



Системи автоматизації інженерних розрахунків електроприводу

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія¹</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредитів 120 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>Вт. 08:30, 14:16.</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Торопов Антон Валерійович, тел. 066-736-54-53, email: toropovtosha@ukr.net²</i> <i>Практичні / Семінарські: к.т.н., доцент, Торопов Антон Валерійович,, тел. 066-736-54-53, email: toropovtosha@ukr.net</i>
Розміщення курсу	

¹ В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану. Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

² Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

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

Дисципліна знайомить студентів з програмним забезпечення та засобами побудови електромеханічних систем змінного струму методами, які базуються на теорії електроприводу та принципах побудови систем керування електроприводами..

Метою вивчення дисципліни є ознайомлення зі станом та перспективами розвитку сучасних комп'ютерних систем проектування електромеханічних систем з використанням баз сучасних перетворювальних пристроїв провідних виробників електроприводу. Велика увага приділяється особливостям реалізації процедури проектування з використанням програмного забезпечення Drive Solution Designer (CAE-системи) німецького виробництва.

Предметом навчальної дисципліни є системи інжинірингового проектування електромеханічних систем і електротехнічних комплексів.

Результатом вивчення навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:

- визначити тип руху згідно з класифікації електроприводів змінного струму;
- визначити основні та додаткові параметри вибору двигуна, перетворювача, редуктора;
- вибирати тип керування напругою та струму при пуску асинхронних двигунів.
- проектування електротехнічних комплексів з пристроями плавного пуску;
- проектування електротехнічних комплексів з сервоперетворювачами.

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

Навчальна дисципліна «Системи автоматизованого проектування електротехнічних комплексів» викладається на основі знань та умінь, одержаних студентами під час вивчення кредитних модулів таких дисциплін як «Фізика», "Математика", «Теорія електроприводу», «Теоретична механіка», «Електричні машини», тощо.

Знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля «Системи автоматизованого проектування електротехнічних комплексів», є необхідними для кожного фахівця даної спеціальності, які вирішують інженерні завдання у сфері автоматизації електротехніки та мехатроніки.

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Системи автоматизованого проектування електротехнічних комплексів» складається з 5 розділів:

- **Розділ 1. CAE- системи задач електроприводу.**

Тема 1.1. Загальні поняття систем автоматизованого проектування.

Тема 1.2. Проектування електроприводів насосів і вентиляторів.

- **Розділ 2. Проектування електроприводів вертикального підйому:**

Тема 2.1. Відмінності між системами з противагою та без противаги з точки зору режимів роботи електроприводу.

Тема 2.2. Проектування системи підйомної установки зі стабілізацією кутової або лінійної швидкості.

Тема 2.3. Тахограма рухів підйомних механізмів.

- **Розділ 3. Вибір параметрів елементів системи електроприводу**

Тема 3.1. Вибір типу двигуна, редуктора, перетворювача частоти.

Тема 3.2. Модулі безпеки перетворювачів частоти.

- **Розділ 4. Вибір додаткових елементів системи електроприводу**

Тема 4.1. Вибір пристроїв гальмування, фільтруючих пристроїв.

Тема 4.2. Функціональні можливості інкрементальних та абсолютних енкодерів.

- **Розділ 5. Проектування систем електроприводу із пристроями плавного пуску**

Тема 5.1. Способи пуску асинхронних двигунів.

Тема 5.2. Способи гальмування асинхронних двигунів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами. Учебное пособие для вузов. Л.: Энергоиздат, 1982. - 392 с., ил.
2. Бобылев Ю. Устройства плавного пуска и торможения двигателей электроустановок: грамотное использование. Методические указания. РФ. 2006, - 11 с.
3. Drive Solutions Mechatronics for production and logistics. Edited by E. Kiel. –Berlin: Springer Verlag, 2008. – 542 p.
4. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М.: Горячая линия – Телеком 2009, 608с.

Допоміжна література:

5. Микитченко А.Я. Сборник задач по теории электропривода. Оренбург, 2001. - 43 с.
6. Ковчин С.А., Сабинин Ю.А. Теория электропривода. Учебник для вузов. - СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отд-ние, 2000. - 496 с.

Інформаційні ресурси

<http://sdw.weg.net/> – Веб-сайт програмного забезпечення з вибору пристроїв плавного пуску

<https://productfinder.lenze.com/> – Веб-сайт програмного забезпечення з вибору перетворювачів частоти

<http://www.wattdrive.com/en/> - Веб-сайт програмного забезпечення з вибору редукторів

