



Цифрова електроніка в електроенергетиці ч. 1

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>					
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>					
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>					
Освітня програма	<i>Управління, захист та автоматизація енергосистем;</i>					
Статус дисципліни	<i>Нормативна/ цикл професійної підготовки</i>					
Форма навчання	<i>заочна</i>					
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>					
Обсяг дисципліни	<i>Кількість кредитів ECTS – 3,5, кількість годин - 105</i>					
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/ Модульні контрольні роботи</i>					
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/					
	<i>Розподіл годин за видами занять</i>					
	<i>Лекції</i>	<i>Практичні заняття</i>	<i>Лабораторні заняття</i>	<i>Індивідуальні заняття</i>	<i>СРС</i>	<i>Всього</i>
	10	4	6	–	85	105
Контрольні заходи	<i>Контрольні заходи</i>					
	<i>Іспит</i>	<i>Залік</i>	<i>МКР (кількість)</i>	<i>РГР, РР, ГР (кількість)</i>	<i>ДКР (кількість)</i>	<i>Реферат (кількість)</i>
	+	–	1	–	–	–
Мова викладання	<i>Українська</i>					
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., ст. викладач, Тимохін Олександр Вікторович, tymokhin@ukr.net</i> Практичні / Семінарські: <i>к.т.н., ст. викладач, Тимохін Олександр Вікторович, tymokhin@ukr.net</i> Лабораторні: –					
Розміщення курсу	Google classroom https://classroom.google.com/c/NDQ5MTcyMjg4MDcz?cjc=jtrmtsc					

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «Цифрова електроніка в електроенергетиці ч.1» складена відповідно до програми підготовки бакалаврів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Навчальна дисципліна належить до циклу професійної підготовки.

Предметом вивчення є логічні елементи, а також структурні схеми, що є основою для пристроїв і мікропроцесорних систем, які використовуються в електроенергетиці.

Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей: К20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

K22. Здатність розуміти особливості функціонування обладнання електроенергетичних систем у сфері виробництва, перетворення, передачі, розподілу та споживання електричної енергії.

K30. Здатність розуміти особливості функціонування та застосування елементів мікропроцесорної техніки для вирішення практичних задач у галузі управління та автоматизації енергосистем

Програмні результати навчання:

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

ПР25. Знати основні принципи роботи з прикладним програмним забезпеченням, мікроконтролерами і мікропроцесорною технікою та розуміти особливості їх використання, вміти налаштовувати і програмувати мікропроцесорні пристрої відповідно до поставлених завдань щодо управління, захисту та автоматизації енергосистем.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Даний кредитний модуль базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні таких дисциплін як «Вища математика», «Загальна фізика», «Обчислювальна техніка та програмування», «Вступ до спеціальності», «Теоретичні основи електротехніки» (ТОЕ), «Промислова електроніка».

Кредитний модуль №1 дисципліни «Цифрова електроніка в електроенергетиці» тісно взаємопов'язаний також з іншими дисциплінами, що спираються на нього, такими як «Релейний захист та автоматизація енергосистем», «Теорія автоматичного керування», «Системна автоматика», «Основи і засоби передачі інформації в електроенергетиці», «Автоматизоване та автоматичне управління в енергосистемах», що вивчаються студентами після вивчення даного модулю.

Практичне спрямування кредитного модулю №1 дисципліни «Цифрова електроніка в електроенергетиці ч.1» зорієнтоване на розвиток умінь і навиків студентів для професій інженера–технолога, експлуатаційника, проектувальника і конструктора, які відповідають в повному обсязі їхнім виробничим функціям, спроможного приймати самостійні творчі рішення при проектуванні, конструюванні, налагоджуванні та експлуатації сучасних мікропроцесорних систем, що використовуються в процесі виробництва та розподілу електроенергії.

Вивчення матеріалу кредитного модуля 1 забезпечує повноцінне засвоєння та практичне використання в інженерній діяльності отриманих знань при подальшому вивченні матеріалу кредитного модулю 2.

