

5.3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Машини постійного струму		
1.	Робота машини постійного струму при навантаженні Магнітне поле полюсів, магніторушійна сила, поле якоря і результуюче поле машини при навантаженні. The operation of the DC machine under load The magnetic field of the poles, the magnetomotive force, the anchor field and the resulting field of the machine under load.	2
2.	Генератори постійного струму Двигуни постійного струму. DC generators DC motors.	1
3.	Втрати і коефіцієнт корисної дії машин постійного струму. Нагрівання електричних машин. Losses and efficiency of DC machines. Heating of electric machines.	1
Змістовий модуль 2. Трансформатори		
4.	Робота однофазного трансформатора вхолосту Вирази для електрорушійних сил первинної і вторинної обмоток. Idle single-phase transformer operation Expressions for the electromotive forces of the primary and secondary windings.	1
5.	Робота однофазного трансформатора при навантаженні Розсіювання первинної і вторинної обмоток трансформатора при навантаженні. Еквівалентна схема заміщення трансформатора. Векторні діаграми напруги трансформатора. Operation of a single-phase transformer under load Scattering of the primary and secondary windings of the transformer under load. Equivalent transformer replacement scheme.	1

	Vector transformer voltage diagram.	
6.	<p>Робота однофазного трансформатора при встановленому короткому замиканні, втрати і коефіцієнт корисної дії трансформатора</p> <p>Робота однофазного трансформатора при короткому замиканні, яке встановилося.</p> <p>Втрати і коефіцієнт корисної дії трансформатора.</p> <p>Operation of the single-phase transformer at the established short circuit, losses and efficiency of the transformer</p> <p>Operation of a single-phase transformer with a short circuit that has been established.</p> <p>Losses and efficiency of the transformer.</p>	1
Змістовий модуль 3. Асинхронні машини		
7.	<p>Режими роботи асинхронної машини. Пуск в хід асинхронного двигуна.</p> <p>Робота асинхронної машини в режимі двигуна.</p> <p>Робота асинхронної машини в режимі генератора.</p> <p>Робота асинхронної машини в режимі гальмування противвімкненням.</p> <p>Modes of operation of an asynchronous machine. Starting the induction motor.</p> <p>Operation of an asynchronous machine in motor mode.</p> <p>Operation of asynchronous machine in generator mode.</p> <p>Operation of the asynchronous machine in the mode of braking by anti-switching.</p>	1
8.	<p>Втрати та ККД асинхронної машини</p> <p>Механічні втрати. Магнітні втрати.</p> <p>Електричні втрати. Додаткові втрати.</p> <p>Losses and efficiency of asynchronous machine</p> <p>Mechanical losses. Magnetic losses.</p> <p>Electrical losses. Additional losses.</p>	1
9.	<p>Механічні характеристики асинхронного двигуна.</p> <p>Електромагнітний момент трифазного асинхронного двигуна.</p> <p>Механічні характеристики асинхронного двигуна.</p> <p>Критичне ковзання.</p> <p>Mechanical characteristics of an induction motor.</p> <p>Electromagnetic moment of a three-phase induction motor.</p> <p>Mechanical characteristics of an induction motor.</p> <p>Critical slip.</p>	1
10.	<p>Робочі характеристики асинхронного двигуна</p> <p>Дослід холостого ходу для асинхронного двигуна.</p> <p>Дослід короткого замикання для асинхронного двигуна.</p> <p>Performance characteristics of an induction motor</p> <p>Idling experiment for induction motor.</p> <p>Short circuit experiment for induction motor.</p>	1
Змістовий модуль 4. Синхронні машини		
11.	<p>Робочі характеристики синхронного генератора.</p> <p>Рівняння напруг синхронного генератора</p> <p>Векторні діаграми синхронного генератора.</p> <p>Synchronous generator performance.</p> <p>Equation of voltages of a synchronous generator</p>	1

	Vector charts of a synchronous generator.	
12.	Втрати та ККД синхронних машин Механічні втрати. Магнітні втрати. Електричні втрати. Додаткові втрати. Loss and efficiency of synchronous machines Mechanical losses. Magnetic losses. Electrical losses. Additional losses.	1
13	Робота синхронної машини в якості двигуна Перехід від генераторного режиму роботи синхронної машини до режиму роботи двигуна. Робота синхронного двигуна при навантаженні в двох режимах. Пуск в хід синхронних двигунів. Operation of a synchronous machine as a motor Transition from the generator mode of operation of the synchronous machine to the mode of operation of the engine. Synchronous motor operation under load in two modes. Starting synchronous motors.	1
14.	U-подібні криві кутові характеристики синхронних двигунів. U-подібні криві. Робочі характеристики. Синхронний компенсатор U-shaped angular curves of synchronous motors. U-shaped curves. Performance characteristics. Synchronous compensator	1