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

<i>Тиждень</i>	<i>Зміст навчальної роботи</i>	<i>Рекомендований час СРС</i>
1	Лекція 1. Загальні поняття систем автоматизованого проектування. Практичне заняття 1. Розрахунок пристрою плавного пуску з двома регульованими фазами для запуску насосу..	2 2
2	Лекція 2. Розповсюджені системи електроприводу муніципальних та гірничо-видобувних підприємств.	
3	Лекція 3. Проектування електроприводів насосів і вентиляторів. Практичне заняття 2. Розрахунок пристрою плавного пуску з двома регульованими фазами для запуску вентилятора.	2
4	Лекція 4. Проектування системи підйомної установки зі стабілізацією кутової швидкості.	
5	Лекція 5. Проектування системи підйомної установки зі стабілізацією лінійної швидкості. Практичне заняття 3. Розрахунок пристрою плавного пуску з трьома регульованими фазами для запуску насосу.	2 2
6	Лекція 6. Вибір параметрів елементів системи електроприводу.	2
7	Лекція 7. Вибір типу встановлення перетворювачів частоти, залежно від умов експлуатації. Практичне заняття 4. Розрахунок пристрою плавного пуску з трьома регульованими фазами для запуску вентилятора.	2 2
8	Лекція 8. Датчики зворотного зв'язку за швидкістю.	2
9	Лекція 9. Датчики зворотного зв'язку за швидкістю з інтерфейсом Hyperface. Модульна контрольна робота 1. Практичне заняття 5. Розрахунок серводвигуна для обертового столу.	1 2
10	Лекція 10. Датчики зворотного зв'язку за швидкістю з інтерфейсом SSI.	2
11	Лекція 11. Датчики зворотного зв'язку за швидкістю з загальнопромисловими інтерфейсами. Практичне заняття 6. Розрахунок серводвигуна для токарного верстату.	2 2
12	Лекція 12. Проектування системи електроприводу для горизонтального переміщення.	2

13	Лекція 13. Вибір структури електроприводу переміщення теліжки. Практичне заняття 7. Вибір електропривода для обертового столу з точним позиціонуванням.	2 2
14	Лекція 14. Вибір структури електроприводу переміщення сипучих вантажів.	2
15	Лекція 15. Способи пуску асинхронних двигунів від пристроїв плавного пуску Практичне заняття 8. Вибір електропривода для обертового столу з точним позиціонуванням.	2 2
16	Лекція 16. Способи гальмування асинхронних двигунів від пристроїв плавного пуску.	2
17	Лекція 17. Реверс та робота із пониженою швидкістю асинхронних двигунів від пристроїв плавного пуску. Практичне заняття 9. Вибір електромеханічної системи для спірального компресора.	2 2
18	Лекція 18. Формування звіту та пропозиції відповідно електронних баз даних як результат використання САЕ. Модульна контрольна робота 1.	1 1

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	<u>Тема 1.1.</u> Класифікація систем електроприводу за призначенням.. Література: [1,2]	6
2	<u>Тема 1.2.</u> Особливості використання програмного забезпечення Drive Solution Designer. Література: [1,2]	10
3	<u>Тема 2.1.</u> Аналіз отриманого рішення для кінцевого споживача. Заходи зменшення впливу викидів енергії рекуперації при роботі насосних систем.. Література: [2-3]	6
4	<u>Тема 2.2.</u> Проектування системи підйомної установки зі стабілізацією кутової швидкості. Література: [4]	6
5	<u>Тема 2.3.</u> Вибір системи електроприводу та типу датчика зворотного зв'язку. Література: [4-5]	10
8	<u>Тема 3.1.</u> Вибір додаткових опцій для конічних та циліндричних редукторів. Література: [1]	6
9	<u>Тема 3.2.</u> Вибір перетворювача частоти, в залежності від схеми автоматизації. Література: [4]	6
10	<u>Тема 4.1.</u> Вибір гальмівних резисторів та модулів рекуперації. Література: [4,5]	8
11	<u>Тема 4.2.</u> Вибір датчиків зворотного зв'язку за швидкістю залежно від розрядності входу перетворювача. Література: [4,5]	6
12	<u>Тема 4.1.</u> Вибір фільтруючих пристроїв. Література: [3-5]	8
13	<u>Тема 5.1.</u> Датчики положення з CAN-інтерфейсом.. Література: [3-5]	6
14	<u>Тема 5.2.</u> Фізична реалізація та принцип передачі даних в датчиків положення з CAN-інтерфейсом.. Література: [3-5]	6

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни «Системи автоматизованого проектування електротехнічних комплексів» заснована на політиці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

КПІ ім. Ігоря Сікорського є вільним і автономним центром освіти, що покликаний давати адекватні відповіді на виклики сучасності, плекати й оберігати духовну свободу людини, що робить її спроможною діяти згідно з власним сумлінням; її громадянську свободу, яка є основою формування суспільно відповідальної особистості, та академічну свободу і добросовісність, що є головними рушійними чинниками наукового поступу. Внутрішня атмосфера Університету будується на засадах відкритості, прозорості, гостинності, повазі до особистості.

Вивчення навчальної дисципліни «Системи автоматизованого проектування електротехнічних комплексів» потребує: підготовки до практичних занять; виконання індивідуального завдання згідно з навчальним планом; опрацювання рекомендованої основної та додаткової літератури.

Підготовка та участь у практичних заняттях передбачає: ознайомлення з програмою навчальної дисципліни та планами практичних занять; вивчення теоретичного матеріалу; виконання завдань, запропонованих для самостійного опрацювання.

