



Автоматизація технологічних процесів

Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма	Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна), заочна
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити / 120 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор та практичні заняття: ст. викл. Дубовик Володимир Григорович; e-mail: processor-wl@ukr.net ; тел. +380 44-204-8225 (08:00 – 16:00)
Розміщення курсу	Доступний на платформі «Сікорський». Код доступу надається викладачем на першому занятті.

Програма навчальної дисципліни

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

Системи автоматизації є невід'ємною частиною повсякденного життя сучасного суспільства. При автоматизації технологічних процесів отримання, перетворення, передача і використання енергії, матеріалів і інформації виконуються автоматично за допомогою спеціальних технічних засобів і систем управління. Автоматизація виробництва підвищує надійність і продовжує термін роботи устаткування, полегшує і оздоровляє умови праці, підвищує безпеку праці, економить затрати праці, збільшує кількість і підвищує якість продукції, прискорює процес стирання відмінностей між працею розумовою і фізичною, промисловою і сільськогосподарською.

Метою вивчення дисципліни є формування у студента теоретичних і практичних знань для розрахунку і використання окремих елементів систем автоматизації й обладнання, елементів теорії збирання та обробки технологічної інформації, формування сигналів керування для передачі їх виконавчим органам, створення універсальних, найбільш ефективних алгоритмів дослідження електротехнічних систем. Вивчення матеріалу дисципліни орієнтовано на широке застосування обчислювальної техніки.

Предмет вивчення дисципліни є автоматизація технологічних процесів. Дисципліна дає студентові знання та навички, необхідні для проектування та налагодження систем автоматичного управління, вирішення задач інтелектуального прийняття рішень у системах електротехнічного комплексу, покликана формувати у студентів системний підхід до вирішення актуальних задач прийняття певних рішень стосовно управління та керування технологічним процесом та оптимізації використання енергоресурсів.

Програмні результати навчання:

Після засвоєння навчальної дисципліни, згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗНАННЯ:

- знати призначення та можливості використання елементів систем автоматики;
- знати місце і роль елементів систем автоматики в автоматизації промислового виробництва;
- знати класифікацію елементів систем автоматики;
- знати пристрої спеціального призначення;
- знати про основні напрями в розвитку елементів систем;

УМІННЯ:

- будувати структурні схеми у просторі станів систем автоматичного керування за допомогою різних методів;
- давати аналіз та опис процесів електромеханічного перетворення енергії, вибрати заходи та засоби енергозбереження і робити їх аналіз;
- будувати системи автоматизації технологічних об'єктів та розраховувати їх елементи;
- застосовувати чисельне інтегрування при вирішенні задач математичного моделювання;
- аналізувати якісні показники і виявляти можливості систем автоматизації;
- вибрати технічні засоби для складання заданої конфігурації системи;
- підтвердити можливості розробленої системи автоматизації, її економічну ефективність та надійність.

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

Вивчення дисципліни базується на знаннях отриманих студентами фундаментальних і професійно-орієнтованих дисциплінах "Вища математика", "Теоретичні основи електротехніки", "Електричні машини", "Електричний привод".

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Поняття і класифікація систем і елементів автоматики

Тема 1.1. Сучасне промислове виробництво та автоматика

Тема 1.2. Класифікація елементів систем автоматики

Розділ 2. Електромагнітні та електромеханічні датчики

Тема 2.1. Основні методи вимірювання і вимірювальні схеми

Тема 2.2. Механоелектричні перетворювачі

Розділ 3. Електричні перетворювачі

Тема 3.1. Датчики струму і потокозчеплення

Тема 3.2. Термоелектричні і фотоелектричні датчики

Тема 3.3. Погоджувальні елементи.

Розділ 4. Виконавчі перетворювачі та вузли

Тема 4.1. Силкові перетворювачі для систем автоматики

Тема 4.2. Виконавчі двигуни для систем автоматики

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [текст] монографія/ А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай . – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.

2. Основи автоматики та автоматизації : навч. посіб. / Є. П. Пістун, І. Д. Стасюк; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів, 2014. - 333 с.

3. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування): монографія / А.П. Ладанюк, Н.А. Заєць, Л.О. Власенко – К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.

4. Автоматизація технологічних процесів, установок і комплексів-1. Елементи та пристрої автоматики: лабораторний практикум. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів», «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів»/В.Г. Дубовик, В.Г. Городецький; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,92Мбайт).–Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 80 с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського. Реєстр. № 21-22/509

Допоміжна література:

1. ДСТУ EN 50160:2014. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності.

2. Барало О.В. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Обов'язковим для вивчення є окремі розділи базової літератури [1]-[4]. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, а також зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни наводиться нижче, в методиці опанування навчальної дисципліни. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Застосовуються стратегії активного навчання, які визначаються такими методами та технологіями: методи проблемного навчання (дослідницький метод); особистісно-орієнтовані технології, засновані на таких формах і методах навчання як візуалізація та інформаційно-комунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять. Викладання проводиться у формі лекцій, практичних та лабораторних занять.

Тиждень	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу)
1	Лекція 1. Сучасне промислове виробництво та автоматика. Література: [1]
2	Лекція 2. Основні відомості про перетворювачі фізичних величин. Література: [1]
3	Лекція 3. Класифікація елементів систем автоматики. Література: [1]
4	Лекція 4. Переробка технологічної інформації. Отримання інформації про технологічний процес. Вид и форма сигналів. Захист інформації від перешкод. Література: [2]
5	Лекція 5. Основні методи вимірювання і вимірювальні схеми. Література: [2]

6	Лекція 6. Резистивні датчики. Дротяні тензорезистори. Напівпровідникові тензоперетворювачі. Дротяні терморезистори. Література: [2]
7	Лекція 7. Напівпровідникові термодатчики. Механоелектричні перетворювачі. Вихідні характеристики і погрішності тахогенераторів. Література: [3]
8	Лекція 8. Передавальні функції тахогенераторів. Фотоімпульсні вимірники частоти обертання. Основні схемні рішення, що вирішує здатність, точність. Диференціючі датчики частоти обертання. Література: [3]. Модульна контрольна робота 1
9	Лекція 9. Датчики струму і поточкозчеплення. Типи електричних датчиків. Література: [3]
10	Лекція 10. Контактні датчики з дискретним вихідним сигналом. Характеристики лінійного датчика потенціометра. Література: [4]
11	Лекція 11. Реверсивні датчики потенціометрів. Термоелектричні і фотоелектричні датчики. Література: [4]
12	Лекція 12. Струнні датчики. Призначення і принцип дії. Будова струнних датчиків. Література: [4]
13	Лекція 13. Погоджувальні елементи. Фазові детектори, особливості побудови і застосування в стежачих системах електроприводу. Література: [5]
14	Лекція 14. Призначення контакторів і магнітних пускачів. Пристрій і особливості контакторів. Конструкції контакторів. Магнітні пускачі. Автоматичні вимикачі. Література: [5]. Модульна контрольна робота 2
15	Лекція 15. Силкові перетворювачі для систем автоматики. П'єзоелектричний ефект. Принцип дії і конструкція п'єзоелектричних перетворювачів. Література: [5]
16	Лекція 16. Операційні підсилювачі. Основні властивості. Позитивна і негативна зворотні зв'язки. Диференціальний підсилювач, генератори. Основні схемні рішення, властивості. Датчики ємності. Література: [6]
17	Лекція 17. Стабілізатори напруги. Імпульсні джерела живлення. Виконавчі двигуни для систем автоматики. Література: [6]
18	Лекція 18. Типи спеціальних реле. Магнітоелектричні реле. Електродинамічні реле. Індукційні реле. Реле часу. Електротермічні реле. Магнітоуправляючі контакти. Література: [6]

Практичні заняття

Практичні заняття з дисципліни проводяться викладачем згідно навчального плану. Основною ціллю практичних занять є закріплення теоретичних положень дисципліни “Автоматизація технологічних процесів” і набуття умінь їх практичного застосування шляхом виконання певних відповідно сформульованих завдань.