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Основи побудови та функціонування мікропроцесорів

Тема 1.1. Автоматичні пристрої, загальні відомості

Тема 1.2. Основи синтезу автоматних пристроїв

Тема 1.3. Напівпровідникові логічні елементи

Змістовний модуль 2. Використання мікропроцесорів в електроенергетиці

Тема 2.1. Підключення МП системи до підстанції 10кВ, 110кВ, 330кВ

Тема 2.2. Структура МП системи захисту підстанції 10кВ, 110кВ, 330кВ

Змістовний модуль 3. Типові вузли та пристрої мікропроцесорної техніки

Тема 3.1. Типові цифрові логічні елементи мікропроцесорних систем

Тема 3.2. Типові аналогові елементи мікропроцесорних систем

Тема 3.3. Основні цифрові та аналогові вузли мікропроцесорних систем

Тема 3.4. Аналогові вимірювальні перетворювачі напруги і струму

Тема 3.5. Особливості фізичної реалізації плат цифрових та цифро-аналогових пристроїв.

Особливості передачі цифрових і аналогових сигналів в довгих лініях зв'язку і міжплатних з'єднаннях

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Електроніка і мікросхемотехніка. / Під ред. Сосков, А.Г. – К.: Каравела, 2009. – 416с.
2. Матвієнко М. П. Комп'ютерна логіка: Навчальний посібник – К.: Ліра-К, 2012. – 288с.
3. Матвієнко М. П. Пристрої цифрової електроніки: Навчальний посібник – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 392с.
4. Сенько В. І., Панасенко М. В., Сенько Є. В., Юрченко М. М., Сенько Л. І., Ясинський В. В. Електроніка і мікросхемотехніка. / Під ред. Сенько В. І. – К.: Каравела, 2008. – Т.3. – 400с.
5. Сенько В.І., Панасенко М.В., Сенько Є.В. Електроніка і мікросхемотехніка.: Елементна база електронних пристроїв, 1 – К.: Обереги, 2000.
6. Щерба А.А., Побєдаш К.К., Святненко В.А. Електроніка та мікросхемотехніка [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 360с.

Додаткова література

7. 74HC Series Logic IC Specification List, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.creatroninc.com/upload/Logic%20IC%20List.pdf> (дата звернення: 20.01.2020). – 5р.
8. Digital Circuits/Karnaugh Maps, [Електронний ресурс]. – 16.12.2013. – Режим доступу: https://en.wikibooks.org/wiki/Digital_Circuits/Karnaugh_Maps.
9. IEEE Graphic Symbols for Logic Functions (Includes IEEE Std 91A-1991 Supplement, and IEEE Std 91-1984) – Piscataway, NJ, USA: IEEE.
10. Ahmed H., Spreadbury P. J. Analogue and digital electronics for engineers: An introduction. – 2th ed.1984.
11. Bayliss C., Hardy B. Transmission and Distribution Electrical Engineering: Electrical Engineering. – 2th ed. – Burlington: Elsevier Science, 2014. – 1003.
12. Clayton G. B. Operational Amplifiers. – 5th ed., 691R/EDN Ser. for Design Engineers Ser – San Diego, Los Angeles: Newnes [Imprint]; Elsevier Science & Technology Books; Sony Electronics [distributor], – 1 online resource.
13. Dobkin R. Analog circuit design – Amsterdam: Elsevier, Newnes, 2011.
14. Dostál J. Operational amplifiers. – 2th ed., EDN series for design engineers1993.
15. Givone D. D. Digital principles and design – New York, NY: McGraw-Hill, 2003.
16. Grigsby L. L. Electric power engineering handbook. Electric power generation, transmission, and distribution, The electrical engineering handbook series – Boca Raton: CRC Press, 2007.
17. Hoeschele D. F. Analog-to-digital and digital-to-analog conversion techniques. – 2th ed. – New York, Chichester: Wiley, 1994.
18. Holdsworth B., Woods R. C. Digital logic design. – 4th ed. – Oxford: Newnes, 2002.
19. Johnson H. W., Graham M. High speed signal propagation: Advanced black magic / Howard Johnson, Martin Graham, Prentice Hall modern semiconductor design series – Upper Saddle River, N.J., London: Prentice Hall PTR, 2003.
20. Kularatna N. Digital and analogue instrumentation: Testing and measurement / Nihal Kularatna, IEE electrical measurement series – London: Institution of Electrical Engineers, 2003. – v. 11.
21. Pelgrom M. J.M. Analog-to-digital conversion. – 2th ed. – New York: Springer, 2013. – xx, 584.

