

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
Факультет електроенерготехніки та автоматики
Кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Декан факультету
електроенерготехніки
та автоматики

_____ О.С.Яндульський

“ ____ ” _____ 2013 р.

**ПРОГРАМА
КОМПЛЕКСНОГО ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ НА ОСВІТНЬО-
ПРОФЕСІЙНІ ПРОГРАМАМИ ПІДГОТОВКИ СПЕЦІАЛІСТІВ ТА
МАГІСТРІВ**

для напрямку підготовки 6.050702-“Електромеханіка”
спеціальності 7.05070204, 8.05070204-“Електромеханічні системи автоматизації
та електропривод”

Програму рекомендовано
кафедрою автоматизації
електромеханічних систем та
електроприводу.

Протокол № ____ від _____ 2013 р.
Завідувач кафедри АЕМ-ЕП
_____ С.М. Пересада

I. ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Загальні відомості про розвиток теорії автоматичного керування (ТАК) та її значення. Головні поняття та терміни. Види пристроїв автоматизації. Л.1,с. 3-10.

Розділ 1. Системи автоматичного керування (САК), їх елементи та характеристики

Класифікація САК за інформативним принципом. Особливості звичайних САК. Л.1., с.11-17; Л.2./ 1,с. 5-31.

Функціональні та структурні схеми САК та їх елементи. Головні характеристики елементів. Л.1.,с. 31-34; Л.2./1.С. 13-16.

Кібернетичні САК: самонастроювальні та ігрові. Екстремальні САК. Методи пошуку екстремуму. Л.1.,с. 17-22; Л.2./1,с. 16-22.

Зворотні зв'язки, їх види, особливості, характеристики. Л.1.,с. 34-38; Л.2/1,с. 31-33.

САК прямої та непрямої дії, статичні та астатичні, одно- та багатоконтурні. Л.1., с.22-25, Л.2/1, с. 30-32.

Імпульсні та релейні; їх характеристики та особливості. Системи із змінною структурою. Л.1.,с.25-30, Л.2/1, с. 22-31.

Розділ 2. Статика та динаміка ланок та систем автоматичного керування

Статика САК. Статичні характеристики ланок при різних способах з'єднання. Л.1.,с.39-45,Л.2/1,с. 13-18.

Вплив зворотних зв'язків. Статична похибка при комбінованому керуванні. Л.1., с.46-48, Л.2/1, с.179-180.

Приклади складання рівнянь статички електромеханічних елементів. Л.1.с.48-49, Л.2/1, с. 33-40.

Форми запису рівнянь динаміки ланок. Коефіцієнт самовирівнювання та його вплив. Лінеаризація нелінійних залежностей. Л.1.,с.49-56, Л.2/1, с. 35-40.

Елементарні динамічні ланки САК та їх частотні характеристики. Л.1.,с.57-59, Л.2/1, с.60-64. Приклади складання рівнянь. Л.1.,с.64-71, Л.2/1, с. 52-62.

Мінімально та немінимально фазові ланки. Л. 1., с.72-80, 83-84, Л.2/1, с. 40-45.

Рівняння САК розімкненої та замкненої системи стабілізації. Передаточні функції та частотні характеристики систем. Л.1., с.95-106, Л.2/1, с. 42-49.

Рівняння та передаточні функції слідкуючих та програмних САК. Багатовимірні системи та метод змінних стану. Л.1., с.107-116, 126-139, Л.2/1, с. 94-100.

Перетворення складних структурних схем САК за допомогою передаточних функцій. Перетворення структурних схем з перехресними

зворотними зв'язками. Правила переносу вузлів та суматорів. Поняття про графи. Л.1., с.16-120, Л.2/1, с. 64-84.

Стійкість лінійних САК. Теорема Ляпунова та аналіз стійкості за виглядом коренів характеристичного рівняння замкненої системи. Критичні значення параметрів та межа стійкості. Л.1., с.140-146, Л.2/1, с. 114-121.

Алгебраїчні критерії стійкості та їх використання. Критерії Рауса-Гурвиця, Лъєнара-Шіпара, Вишнеградського. Л.1., с.146-155, Л.2/1, с. 128-136.

