

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Інтелектуальні системи керування та захисту



Ступінь освіти	магістр
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Тривалість викладання	3, 4 чверть
Заняття:	Весняний семестр
Лекції (год/тижд.):	2 години
лабораторні заняття (год/тижд.):	1 година
Підсумковий контроль	залік
Мова викладання	українська

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»: <https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=1945>
Кафедра, що викладає Електротехніки
Електропривода

Викладачі:



Бобров Олексій Володимирович
к.т.н., доцент кафедри електротехніки

Персональна сторінка:

<https://vde.nmu.org.ua/ua/kafedra/bobrov.php>

E-mail: Bobrov.O.V@nmu.one

Боровик Роман Олексійович
асистент кафедри електропривода



Персональна сторінка:

<https://elprivod.nmu.org.ua/ua/department/borovyk.php>

E-mail: borovyk.r.o@nmu.one

1. Анотація до курсу

Предметом курсу є вивчення мікропроцесорних пристроїв, які застосовують для захисту елементів електроенергетичних системи та керування їх роботою.

Кінцевою метою функціонування релейного захисту (РЗ) є забезпечення безаварійної роботи об'єктів захисту, тобто спроможність системи РЗ, шляхом відключення об'єктів захисту, вчасно запобігати розвитку

аварійних ситуацій, небезпечних для устаткування й обслуговуючого персоналу. Сучасні мікропроцесорні пристрої релейного захисту мають можливість перепрограмування на реалізацію тих або інших функцій без зміни складу технічних засобів і реалізації алгоритмів виявлення складних ушкоджень, автоматизації процесів діагностики об'єктів захисту, керування обладнанням.

Даний курс присвячений вивченню основ релейного захисту, розрахунку уставок захистів, а також сучасних промислових пристроїв із мікропроцесорним керуванням, які спроможні здійснювати гнучкий (настроюваний) захист обладнання та здійснювати керування режимами його роботи.

2. Мета та завдання курсу

Мета дисципліни – знайомство з основами релейного захисту елементів електроенергетичних системи, методами розрахунку, налаштування та перевірки пристроїв релейної захисту електроенергетичних об'єктів, з принципами роботи автоматичних пристроїв керування нормальними і аварійними режимами енергосистем, зі структурою, принципами та технічними засобами оперативно-диспетчерського керування енергосистеми.

Завдання курсу:

- ознайомити здобувачів вищої освіти з електроенергетичними системами, функціями пристроїв РЗА;
- ознайомити з різновидами пошкоджень у мережах ЕЕС, первинними вимірювальними перетворювачами, видами реле;
- вивчити захисти і автоматику ліній електропередач та елементів ЕЕС;
- розглянути режими роботи двигунів і їх захисти;
- ознайомити з базовими засобами захисту електричних двигунів;
- ознайомити з мікропроцесорними пристроями захисту і керування, базовими налаштуваннями та навчити практичному їх налаштуванню.

3. Результати навчання:

Враховуючи параметри навантаження та схему електропостачання вибирати мікропроцесорні пристрої керування та захисту, виконувати їх базові налаштування.

4. Структура курсу

ЛЕКЦІЇ

1. Загальні відомості про електроенергетичні системи, функції та пристрої РЗА
 - 1.1. Загальні відомості про електроенергетичні системи та пристрої їх захисту
Основні елементи, спільність та відміна систем електропостачання галузей господарства
Призначення РЗА в СЕП
Функціональні частини пристроїв РЗА.
 - 1.2. Основні функції та принцип дії пристроїв РЗА
Основні вимоги, що висуваються пристроям РЗА
Захист з відносною селективністю.
Захист з абсолютною селективністю.
Пристрої автоматики.
2. Функціональні блоки пристроїв РЗА, захист та автоматика елементів ЕЕС
 - 2.1. Види пошкоджень у мережі, первинні вимірювальні перетворювачі, види реле
Первинні вимірювальні перетворювачі
Види пошкоджень та режим заземлення нейтралі. Фільтри симетричних складових.
Електромеханічні та цифрові реле.
 - 2.2. Захист та автоматика ліній електропередач
Струмовий захист.
Струмовий направлений захист.
Захист від замикань на землю.
Диференційний захист.
 - 2.3. Захист та автоматика елементів ЕЕС.
Захист та автоматика трансформаторів та автотрансформаторів
Захист синхронних генераторів.
Захист шин, електродвигунів.