Результатом підготовки до заняття має бути здобуття вмінь та навичок роботи з системами цифрової обробки даних. Відповідь здобувача повинна демонструвати ознаки самостійності виконання поставлених завдань, відсутність ознак повторюваності та плагіату.

Присутність здобувачів вищої освіти на практичних заняттях є обов'язковою. Пропущені з поважних причин заняття мають бути відпрацьовані.

Здобувач вищої освіти повинен дотримувати навчально-академічної етики та графіка навчального процесу; бути зваженим, уважним.

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

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 60 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- роботу на практичних заняттях (9 занять);
- виконання розрахункової роботи;
- написання двох модульних контрольних робіт.

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Виконання практичних робіт:

- бездоганна робота – 2 бали;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 1 бал;
- відсутність на занятті без поважних причин – штрафний –2 бали.

2.2. Виконання розрахункової роботи:

- творча робота –32 бали;
- роботу виконано з незначними недоліками – 29-31 бал;
- роботу виконано з певними помилками – 25-28 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

2.3. Виконання модульної контрольної роботи:

- бездоганна робота – 6 балів;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 3-5 балів;
- відсутність на занятті без поважних причин – штрафні –2 бали.

За кожний тиждень запізнення з поданням розрахункової роботи на перевірку нараховується штрафний –1 бал (усього не менше –5 балів).

3. Умовою першої атестації є отримання не менше 10 балів та виконання всіх практичних робіт (на час атестації). Умовою другої атестації – отримання не менше 50% можливих балів, від поточного рейтингу.

4. Умовою допуску до заліку є зарахування всіх практичних робіт, розрахункової роботи та стартовий рейтинг не менше 60 балів.

5. На заліку студенти виконують тестове завдання. Перелік запитань наведений у Рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Тестове завдання оцінюється у 40 балів за такими критеріями:

– «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 35-40 балів;

– «дуже добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 30-34 балів;

– «добре», достатньо повна відповідь, не менше 65% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 25-29 балів;

– «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 22-24 балів;

– «достатньо», неповна відповідь, менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 20-21 балів;

– «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

6. Сума стартових балів та балів за тестове завдання на заліку переводиться до кінцевої оцінки згідно з таблицею:

Метод оцінювання	Кількість	Мінімальна оцінка в балах	Максимальна оцінка в балах
<i>Практичні роботи</i>	2	9	18
<i>Модульна контрольна робота</i>	2	6	10
<i>Розрахункова робота</i>	1	25	32
<i>Стартовий рейтинг</i>	1	40	60
<i>Залік</i>	1	20	40
<i>Підсумковий рейтинг</i>	залік	60	100

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендації щодо виконання індивідуального семестрового завдання

Вивчення кредитного модуля «Системи автоматизованого проектування електротехнічних комплексів» передбачає виконання студентами розрахунково-графічної роботи.

ЗАВДАННЯ НА РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНУ РОБОТУ

Здійснити вибір пристрою плавного пуску від компанії WEG за допомогою WEB-ресурсу <http://sdw.weg.net/>

При цьому згідно з варіантом для пристрою плавного пуску здійснити вибір виконавчого механізму, кількості вмикань та потужність двигуна.

Зміст розрахунково - графічної роботи.

1. Завдання.
2. Процедура вибору пристрій плавного пуску.
3. Результати вибору.
4. Висновки по роботі.

Питання для заліку з навчальної дисципліни «Системи автоматизованого проектування електротехнічних комплексів».

1. Основні терміни і визначення САПР
2. Профілі руху, реалізовані в перетворювачах частоти.
3. HyperFACE. Схемна реалізація. Основні параметри.
4. Цілі і завдання САПР
5. Приводні задачі. Процедура пошуку нульової мітки. Електронний вал.
6. Способи пуску асинхронних двигунів при зміні напруги.
7. Види живлячих напруг для систем електроприводу
8. Конфігурація електромеханічної частини електроприводу підйомних установок. Опис основних елементів
9. Резольвер. Принцип роботи. Переваги та недоліки
10. Проектування гідравлічної системи в САПР. Основні параметри вибору
11. Пристрої та способи стопоріння вала двигуна в підйомних установках. Їх вплив на характеристики приводу
12. Способи пуску асинхронних двигунів за допомогою пристроїв плавного пуску.
13. Проектування пневматичної системи в САПР. Основні параметри вибору
14. Додаткові параметри конфігурації електродвигуна
15. Способи пуску асинхронних двигунів при зміні струму статора
16. Drive solution Designer. Основні системи електроприводу
17. Режим роботи з постійною лінійною і кутовою швидкостями. Особливості застосування
18. Інкрементальні датчики швидкості. Основні характеристики, переваги та недоліки.
19. Конфігурація електромеханічної частини електропривода турбомеханізмів. Опис основних елементів
20. Способи пуску асинхронних двигунів при зміні струму статора.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцент кафедри автоматизації управління електротехнічними комплексами, к.т.н., Торопов Антон Валерійович

Ухвалено: кафедрою АУЕК (протокол № 17 від 17.06.20 р.)

Погоджено: Методичною комісією факультету³ (протокол №8 від 23.06.20 р.)

³ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.