Частотні критерії Михайлова. Перше та друге формулювання. Метод Д-розбиття. Л.1., с.155-170, Л.2/1, с. 137-147, 155-166.

Аналіз стійкості замкнених систем за характеристиками розімкнених систем. Критерій Михайлова - Найквіста. Л.1.с 171-179, Л.2/1, с. 137-152.

Аналіз стійкості замкнених систем на основі амплітудно- та фазочастотних характеристик розімкнених систем. Запас стійкості за модулем та фазою. Л.1.,с.181-186, Л.2/1, с.

Логарифмічні частотні характеристики ланок та систем та їх використання при дослідженнях динаміки. Л.1.,с.81-92, Л.2/1, с. 153-155.

Аналіз впливу параметрів системи за допомогою різних критеріїв. Знаходження критичних значень та запасу стійкості. Л.1., с.46-186, Л.2/1, с. 122-155.

Структурно-нестійкі системи та коректуючі ланки. Паралельні та послідовні коректуючі ланки. Л.1., с.186-182, Л.2/1, с. 236-240.

Якість САК та її аналіз за коренями характеристичного рівняння замкненої системи. Л.1., с. 193-203, Л.2/1, с. 179-182,189-203.

Розширена діаграма Вишнеградського та аналіз якості за найменшим коренем. Л.1., с.202-207, Л.2/1, с. 194-200.

Інтегральні критерії якості САК. Л.1., с.210-214, Л.2/1, с. 204-210.

Типові збурення при аналізі якості САК. Загальна методика використання методу Солодовнікова для аналізу якості. Л.1., с.215-219, Л.2/1, с. 179-180, 185.

Типові трапеції та трикутники, методика їх використання. Використання таблиць h-функцій для побудови перехідної характеристики системи. Чутливість САК. Л.1., с.219-227, Л.2/1, с. 187, 214-220.

Точність лінійних САК. Причини виникнення похибок. Визначення статичних та динамічних похибок. Метод коефіцієнтів похибок. Л.1., с.228-233, Л.2/1, с. 180-182.

Замикання системи та введення астатизму. Л.1., с.234-242, Л.2/1, с. 250-260.

Структурна стійкість та точність систем автоматичного керування. Ізодромні інтегруючі ланки. Керування за похідними. Л.1., с.242-248, Л.2/1, с. 250-260.

Закони керування та типові регулятори. Комбіновані закони керування. Якість керування в системах із змінною структурою. Л.1., с.251-259, Л.2/1, с. 264-268.

Основи теорії та головні форми інваріантності. Л.1.,с.248-251.

Керованість, спостерігаємість та модальне керування. Л.1.,с.287-292.

Розділ 3. Синтез корегуючих пристроїв та нелінійні САК

Синтез послідовних корегуючих пристроїв за допомогою ЛАХ. Побудова ЛАХ вихідної системи. Формування бажаної ЛАХ, виходячи з вимог до якості перехідного процесу. Приклад - синтез регулятора до об'єкту, керування, що містить подвійний інтегратор та аперіодичну ланку. Л.1.,с.265-274.

Визначення нелінійної САК. Диференційні рівняння нелінійних САК та їх структурні схеми. Статичні і динамічні нелінійності. Характеристики головних нелінійних ланок. Л.1.,с.311-322.

Метод фазового простору. Поняття зображуючої точки, фазової траєкторії та фазового простору. Фазова швидкість. Л.1.,с.322-327.

Фазові траєкторії на площині. Основні види фазових траєкторій для лінійної системи на фазовій площині. Класифікація фазових траєкторій за типом особових точок. Л.1.,с.322-327.

Фазові портрети нелінійних САК. Фазова траєкторія нелінійних систем на фазовій площині: стійка, гранична, циклічна; нестійка, гранична, циклічна. Л.1.,с.326-327.

Дослідження динаміки нелінійних САК на фазовій площині. Дослідження динаміки перехідних процесів в релейних системах методом фазової площини (для двопозиційної та трипозиційної релейної характеристики нелінійної ланки). Лінії переключення. Л.1.,с.327-333.

Дослідження стійкості нелінійних систем точними методами. Прямий метод Ляпунова. Другий метод Ляпунова. Функція Ляпунова та її основні властивості. Повна похідна за часом функції Ляпунова. Рівняння в частинних похідних. Л.1.,с.333-336.