3. Режими роботи двигунів і захисти
 - 3.1. Основні характеристики електричних двигунів в статичних та динамічних режимах.
 - 3.2. Вимоги, що висуваються до пристроїв захисту електричних двигунів: селективність, аварійні режими роботи, анормальні режими роботи, захист від міжфазних коротких замикань, захист від замикань на землю, захист від перенавантажень, захист від несиметричних перенавантажень, захист мінімальної напруги.
4. Технічні засоби захисту електричних двигунів
 - 4.1. Плавкі запобіжники, автоматичні вимикачі. Типи розчеплювачів автоматичних вимикачів.
 - 4.2. Розрахунок та вибір уставок автоматичних вимикачів захисту електродвигунів.
5. Мікроелектронні та мікропроцесорні захисти електродвигунів: мікропроцесорні реле захисту, інтелектуальні пускачі, станції керування та захисту двигуна, пристрої захисту синхронних та асинхронних двигунів, універсальні блоки захисту АД.
6. Багатофункціональне мікропроцесорне реле захисту і керування TeSys T:
загальні функції, типові застосування, способи програмування, конфігурація користувача.
7. Інтелектуальний пускач TeSys U.
8. Автоматичні вимикачі та вимикачі-роз'єднувачі низької напруги Compact NSX та Masterpact NT/NW
функції та можливості, види розчеплювачів та області застосування, додаткове обладнання, налаштування уставок та перевірка роботи.

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

- 1 Знайомство з лабораторією РЗА. Правила техніки безпеки.
- 2 Вивчення конструкційних особливостей, комунікаційних можливостей та галузі застосування цифрових терміналів Seram та Micom.
- 3 Перевірка роботи трансформатора струму
- 4 Розрахунок параметрів спрацювання пристроїв релейного захисту
- 5 Дослідження захисних функцій реле Micom 111 Enh при коротких замиканнях та замиканнях на землю в ЛЕП

- 6 Дослідження захисних функцій реле Seram T80 при аваріях в трансформаторах та генераторах
- 7 Налагодження базових функцій багатофункціонального мікропроцесорного реле захисту і керування TeSys T.
- 8 Конфігурація користувача. Програмний симулятор реле TeSys T.
- 9 Налагодження TeSys T для керування двошвидкісним двигуном. Реалізація базових і додаткових функцій.
- 10 Налагодження TeSys T для керування асинхронним двигуном. Локальне та віддалене керування. Реалізація базових і додаткових функцій.

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

Під час виконання лабораторних робіт використовуються пакети S1 Studio, SoMove, RSU, RCU.

6. Система оцінювання та вимоги

6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	Відмінно/ Excellent
75-89	Добре/ Good
60-74	Задовільно/ Satisfactory
0-59	Незадовільно/ Fail

6.2. Теоретична частина оцінюється за результатами задачі тестових завдань, які розміщені на сторінці курсу <https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=1945>, всі рекомендації та обмеження щодо часу проходження, терміну доступності і кількості спроб вказані в описі до кожного тесту. Максимальна оцінка за кожний тест — 100 балів, для визначення підсумкової оцінки розраховується середня оцінка за всі тести.

6.3 Лабораторні роботи приймаються за вимогами, що наведені в методичних вказівках. Оцінюється відповідність завданню і працездатність роботи; ступінь розуміння виконаної роботи оцінюється відповідями на контрольні запитання до кожної з робіт. Максимальна оцінка за кожну роботу — 100 балів, для визначення підсумкової оцінки розраховується середня оцінка за всі роботи.