22. Sonali S. DIGITAL LOGIC DESIGN – [Place of publication not identified]: BPB Publications, 2018.
– 1 online resource.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
Змістовний модуль 1. Основи побудови та функціонування мікропроцесорів	
Тема 1.1. Автоматичні пристрої, загальні відомості	
1.	Призначення і особливості автоматичних пристроїв (АП). Основні сигнали в АП. Місце ЕС РЗА в загальній системі керування виробництвом та розподілом електричної енергії. Поняття алгоритмів функціонування та управління. Електричні сигнали постійного та змінного струму. Вхідні сигнали АП. Різновиди аналогових та дискретних сигналів. Література: [3, 4, 6, 11, 16]
Тема 1.2. Основи синтезу автоматних пристроїв	
2.	Автоматний опис АП. Алгебра висловлювань і формалізація опису. Основні теореми алгебри Буля. Опис автомата за допомогою слів. Автоматні таблиці. Автомати без пам'яті та з пам'яттю. Автомати Мілі, автомати Мура. Основні поняття. Елементи "1", "АБО", "НІ". Теореми одної змінної, теореми двох і більше змінних. Опис за допомогою слів, табличний спосіб, алгебраїчний спосіб. Перша, та друга стандартні форми опису. Способи переходу, та приклади переходу від структурної форми до логічних схем і навпаки. СРС: Логічний елемент " Виключаючи АБО" Література: [5, 15, 18]
3.	Мінімізація булевих функцій за допомогою карт Карно. Використання факультативних ситуацій. Основні поняття карти Карно. Принцип заповнення карти Карно. Порядок роботи з картою Карно при мінімізації функції в першій стандартній формі. Порядок роботи з картою Карно при мінімізації функції в другій стандартній формі. Особливості мінімізації АП з декількома виходами. СРС: Карты Карно із пам'яттю. Література: [6, 8, 15]
Змістовний модуль 2. Типові вузли та пристрої мікропроцесорної техніки; 4.07.01.03	
Тема 2.1. Типові цифрові логічні елементи мікропроцесорних систем	
4.	Тригери. Регістри. RS-тригер, синхронний RS-тригер. Двоконтактний RS-тригер. D-тригер. T-тригер. JK-тригер. Тригери, що перемикаються фронтом синхроімпульсів. Двотактний D-тригер. Основні поняття. Паралельний регістр, Регістр з "здвигом" інформації – послідовний регістр. Послідовно-паралельний регістри. Література: [1, 3, 15, 22]
Тема 2.2. Основні цифрові та аналогові вузли мікропроцесорних систем	

5.	<p>Цифроаналоговий перетворювач. (ЦАП) Призначення ЦАП на опорах. Побудова генераторів напруги для ЦАП. Цифроаналоговий перетворювач інтегруючого типу. Принцип дії інтегруючого ЦАП. Швидкості дії інтегруючого ЦАП. Призначення АЦП. Побудова АЦП з сумуючим лічильником. Побудова АЦП з реверсивним лічильником. Побудова АЦП за методом послідовних наближень. Література: [1, 2, 3, 17, 21]</p>
----	--

Практичні заняття

Практичні заняття дозволяють більш поглиблено проробити теоретичний матеріал, викладений на лекціях, набути навички практичного використання.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Алгебра висловлювань. Основні теореми Булевих функцій. Література: [6, 15, 18]
2.	Мінімізація за допомогою карт Карно Література: [7, 9, 15, 18]

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи
1.	Ознайомлення із середовищем розробки AVR Studio 4 та засобами програмування і відлагодження для мікроконтролерів ATmega сімейства AVR фірми Atmel.
2.	Дослідження структури програм на мові асемблер та системи команд мікроконтролерів ATmega сімейства AVR фірми Atmel
3.	Дослідження структури мікроконтролерів ATmega сімейства AVR фірми Atmel, робота із портами вводу/виводу