Дослідження стійкості методом функцій Ляпунова. Теорема Ляпунова про стійкість нелінійних систем. Приклад. Поняття про метод Ляпунова - Лур'є. Л.1.,с.333-336.

Дослідження абсолютної стійкості нелінійних САК. Частотний критерій абсолютної стійкості нелінійних САК - метод В.М.Попова. Загальні поняття та формулювання критерію В.М.Попова, приклади. Л.1., с.336-342.

Наближені методи дослідження нелінійних САК. Метод гармонійної лінеаризації. Основна ідея методу гармонійної лінеаризації. Гіпотеза фільтру. Одержання формули гармонійної лінеаризації нелінійної ланки. Л.1.,с.344-349.

Обчислення коефіцієнтів гармонійної лінеаризації. Визначення коефіцієнтів гармонійної лінеаризації основних нелінійних ланок - однозначних та гістерезисних. їх фізичний зміст. Л.1.,с.349-350.

Алгебраїчний метод визначення автоколивань на основі критерію Михайлова - метод Є.П.Попова. Критерій стійкості автоколивань. Приклади розрахунку параметрів автоколивань. Л.1.,с.358-361.

Частотний метод визначення періодичних режимів на основі критерію Найквіста - метод Гольдфарба Л.С. Критерій стійкості автоколивань. Приклади. Л.1., с.353-358.

Розділ 4. Дискретні САК

Дискретні САК та їх основні особливості. Визначення дискретної САК. Структурна схема цифрової САК та перетворення інформації в ній. Типи квантування. Л.1.,с.406-407.

Імпульсні системи та їх класифікація. Типи модуляції: АІМ, ШІМ, ВІМ. Л.1.,с.407-410.

Математичний апарат дослідження імпульсних САК. Різнісні рівняння. Визначення гратчастої функції. Різнісні рівняння та методи їх вирішення. Запис різнісних рівнянь в операторній формі. Л.1.,с.410-414.

Стійкість рішень різнісних рівнянь. Кореневий критерій стійкості. Дискретні перетворення Лапласа та 2-перетворення. Л.1.,с.417-422, 433-435.

Передаючі функції імпульсних САК. Дискретна передаюча функція. Одержання передаючої функції імпульсної САК. Структурна схема імпульсної САК. Визначення передаючої функції фіксатора нульового порядку. Л.1.,с.410-412, 422-427.

Розрахунок імпульсних передаючих функцій. Приклади. Одержання імпульсної передаючої функції для розімкненого кола - квантувач, фіксатор нульового порядку та аперіодична ланка. Наближений засіб одержання дискретної передаючої функції $Z = e^{pT_0}$. Л.1.,с.424-425.

Частотні характеристики імпульсних ланок. їх принципова відмінність від частотних характеристик неперервних ланок. Приклад. Л.1.,с.427-433.

Розрахунок періоду квантування. Теорема Котельникова - Шеннона та визначення періоду квантування в імпульсних САК. Приклад. Стійкість імпульсних САК. Л.1.,с.429.

Критерії стійкості імпульсних САК. Аналог критерію Гурвіца. Білінійне перетворення. Аналог критеріїв Михайлова та Найквіста. Приклади. Л.1., с.434-441.

Логарифмічні псевдочастотні характеристики. Поняття про псевдочастотне перетворення. Побудова псевдочастотних характеристик елементарних ланок. Л.1.,с.432, 440-442.

Синтез дискретних послідовних корегуючих пристроїв методом псевдочастотних ЛАХ для подвійної інтегруючої ланки. Л.1.,с.447-453.

Синтез цифрових регуляторів методом декомпозиції. Синтез цифрових регуляторів за допомогою псевдочастотних ЛАХ для складних динамічних об'єктів на основі методу декомпозиції. Л.1.,с.453-460.

II. ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Розвиток та види електропривода. Основні функції та координати керування електропривода. Визначення та склад електропривода згідно до стандарту. Місце електропривода в структурі електромеханічної системи. Надбання теорії електропривода та її зв'язок із дисциплінами фундаментального та професійно-орієнтованого циклів підготовки. Л.1, с. 5-18; 2, с. 5-21.