6.3. Підсумкова оцінка за курс (за 100-бальною шкалою):

$$PO = \frac{CB_T \cdot 2 + CB_{лр} \cdot 1}{3},$$

де $CO_{лр}$ – середня оцінка за здачу лабораторних робіт; CB_T – середня оцінка за теоретичну частину; 2, 1 – кількість годин на тиждень відповідних занять.

6.4. Здобувачі вищої освіти можуть отримати підсумкову оцінку з дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування з теоретичної частини, лабораторних робіт та практичних занять складатиме не менше 60 балів.

7. Політика курсу

7.1. Політика щодо академічної доброчесності

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf.

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

7.2. Комунікаційна політика

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту. Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

7.3. Політика щодо перескладання

Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

7.4 Політика щодо оскарження оцінювання

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

7.5. Відвідування занять

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

8 Рекомендовані джерела інформації

Базові:

1. Андреев В.А. Релейний захист та автоматика систем електропостачання: учень для вузів/В.А. Андреев. - 4-те вид. перероб. та дод. - М.: Вищ. шк., 2006. - 639 с.
2. Дяков А.Ф. Мікропроцесорний релейний захист та автоматика електроенергетичних систем: Навч. посібник для студентів вузів/А.Ф. Дяков, Н.І. Овчаренко -М.: Видавництво МЕІ, 2000. -199 с.
3. Мікропроцесорні гнучкі системи релейного захисту/В.В. Михайлов, Є.В. Кирієвський, Є.М. Ульяницький та ін. / За ред. В.П. Морозкіна.- М.: Вища школа, 1988.-240 с.
4. Релейний захист та автоматика систем електропостачання: учеб.-метод. посібник / Л. І. Євмінов, Г. І. Селіверстов; М-во освіти Респ. Білорусь, Гомел. держ. техн. ун-т ім. П. О. Сухого. – Гомель: ДДТУ ім. П. О. Сухого, 2016. - 531 с. - Систем. вимоги: РС не нижче за Intel Celeron 300 МГц; 32 Mb RAM; вільне місце на HDD 16 Mb; Windows 98 і вище; Adobe Acrobat Reader. - Режим доступу: <http://elib.gstu.by>. - Загл. з титулом. екран.
5. Нагай В.І. Мікроелектронні пристрої релейного захисту та автоматики електроенергетичних систем: Навчальний посібник / В.І. Нагай, В.Г. Шуляк; Новочерк. політехн. ін-т. - Новочеркаськ: НДТУ, 1992.-123 с.

6. Методичні вказівки щодо вибору характеристик та уставок захисту електрообладнання з використанням мікропроцесорних терміналів серії Seram виробництва Шнейдер Електрик/А.Л. Соловйов//Видання Петербурзького енергетичного інституту підвищення кваліфікації керівних працівників та фахівців Мінпроменерго РФ, в 2 ч., 2005, 98 с.

7. Програма S1 Studio для пристроїв захисту Micom Серій Р X10-X20 [Електронний ресурс]/ Остапчук А.В., Красовський П.Ю.//ДВНЗ "НГУ" 21 с. Режим доступу: <http://vde.nmu.org.ua/ua/lib/s1studio.pdf>

8. Шмурьєв В.Я. Цифрові реле: Навч. допомога. - С.-Пб: ПЕІпк, 2001. - 81 с.

9. Шабад М.А. Захист від однофазних замикань на землю у мережах 6-35 кВ: Конспект лекцій/М.А. Шабад. -С-Пб.: ПЕІпк, 2001. -52 с.

10. Релейний захист енергетичних систем./Н.В. Чорнобровів, Вища школа-1998р. 635 с.

11. Шуїн В.А. Захисту від замикань на землю в електричних мережах 6-10 кВ. /В.А. Шуїн, НТФ "Енергопрогрес"-2001. [Б-ка електротехніка вип. 11 (35)]

12. Антонов В.І. Методи обробки цифрових сигналів енергосистем/В.І. Антонов, Н.М. Лазарева, В.І. Пуляєв - М.: НТФ "Енергопрогрес", 2000. - 84 с. [Б-чка електротехніка. Вип 11 (23)].