Семінарські заняття

не передбачені

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів полягає у ретельній підготовці до тематичних модульних контрольних робіт та заліку, виконання РГР.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	СРС: Призначення АП. Неелектричні сигнали. Призначення ЕС РЗА. Основні вимоги до ЕС РЗА. Типи зворотних зв'язків. Література:	2
2.	Вимірювальні, передуючі, логічні та виконавчі частини АП. Поняття структурної, функціональної та принципової схем. Поняття прямого та зворотного зв'язку в АП. Головний прямий та головний зворотній зв'язок. Додаткові прямі та зворотні	4

	зв'язки. Надійність елементів. Література: [11, 16]	
3.	Функціонально повні системи логічних елементів. Функціонально повна система, що складається з елементів "АБО", "НІ". Функціонально повна система, що складається з елементів "І", "НІ". Функціонально повна система, що складається з одного елемента "АБО-НІ". Функціонально повна система, що складається з одного елемента "І-НІ". Логічний елемент "Виключаюче АБО" Література: [11, 16]	6
4.	Мінімізація булевих функцій за допомогою алгебраїчних перетворень. Основна задача мінімізації. Закони склеювання та скорочення, теорема де Моргана. Приклади мінімізації. Література: [15, 18]	6
5.	Класифікація логічних елементів, електронні схеми логічних елементів. Вісім основних типів напівпровідникових логічних елементів: РТЛ, ДТЛ, ТТЛ, ТЛ, ЕЗЛ, І ² Л, МОП, КМОП. Діодний логічний елемент – основні переваги та недоліки. Три основні частини з яких складається ЛЕ. Характеристика ЛЕ. Коефіцієнт множення по виходу, коефіцієнт об'єднання по входу, час затримки розповсюдження сигналу, розсіювана потужність. СРС: Функціонально повні системи елементів на ТТЛ. Принципова схема побудови базового елемента ТТЛ. ТТЛ з навантажувальним транзистором. Вихідні схеми з трьома положеннями. ЛЕ. Різновиди ТТЛ схем. Схеми ТТЛ з приладами Шотки. Література: [7, 9, 15, 18]	12
6.	Організація вводу інформації та виводу керуючих сигналів на підстанції 10 кВ, 110 кВ, 330 кВ. Розглядаються питання вводу аналогової і дискретної інформації в окремі вузли МП системи керування підстанції. Література: [9, 11, 16]	3
7.	Лічильники. Генератори прямокутних імпульсів. Основні поняття. Двійковий лічильники. Асинхронний та синхронний лічильники. Паралельний синхронний двійковий лічильник. Лічильники зі зменшенням числа. Принцип організації лічильника з модулем, що не є кратним числу 2. Десяткові лічильники. Трьох декадний десятковий синхронний лічильник. Кільцеві лічильники. Схеми формування імпульсів. Схеми подвоювання імпульсів. Схеми знищення дребезгу контактів. Література: [15, 18]	6
8.	Приклади комбінаційних схем. Дешифратори "1 з 2". Селектори. Шифратори-кодоперетворювачі. Шифратор-кодоперетворювач для 7-сегментного індикатора. Література: [15, 18, 22]	2

9.	<p>Побудова засобів комп'ютерної арифметики. Концепція побітних операцій над словами інформації. Побудова повного суматора та повного віднімача.</p> <p>Література: [15]</p>	2
10.	<p>Основні схеми та особливості функціонування ОП зі зворотним зв'язком. Три основних правила аналізу ОП. Основні схеми підключення ОП. Інверсійний підсилювач. Неінверсійний підсилювач. Підсилювачі змінного струму. Повторювач. Основні особливості при використанні ОП. Диференційний ОП. Лічильні ОП. Активні випрямлячі на базі ОП. Інтегратори. Диференціатори. Компараторі. Тригери Шмітта.</p> <p>Література: [12, 14]</p>	6
11.	<p>Аналого-цифрові перетворювачі(АЦП). Сіigma-дельта АЦП. Інтегруючий АЦП.</p> <p>Література: [17, 21]</p>	6
12.	<p>Активні вимірювальні трансформатори струму. Основні відомості. Схема активного вимірювального трансформатора з компенсацією МДС намагнічування магнітопроводу.</p> <p>Література: [10, 13, 20]</p>	6
13.	<p>Активні вимірювальні трансформатори напруги. Основні відомості. Схема активного вимірювального трансформатора напруги.</p> <p>Література: [10, 13, 20]</p>	4
14.	<p>Особливості розведення друкованих цифрових та аналогово-цифрових пристроїв. Внутрішньоплатні з'єднання. Трасування кіл живлення. Робота з струмом повернення. Аналогове та цифрове заземлення.</p> <p>Література: [15, 19]</p>	4
15.	<p>З'єднання та збудження на платі. Струм перехідного процесу в вихідному каскаді логічного елемента. Збудження на шині землі. Ємнісне навантаження як причина збудження. Основні способи захисту від спотворень сигналів.</p> <p>Література: [15, 19]</p>	4
16.	<p>Міжплатні зв'язки.</p> <p>Особливості міжплатних зв'язків. Основні способи захисту від помилок та спотворень сигналів.</p> <p>Література:</p>	4
17.	<p>Шини передачі даних. Особливості проходження сигналів по шинах. Можливі помилки та спотворення сигналів. Способи захисту.</p> <p>Література: [15, 19]</p>	4
18.	<p>Кабелі зв'язку. Робота елементів ТТЛ на лінії середньої довжини. Використання диференційних структур ТТЛ. Поняття скрученої пари. Схеми підключення для коаксіального кабелю.</p> <p>Література: [15, 19]</p>	4