5.4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Машини постійного струму		
1.	Генератори постійного струму Генератор незалежного збудження. Генератор паралельного збудження. Генератор змішаного збудження. DC generators Independent excitation generator. Parallel excitation generator. Mixed excitation generator.	2
2.	Двигуни постійного струму Двигуни паралельного збудження. Двигуни послідовного і змішаного збудження. DC motors Parallel excitation motors. Serial and mixed excitation motors.	2
Змістовий модуль 2. Трансформатори		
3.	Робота однофазного трансформатора вхолосту Хід холостого ходу трансформатора. Single-phase transformer idling Idling of the transformer.	2
4.	Робота однофазного трансформатора при встановленому короткому замиканні, втрати і коефіцієнт корисної дії трансформатора.	1

	Operation of single-phase transformer at the established short circuit, losses and efficiency of the transformer.	
Змістовий модуль 3. Асинхронні машини		
5.	Магнітна система асинхронної машини. Магнітне коло асинхронної машини. Magnetic system of an asynchronous machine. Magnetic circuit of an asynchronous machine.	1
6.	Втрати та ККД асинхронної машини Механічні втрати. Магнітні втрати. Електричні втрати. Додаткові втрати. Losses and efficiency of asynchronous machine Mechanical losses. Magnetic losses. Electrical losses. Additional losses.	1
7.	Механічні характеристики асинхронного двигуна. Електромагнітний момент трифазного асинхронного двигуна. Механічні характеристики асинхронного двигуна. Критичне ковзання. Mechanical characteristics of an induction motor. Electromagnetic moment of a three-phase induction motor. Mechanical characteristics of an induction motor. Critical slip.	1
8.	Робочі характеристики асинхронного двигуна Дослід холостого ходу для асинхронного двигуна. Дослід короткого замикання для асинхронного двигуна. Performance characteristics of an induction motor Idling experiment for induction motor. Short circuit experiment for induction motor.	1
Змістовий модуль 4. Синхронні машини		
9.	Робочі характеристики синхронного генератора. Рівняння напруг синхронного генератора Векторні діаграми синхронного генератора. Synchronous generator performance. Equation of voltages of a synchronous generator Vector charts of a synchronous generator.	1
10.	Втрати та ККД синхронних машин Механічні втрати. Магнітні втрати. Електричні втрати. Додаткові втрати. Loss and efficiency of synchronous machines Mechanical losses. Magnetic losses. Electrical losses. Additional losses.	1
11.	Робота синхронної машини в якості двигуна Перехід від генераторного режиму роботи синхронної машини до режиму роботи двигуна. Робота синхронного двигуна при навантаженні в двох режимах. Пуск в хід синхронних двигунів. Operation of a synchronous machine as a motor Transition from the generator mode of operation of the synchronous machine to the mode of operation of the engine. Synchronous motor operation under load in two modes. Starting synchronous motors.	1
12.	U-подібні криві кутові характеристики синхронних двигунів.	1

	U-подібні криві. Робочі характеристики. Синхронний компенсатор U-shaped angular curves of synchronous motors. U-shaped curves. Performance characteristics. Synchronous compensator	
--	---	--

5.5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Машини постійного струму		
1.	Принцип дії і будова машин постійного струму Принцип дії машини постійного струму. Будова машини постійного струму. Principle of operation and construction of DC machines The principle of operation of a DC machine. Construction of a DC machine.	5
2.	Магнітна система машини постійного струму Конструкції магнітної системи. Magnetic DC machine system Magnetic system designs.	5
3.	Обмотки якоря Проста петльова обмотка якоря. Проста хвильова обмотка якоря. Складні обмотки якоря. Anchor windings Simple looped anchor winding. Simple wave anchor winding. Complex anchor windings.	6
4.	Генератори постійного струму Генератор незалежного збудження. Генератор паралельного збудження. Генератор змішаного збудження. Direct current generators Independent excitation generator. Parallel excitation generator. Mixed excitation generator.	6
5.	Двигуни постійного струму Двигуни паралельного збудження. Двигуни послідовного і змішаного збудження. DC motors Parallel excitation engines. Engines of consistent and mixed excitation.	6
6.	Втрати, коефіцієнт корисної дії і нагрівання електричних машин, радіозавади Втрати і коефіцієнт корисної дії машин постійного струму. Нагрівання електричних машин. Радіозавади, які створюються колекторними машинами, і способи їх зниження. Losses, efficiency and heating of electrical machines, radio interference	5