Розділ 1. Механіка електропривода

Послідовність розробки розрахункової схеми механічної частини електромеханічної системи. Кінематична схема та параметри механічної частини електромеханічної системи. Умови приведення параметрів реальної схеми до розрахункової. Правила приведення параметрів до однієї швидкості. Правила спрощення початкових розрахункових схем. Типові розрахункові схеми механічної частини. Л.1, с. 41-50; 2, с. 23-30.

Типові статичні навантаження електропривода. Склад моментів, які діють на механічну частину. Статичні моменти та моменти корисного навантаження. Механічна характеристика механізму. Види статичних моментів. Урахування втрат в елементах кінематичного ланцюга. Л.1, с. 58-59,51; 2, с. 30-36.

Послідовність складання рівнянь руху механічної частини електропривода. Загальна форма запису диференційних рівнянь у вигляді рівняння Лагранжа 2-го роду. Рівняння руху та структурна схема одномасової розрахункової схеми. Рівняння руху та структурна схема двомасової розрахункової схеми без врахування внутрішнього в'язкого тертя. Рівняння руху та структурна схема двомасової розрахункової схеми з урахуванням внутрішнього в'язкого тертя. Рівняння руху та структурна схема двомасової розрахункової схеми із зазором без врахування внутрішнього в'язкого тертя. Рівняння руху та структурна схема двомасової розрахункової схеми із зазором з урахуванням внутрішнього в'язкого тертя. Рівняння руху механізмів із нелінійним кінематичним зв'язком. Л.1, с. 51-54; 2, с. 39-45.

Динамічні властивості пружної механічної частини електропривода. Передаточна функція двомасової розрахункової схеми за керуючою змінною. Характеристичне рівняння системи та його корені. Аналіз властивостей пружної механічної частини на основі виду коренів рівняння та відповідно параметрів механічної частини. Л.1, с. 54-58; 2, с. 46-54.

Статичні та динамічні режими роботи електропривода. Статичні механічні характеристики та їх параметри. Умова стійкості усталеного руху. Механічні перехідні процеси з постійним динамічним моментом, типові приклади. Механічні перехідні процеси з динамічним моментом, який лінійно залежить від швидкості. Структурна схема механічної частини електропривода. Розв'язок диференційних рівнянь за швидкістю та моментом. Аналіз графіків перехідних процесів швидкості та моменту. Л.1, с. 58-63; 2, с. 46-54.

Динамічні навантаження електропривода. Оптимізація передаточного числа кінематичного ланцюга. Динамічні навантаження при одномасовій розрахунковій схемі та двомасовій схемі із зазором. Коефіцієнт динамічного навантаження. Критерії оптимізації передаточного числа кінематичного ланцюга. Визначення передаточного числа на основі диференційного рівняння руху системи. Л.1, с. 64-67; 2, с. 68-74.

Розділ 2. Електромеханічне перетворення енергії та електромеханічні властивості двигунів

Електромеханічні властивості двигунів постійного струму. Види двигунів постійного струму. Структурна схема електромеханічного перетворювача. Режими роботи перетворювача енергії. Переваги та недоліки двигунів постійного струму. Види двигунів у залежності від виконання системи збудження. Л.1, с. 69-72,95; 2, с. 101-112.

Електромеханічні властивості двигунів постійного струму з незалежним збудженням. Паспортні дані. Схема увімкнення. Рівняння електромеханічної та механічної характеристики. Природна та штучні механічні характеристики. Керування швидкістю за рахунок зміни напруги якоря, магнітного потоку та зміни електричного опору кола якоря. Переваги та недоліки. Л.1, с. 95-103; 2, с. 112-121.

Зміна напрямку руху, пуск та режими гальмування двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Способи зміни напрямку руху, їх переваги та недоліки. Види гальмування двигуна, їх переваги та недоліки. Механічні характеристики двигуна в гальмівних режимах. Керування величиною моменту гальмування. Способи пуску. За датчик інтенсивності. Розрахунок електричних опорів пускового реостата. Л.1, с. 103-104; 2, с. 121-127.