№ з/п	Завдання, які виносяться на практичні заняття
Практичне заняття 1	Основні відомості про перетворювачі фізичних величин
Практичне заняття 2	Переробка технологічної інформації. Отримання інформації про технологічний процес. Вид и форма сигналів. Захист інформації від перешкод
Практичне заняття 3	Резистивні датчики. Дротяні тензорезистори. Напівпровідникові тензоперетворювачі. Дротяні терморезистори. Напівпровідникові термодатчики..
Практичне заняття 4	Передавальні функції тахогенераторів. Фотоімпульсні вимірники частоти обертання. Основні схемні рішення, що вирішують здатність, точність

Практичне заняття 5	Типи електричних датчиків. Контактні датчики з дискретним вихідним сигналом. Конструкції датчиків. Характеристики лінійного датчика потенціометра
Практичне заняття 6	Струнні датчики. Призначення і принцип дії. Пристрій струнних датчиків.
Практичне заняття 7	Фазові детектори. Особливості побудови і застосування в стежачи системах електроприводу. Призначення контакторів і магнітних пускачів.
Практичне заняття 8	Принцип дії і конструкція п'єзоелектричних перетворювачів. Операційні підсилювачі. Основні властивості. Позитивна і негативна зворотні зв'язки.
Практичне заняття 9	Стабілізатори напруги. Імпульсні джерела живлення. Типи спеціальних реле. Магнітоелектричні реле. Залік

Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

Перелік лабораторних робіт:

Лабораторна робота 1 (№1). Методика виявлення несправних елементів перетворювача частоти.

Лабораторна робота 2 (№8). Тиристорні елементи.

Лабораторна робота 3 (№9). Дослідження режимів імпульсного джерела живлення.

Лабораторна робота 4 (№11). Елементи вводу-виводу.

Лабораторна робота 5 (№12). IGBT модулі.

Лабораторна робота 6 (№13). Інтелектуальні силові модулі.

Лабораторна робота 7 (№14). Транзисторні елементи.

Лабораторна робота 8 (№6). Дослідження системи регулювання температури.

Лабораторна робота 9 (№16). Дослідження давачів температури систем автоматизації.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента передбачає:

підготовку до аудиторних занять – 40 год;

підготовку до модульної контрольної роботи – 2 год;

підготовку до заліку – 6 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни «Автоматизація технологічних процесів» заснована на корпоративній 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 доброчесність, що є головними рушійними чинниками наукового поступу. Внутрішня атмосфера Університету будується на засадах відкритості, прозорості, гостинності, повазі до особистості.

Вивчення навчальної дисципліни «Автоматизація технологічних процесів» потребує: підготовки до практичних занять; підготовки до лабораторних занять; виконання індивідуального завдання згідно з навчальним планом; опрацювання рекомендованої основної та додаткової літератури.

На момент проведення кожного заняття, як лекційного, так і практичного, у студента на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток Zoom (у випадку дистанційного навчання), а також відкрито курс «Автоматизація технологічних процесів» на платформі

«Сікорський» (код доступу до курсу надається на першому занятті згідно з розкладом). Силабус; лекційний матеріал; завдання до кожного практичного заняття; варіанти модульної контрольної роботи; тести, які потрібно виконати за лекціями; методичні рекомендації до виконання практичних робіт та розрахунково-графічної роботи; варіанти залікової контрольної роботи розміщено на платформі «Сікорський» та у системі «Електронний Кампус КПІ».

Під час проходження курсу «Автоматизація технологічних процесів» студенти зобов'язані дотримуватись загальних моральних принципів та правил етичної поведінки, зазначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Дедлайни виконання кожного завдання зазначено у курсі «Автоматизація технологічних процесів» на платформі «Сікорський».