	Loss and efficiency of DC machines. Heating of electric machines. Radio interference generated by collector machines and how to reduce them.	
Змістовий модуль 2. Трансформатори		
7.	Принцип дії і будова однофазних трансформаторів Принцип дії трансформаторів. Будова осердь і обмоток однофазних трансформаторів. Principle of operation and structure of single-phase transformers The principle of operation of transformers. Structure and windings of single-phase transformers.	5
8.	Робота однофазного трансформатора вхолосту Вирази для електрорушійних сил первинної і вторинної обмоток. Хід холостого ходу трансформатора. Single phase transformer idle operation Expressions for the electromotive forces of the primary and secondary windings. Idling of the transformer.	5
9.	Робота однофазного трансформатора при навантаженні Розсіювання первинної і вторинної обмоток трансформатора при навантаженні. Еквівалентна схема заміщення трансформатора. Векторні діаграми напруги трансформатора. Operation of single-phase transformer under load Scattering of primary and secondary transformer windings under load. Equivalent transformer replacement circuit. Vector diagram of transformer voltage.	5
10.	Робота однофазного трансформатора при встановленому короткому замиканні, втрати і коефіцієнт корисної дії трансформатора Робота однофазного трансформатора при короткому замиканні, яке встановилося. Втрати і коефіцієнт корисної дії трансформатора. Operation of single-phase transformer with installed short circuit, loss and efficiency of transformer Single-phase transformer operation with short-circuit, which is established. Losses and efficiency of transformer.	6
11.	Трьохфазні трансформатори Магнітні ланцюги трьохфазних трансформаторів. Поняття про групи з'єднання обмоток трифазних трансформаторів. Three-phase transformers Magnetic circuits of three-phase transformers. The concept of connection groups of windings of three-phase transformers.	5
12.	Паралельна робота трансформаторів Паралельне з'єднання однофазних трансформаторів. Паралельне з'єднання трьохфазних трансформаторів. Паралельна робота трансформаторів при навантаженні. Parallel operation of transformers Connection of single-phase transformers in parallel. Parallel connection of three-phase transformers. Parallel operation of transformers under load.	5

13.	Багатообмоткові трансформатори Схема і діаграма додавання МРС. багатообмоткового трансформатора. Схема і потенціальні діаграми напруг трьохобмоткового трансформатора. Multi-winding transformers Scheme and diagram of adding MRS. multi-winding transformer. Scheme and potential voltage diagrams of a three-winding transformer.	4
Змістовий модуль 3. Асинхронні машини		
14.	Принцип дії і будова трьохфазних асинхронних машин Будова статора і ротора асинхронних машин. Принцип дії трьохфазного асинхронного двигуна. The principle of operation and structure of three-phase asynchronous machines The structure of the stator and rotor of asynchronous machines. The principle of operation of a three-phase induction motor.	5
15.	Статор трифазної асинхронної машини Будова статора асинхронної машини. ЕРС статора асинхронної машини. Поняття про коефіцієнт ковзання. Stator of three-phase asynchronous machine The stator structure of an asynchronous machine. EMF stator of asynchronous machine. The concept of slip coefficient.	4
16.	Режими роботи асинхронної машини. Пуск в хід асинхронного двигуна. Робота асинхронної машини в режимі двигуна. Робота асинхронної машини в режимі генератора. Робота асинхронної машини в режимі гальмування противвімкненням. Пуск в хід асинхронного двигуна. Modes of operation of an asynchronous machine. Starting the induction motor. Operation of an asynchronous machine in motor mode. Operation of asynchronous machine in generator mode. Operation of the asynchronous machine in the mode of braking by anti-switching. Starting the induction motor.	5
17.	Магнітна система асинхронної машини. Магнітне коло асинхронної машини. Розрахунок магнітного кола асинхронного двигуна. Напруги, МРС і струми синхронного двигуна Рівняння напруг асинхронного двигуна. Рівняння МРС і струмів асинхронного двигуна. Magnetic system of an asynchronous machine. Magnetic circuit of an asynchronous machine. Calculation of the magnetic circuit of an induction motor. Voltages, MRS and currents of a synchronous motor Equation of voltages of an induction motor. Equation of MRS and currents of an induction motor.	4
18.	Втрати та ККД асинхронної машини Механічні втрати. Магнітні втрати.	4