Контрольна робота

- Метою першої контрольної роботи (1 год) є закріплення та перевірка практичних знань із освітнього компоненту, набуття студентами практичних навичок мінімізації булевих функцій із використанням теорем Булевої алгебри. Друга контрольна робота (1 год) призначена для закріплення знань із освітнього компоненту, набуття студентами практичних навичок мінімізації булевих функцій із використанням карт Карно.
- Модульні контрольні роботи (МКР) виконуються після вивчення Змістовного модулю №1. Кожен студент отримує індивідуальне завдання, відповідно до якого необхідно розв'язати по 2 (дві) задачі.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять студентами є обов'язковими. У разі наявності у студента документа, що виправдовує неможливість своєчасного проходження модульної контрольної роботи, йому надається можливість здати роботу протягом тижня після його появи на заняттях.

Під час виконання **модульних контрольних робіт (МКР)** та написанні **екзамену забороняється**:

- користуватися джерелами інформації у паперовому чи електронному вигляді,
- забороняється консультуватися зі сторонніми особами. За несамотійне виконання завдання (після консультації із іншими особами чи колективною нарадою) студенти, що були задіяні у консультуванні чи колективній нараді, отримують штрафні бали.

За порушення вище зазначених правил при:

- написанні МКР стягується 5 балів від оцінки студента
- написанні екзамену – студент відправляється на перездачу

Заохочувальні бали нараховуються за активну участь студента на лекції +1 бал.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: МКР, здача лабораторних робіт.

Календарний контроль: провадиться одного разу в семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за МКР та бали зароблені за здачу лабораторних робіт у обсязі більше 45 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

Поточний контроль:

1. Робота на практичних заняттях:

Ваговий бал

6

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях	12
---	----

Критерій оцінювання за визначенням чотирьох рівнів:

Правильна відповідь, розв'язання задачі	6
Відповідь або розв'язання задачі з незначними помилками	4
Активна участь у проведенні заняття	2
Неправильна або відсутня відповідь чи розв'язання задачі	0

2. Модульна контрольна робота:

Ваговий бал	12
Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи	12

Критерій оцінювання МК1:

Правильність виконання задачі 1	6
Правильність виконання задачі 2	6

Критерій оцінювання МК2:

Правильність виконання етапу 1	4
Правильність виконання етапу 2	4
Правильність виконання етапу 3	4

3. Лабораторні роботи

Ваговий бал		12
Максимальна кількість балів за всі лабораторні		36

Критерій оцінювання за визначенням чотирьох рівнів:

Оформлення протоколу		2
Виконання завдання лабораторної роботи		
Помилками		5
Відповідь на запитання викладача		5

4. Екзаменаційна робота

Ваговий бал	40
-------------	----

Критерій оцінювання:

Теоретичне питання 1	15
Теоретичне питання 2	15
Задача	10

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено ст. викладач, к.т.н., Тимохін Олександр Вікторович

Ухвалено кафедрою автоматизації енергосистем ФЕА (протокол № 8 від 26.05.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету1 (протокол №10 від 16.06.2022р.)