Усі без виключення студенти зобов'язані дотримуватись вимог Положення про систему запобігання академічному плагиату в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

За участь у Всеукраїнській олімпіаді (конкурсі наукових робіт) студенту нараховується 5 (I тур) або 10 (II тур) балів. За написання статті та її публікацію студенту нараховується 10 балів (видання, що входить до Scopus або WebofScience) або 6 балів (фахове видання України). За публікацію тез доповіді на науковій конференції – 3 бали. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

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

Поточний контроль: завдання в рамках практичного заняття (9 практичних занять × 5 балів = 45 балів), МКР (проводиться безпосередньо на практичному занятті, у присутності викладача, 10 балів), 9 лабораторних занять (9×5=45 балів). МКР виконується у вигляді тесту. Тест студент виконує безпосередньо на лекційному занятті, за 5-10 хвилин до його закінчення. По закінченню заняття тест закривається і не підлягає переписуванню або виконанню дома. Тест містить десять запитань і декілька відповідей до кожного з них, одна з яких вірна. Кожна правильна відповідь оцінюється в 1 бал.

Завдання в рамках практичного заняття оцінюються в 5 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 5 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 4 бали;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 3-2 бали;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Завдання в рамках лабораторного заняття оцінюються в 5 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 5 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 4 бали;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 3-2 бали;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Вимоги до написання практичних та лабораторних надаються у вигляді методичних рекомендацій і розміщуються на платформі «Сікорський» та у системі «Електронний Кампус КПІ».

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів

є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

Семестровий контроль: залік. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані практичні, МКР і лабораторних.

Студенти, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Якщо сума балів менша за 60, але виконані і зараховані практичні, МКР і лабораторних, студент виконує залікову роботу. У цьому разі сума балів за практичні, МКР і лабораторні та за залікову роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Студент, який у семестрі отримав більше 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може взяти участь у екзаменаційній роботі. У цьому разі остаточний результат складається із балів, що отримані на екзаменаційній роботі, та балів за практичні, МКР та лабораторні.

Залікова робота оцінюється у 60 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з двох теоретичних запитань з переліку, що наданий у додатку до силабусу, та задачі.

Кожне запитання та задача оцінюються в 20 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 20 – 17 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 16 – 13 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 12 – 9 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Для заочної форми навчання

Поточний контроль: МКР (10 балів), (2 практичні+2 лабораторні=30балів). Структура МКР та практичних з лабораторними вимоги до них та критерії оцінювання аналогічні як і для очної форми навчання і наведені вище.

Семестровий контроль: залік. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані МКР та практичних з лабораторними.

Студенти, які виконали умови допуску до заліку, виконують залікову роботу. Сума балів за МКР, практичні та лабораторну та за екзаменаційну роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Залікова робота оцінюється у 60 балів, як і для очної форми навчання. Критерії оцінювання наведено вище.

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)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у додатку до силабусу. Здобувач вищої освіти має можливість пройти онлайн курс(и) за однією або декількома темами, передбаченими робочою програмою навчальної дисципліни. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно або за рекомендацією викладача. Одна година прослуханого курсу оцінюється у 0,83 бали. Максимальна кількість годин, яка може бути зарахована за результа-

тами неформальної освіти, становить 12 год, відповідно максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів.

Робочу програму навчальної дисципліни (сіллабус):

Складено: ст. викладач Дубовик Володимир Григорович

Ухвалено на засіданні кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів (протокол № 23 від 14 червня 2022 р.)

Погоджено методичною комісією НН ІЕЕ (протокол № 12 від 24 червня 2022 р.)

Додаток до силабусу освітнього компонента курсу

“Автоматизація технологічних процесів”