13. Ісмагілов, Ф.Р. Ахматнабієв, Ф.С. Мікропроцесорні пристрої релейного захисту енергосистем: навчальний посібник/Ф.Р. Ісмагілов, Ф.С. Ахматнабієв / Уфімськ. держ. авіац. техн. ун-т. – Уфа. УГАТУ, 2009. - 171 с.

14. Соловйов А.Л. Захист асинхронних електричних двигунів напругою 0,4 кВ М: НТФ «Енергопрогрес», 2007. – 96 стор. [Бібліотечка електротехніка, додаток до журналу «Енергетик», Вип. 3(99)].

15. Овчаренко Н.І. Цифрові апаратні та програмні елементи мікропроцесорного релейного захисту та автоматики енергосистем. М.: НТФ "Енергопрогрес, 2006 - 120 с. [Бібліотечка електротехніка, додаток до журналу "Енергетик". Випуск 5-6 (89-90)].

16. Баховцев, І.А. Мікропроцесорні системи керування пристроями силової електроніки: навч. посібник/І.А. Бахівці. - Новосибірськ: Вид-во НДТУ, 2006. - О 2 год. Ч. 1. - 72 с.

17. Енергетична селективність захисних пристроїв низької напруги/Marc Serpinet, Robert Morel; [ред. кільк.: В.М. Божко, С.В. Божко, С.Є. Вакуленко, М.А. Лободін, В.І. Мозирський]. - Київ, 2006. - 32 с. -

(Бібліотечка електрика (публікації компанії "Шнейдер Електрик"), випуск 4) <https://goo.gl/xCBCB1>

18. Струмообмежувальні вимикачі низької напруги / Pierre Schueller; [ред. кільк.: В.М. Божко, С.В. Божко, С.Є. Вакуленко, М.А. Лободін, В.І. Мозирський]. - Київ, 2006. 20 с. - (Бібліотечка електрика (публікація компанії "Шнейдер Електрик"), випуск 5) <https://goo.gl/xCBCB1>

19. Селективність, що забезпечується "потужними" автоматичними вимикачами низької напруги / Jean-Pierre Nereau; Київ, 2007. 48 с. - (Бібліотечка електрика (публікації компанії "Шнейдер Електрик"), випуск 6) <https://goo.gl/xCBCB1>

20. Розчіплювачі Micrologic 5 і 6 – Посібник користувача LV434104 <https://goo.gl/5nviTh>

21. TeSys® T LTM R Modbus® Контролер керування електродвигуном. Інструкція з експлуатації. 12/2006

22. TeSys® T LTM R Motor Management Controller User's Manual 12/2006

23. Пристрої захисту низької напруги та частотні регулятори швидкості. Jacques Schonek, Yves Nebon. Бібліотечка електрика (публікації компанії "Шнейдер Електрик"), вип. 13. К.: ДІА, 2011. 36 с.; мул.

24. Фігурнов Є.П. Релейний захист: Підручник для студентів електротехнічних та електромеханічних спеціальностей транспортних та інших вузів – К.: Транспорт України, 2004. – 565 с.: іл.

25. Пупена, О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: навчальний посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К. : Ліра, 2011. – 552 с.

26. Матеріали методичного забезпечення до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Мікропроцесорні системи керування та захисту. Частина 1. Мікропроцесорний релейний захист.» для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Упорядники: Д.В. Ципленков, О.В. Бобров. – Дніпро: НТУ "ДП", 2021. – 31 с.

Інформаційні ресурси:

1. Література на сайті кафедри електропривода:
https://elprivod.nmu.org.ua/ua/books/electrical_apparatus.php,
<https://energoproekt.blogspot.com/2010/11/tehnicheskaya-kollekciya-schneider.html>