	Електричні втрати. Додаткові втрати. Losses and efficiency of asynchronous machine Mechanical losses. Magnetic losses. Electrical losses. Additional losses.	
19.	Механічні характеристики асинхронного двигуна. Електромагнітний момент трифазного асинхронного двигуна. Механічні характеристики асинхронного двигуна. Критичне ковзання. Mechanical characteristics of an induction motor. Electromagnetic moment of a three-phase induction motor. Mechanical characteristics of an induction motor. Critical slip.	5
20.	Робочі характеристики асинхронного двигуна Дослід холостого ходу для асинхронного двигуна. Дослід короткого замикання для асинхронного двигуна. Performance characteristics of an induction motor Idling experiment for induction motor. Short circuit experiment for induction motor.	5
Змістовий модуль 4. Синхронні машини		
21.	Принцип дії і будова синхронних машин Принцип дії і будова синхронної машини. Принцип будови одно- і трьохфазної синхронних машин. The principle of operation and structure of synchronous machines The principle of operation and structure of the synchronous machine. The principle of construction of single- and three-phase synchronous machines.	5
22.	Магнітне поле синхронної машини синхронних генераторів Магнітне коло синхронної машини Реакція якоря синхронної машини Magnetic field of synchronous machine of synchronous generators Magnetic circuit of a synchronous machine Synchronous machine armature reaction	4
23.	Робочі характеристики синхронного генератора. Рівняння напруг синхронного генератора Векторні діаграми синхронного генератора. Synchronous generator performance. Equation of voltages of a synchronous generator Vector charts of a synchronous generator.	5
24	Втрати та ККД синхронних машин Механічні втрати. Магнітні втрати. Електричні втрати. Додаткові втрати. Loss and efficiency of synchronous machines Mechanical losses. Magnetic losses. Electrical losses. Additional losses.	4
25.	Паралельна робота синхронних генераторів Підключення трьохфазної синхронної машини на паралельну роботу в мережу. Паралельна робота синхронної машини з потужною станцією. Parallel operation of synchronous generators Connecting a three-phase synchronous machine for parallel operation to the network.	4

	Parallel operation of a synchronous machine with a powerful station.	
26.	Робота синхронної машини в якості двигуна Перехід від генераторного режиму роботи синхронної машини до режиму роботи двигуна. Робота синхронного двигуна при навантаженні в двох режимах. Пуск в хід синхронних двигунів. Operation of a synchronous machine as a motor Transition from the generator mode of operation of the synchronous machine to the mode of operation of the engine. Synchronous motor operation under load in two modes. Starting synchronous motors.	5
27.	U-подібні криві кутові характеристики синхронних двигунів. U-подібні криві. Робочі характеристики. Синхронний компенсатор U-shaped angular curves of synchronous motors. U-shaped curves. Performance characteristics. Synchronous compensator	5
	Разом	135

6. Система контролю та оцінювання

Види та форми контролю

- контрольні роботи;
- стандартизовані тести;
- курсовий проект;
- завдання на лабораторному обладнанні, тренажерах, реальних об'єктах;

1. Засоби оцінювання
2. Усне опитування
3. Перевірка домашніх завдань
4. Тестування
5. Модульні контрольні
6. Захист лабораторних робіт
7. Екзамен

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота											Залік	Сума
Змістовий модуль №1		Змістовий модуль № 2			Змістовий модуль № 3			Змістовий модуль № 4				
T1.1	T1.2	T2.1	T2.2	T2.3	T3.1	T3.2	T3.3	T4.1	T4.2	T4.3	40	100
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
T1.3	T1.4	T2.4	T2.5	T2.6	T3.4	T3.5	T3.6	T4.4	T4.5	T4.6		
2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
T1.5	T1.6	T2.7			T3.7			T4.7				
3	3	3			3			3				

T1.1, T1.2 ... T4.9 – теми змістових модулів.

Курсовий проект (4 семестр)

Пояснювальна записка	Графічна частина	Захист роботи	Сума
до 30	до 30	до 40	100

7. Рекомендована література

Базова

1. Осташевський М.О., Юр'єва О.Ю. Електричні машини і трансформатори: підручник / за наук. ред. Мілих В.І. К.: Каравелла, 2018. 452 с.
2. Електричні машини: навчальний посібник / укл.: Майструк Е. В. Чернівці : Технодрук, 2021. 196 с.
3. Electrical Machines / Slobodan N. Vukosavic. New York: Springer, 2013. 649 p.
4. Метельский В.П. Електричні машини та мікромашини / В. П. Метельский. Запоріжжя: ЗНТУ, 2001. 600 с.

Допоміжна

1. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлев та ін. К.: Аграрна освіта, 2013. 449 с.
3. Kothari D. P., Nagrath I. J. Electric Machines, 4/e / D. P. Kothari, I. J. Nagrath. New Delhi: Tata McGraw Hill Education Private Limited, 2010. 759 p.

8. Інформаційні ресурси

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