Перелік завдань, що виносяться на семестровий контроль

1. Поняття і класифікація систем і елементів автоматики.
2. Сучасне промислове виробництво та автоматика.
3. Інформаційна і енергетична підсистеми. Види сигналів в системах автоматики.
4. Вплив елементної бази на розвиток автоматизації. Характеристики та параметри елементів автоматики.
5. Основні відомості про перетворювачі фізичних величин.
6. Класифікація елементів систем автоматики
7. Склад систем автоматики. Фізичні основи роботи електромеханічних і магнітних елементів.
8. Статичні, динамічні характеристики. Зворотний зв'язок в системах автоматики.
9. Отримання інформації про технологічний процес. Вид и форма сигналів. Захист інформації від перешкод.
10. Електромагнітні та електромеханічні датчики.
11. Основні методи вимірювання і вимірювальні схеми
12. Електричні вимірювання неелектричних величин.
13. Мостова вимірювальна схема постійного, змінного струму. Чутливість мостової схеми.
14. Диференціальні, компенсаційні вимірювальні схеми.
15. Первинні перетворювачі з неелектричним вихідним сигналом.
16. Індуктивні вимірювальні перетворювачі.
17. Резистивні датчики. Дротяні тензорезистори. Напівпровідникові тензоперетворювачі.
18. Дротяні терморезистори. Напівпровідникові термодатчики.
19. Механоелектричні перетворювачі.
20. Аналогові датчики швидкості: тахогенератори змінного і постійного струму, тахометричний міст.
21. Передавальні функції. Аналогові датчики переміщення. Імпульсні датчики швидкості і переміщення.
22. Цифрові тахометри першого і другого роду. Метод прямої і зворотної функції при вимірюванні швидкості.
23. Кодові датчики переміщення. Конструкція датчиків і особливості вибору.
24. Датчики сили і прискорення: тензометричні, пьезокерамичні, електретні.
25. Датчики температури і витрати.
26. Вихідні, передавальні характеристики і похибки тахогенераторів.
27. Фотоімпульсні вимірники частоти обертання. Основні схемні рішення, що вирішують здатність, точність.
28. Диференціючі датчики частоти обертання.
29. Електричні перетворювачі.
30. Датчики струму і поточозчеплення.
31. Основні методи вимірювання струму і поточозчеплення в силових ланцюгах і пристроях.
32. Схеми з перетворенням сигналу. Датчики струму на базі магнітодіодів.
33. Трансформатори струму і датчики на їх базі.
34. Перетворювачі Холу. Вимірювальні резистори.
35. Контактні датчики з дискретним вихідним сигналом.
36. Характеристики лінійного датчика потенціометра.
37. Реверсивні, функціональні датчики потенціометрів.
38. Термоелектричні і фотоелектричні датчики. Принцип дії.

39. Вимірювання температури за допомогою термопар. Матеріали термопар
40. Призначення і типи фотоелектричних датчиків. Приймачі випромінювання фотоелектричних датчиків. Застосування фотоелектричних датчиків.
41. Цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП). Принципи побудови, характеристика вхід-вихід, реалізації і особливості вибору.
42. Аналогово-цифрові перетворювачі (АЦП). АЦП послідовного рахунку, порозрядного урівноваження і паралельного прочитування. Приклади реалізації, особливості вибору, погрішності перетворення.
43. Фазові детектори. Особливості побудови і застосування в стежачих системах електроприводу.
44. Призначення контакторів і магнітних пускачів. Будова і особливості контакторів і магнітних пускачів.
45. Керовані перетворювачі змінного струму в постійний. Широтно-імпульсні перетворювачі.
46. Перетворювачі частоти. Перетворювачі змінного струму для АД.
47. Принцип дії і конструкція п'єзоелектричних перетворювачів.
48. Операційні підсилювачі. Основні властивості. Позитивна і негативна зворотні зв'язки.
49. Виконавчий двигун постійного струму.
50. Однофазні і двофазні виконавчі двигуни змінного струму. Особливості включення.
51. Крокові двигуни. Математична модель крокового двигуна. Механічні моделі, умови статичної і динамічної стійкості, частота приємності.
52. Вентильні і вентильно-індукторні двигуни. Область застосування. Типові схеми управління.
53. Стабілізатори напруги. Імпульсні джерела живлення.
54. Типи спеціальних реле. Магнітоелектричні реле. Електродинамічні реле. Індукційні реле. Реле часу. Електротермічні реле. Магнітоуправляючі контакти.
55. Реалізація силових ключів на основі IGBT і біполярних транзисторів.
56. Реалізація силових ключів на основі некерованих тиристорів.
57. Реалізація і режими некерованих і керованих випрямлячів.
58. Вибір і розрахунок механоелектричних перетворювачів для систем автоматики.
59. Тахометричний міст, як датчик частоти обертання.
60. Операційні підсилювачі (основні типи, схеми включення).