Динамічні властивості електромеханічного перетворювача двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Передаточна функція електромеханічного перетворювача. Структурні схеми двигуна постійного струму з незалежним збудженням при живленні кола якоря від джерела напруги та струму. Рівняння динамічної механічної та електродинамічної характеристики. Динамічна жорсткість характеристик. Усталений динамічний процес під дією статичного моменту з періодичною складовою. Л.1, с. 98, 104-105; 2, с. 99-101, 128-131.

Електромеханічні властивості двигуна постійного струму з послідовним збудженням. Схема увімкнення двигуна. Рівняння електромеханічної та механічної характеристики. Штучні механічні характеристики та способи керування швидкістю. Зміна напрямку руху двигуна. Режими гальмування двигуна. Л.1, с. 106-114; 2, с. 135-144.

Електромеханічні властивості двигуна постійного струму зі змішаним збудженням. Схема увімкнення двигуна. Природна та штучні механічні характеристики. Способи керування швидкістю. Зміна напрямку руху двигуна. Режими гальмування двигуна. Л.1, с. 115-118; 2, с. 148-150.

Електромеханічні властивості двигунів змінного струму. Електромеханічні властивості асинхронного двигуна. Переваги та недоліки двигуна. Види двигунів. Паспортні дані. Схеми увімкнення обмотки статора. Схема заміщення фази двигуна. Основні математичні залежності. Ковзання двигуна. Природна механічна та електромеханічна характеристика, її характерні точки. Л.1, с. 118-131; 2, с. 154-159.

Штучні механічні характеристики асинхронного двигуна та способи керування швидкістю. Механічні характеристики асинхронного двигуна та способи керування швидкістю за рахунок зміни амплітуди, частоти напруги живлення, електричного опору кола ротора, зміни числа пар полюсів та використання енергії ковзання в каскадних схемах, зміни електричного опору

кола статора та подвійного живлення двигуна. Л.1, с. 131-134; 2, с. 159-164, 434-444.

Зміна напрямку руху, пуск та режими гальмування асинхронного двигуна. Спосіб зміни напрямку руху двигуна та відповідні механічні характеристики. Пуск двигуна з короткозамкнутим ротором та фазним ротором. Види гальмування асинхронного двигуна, переваги та недоліки. Механічні характеристики та способи керування величиною гальмівного моменту. Л.1, с. 134-136, 151-153; 2, с. 158-159, 182-185.

Динамічні властивості асинхронного двигуна. Спрощена передаточна функція електромеханічного перетворювача асинхронного двигуна. Передаточна функція двигуна та механічні характеристики при живленні від джерела напруги та струму. Л.1, с. 136-150; 2, с. 167-180.

Електромеханічні властивості синхронного двигуна. Переваги та недоліки двигуна. Схеми увімкнення двигуна. Кутова та механічна характеристика. Керування швидкості. Динамічні властивості двигуна та його структурна схема. Л.1, с. 153-158; 2, с. 186-198.

Електромеханічні властивості інших типів двигунів. Дугостаторні та лінійні асинхронні двигуни: конструкція, механічна характеристика, переваги та недоліки. Вентильний двигун: конструкція, рівняння механічної характеристики, керування швидкістю та штучні механічні характеристики, переваги та недоліки. Кроковий двигун: конструкція, принцип роботи, механічні характеристики. Л.1, с. 159-161; 2, с. 198-199.

Взаємозв'язані електроприводи. Електропривод із механічним з'єднанням валів: механічні характеристики, моменти електропривода в цілому та окремих двигунів, способи вирівнювання навантаження двигунів. Електропривод з електричним валом: типові схеми, принцип роботи. Л.1, с. 411-428; 2, с. 279-282

Розділ 3. Динаміка розімкнутих електромеханічних систем

Узагальнена електромеханічна система з лінійною механічною характеристикою. Диференційні рівняння та структурна схема узагальненої електромеханічної системи. Властивості розімкнутої електромеханічної системи в залежності від виду коренів характеристичного рівняння. Л.1, с. 162-173; 2, с. 206-217.

Типові перехідні процеси електромеханічної системи при незмінній швидкості ідеального холостого ходу. Система диференціальних рівнянь, яка описує рух системи. Рівняння руху системи за швидкістю, прискоренням та моментом у залежності від виду коренів характеристичного рівняння. Перехідні процеси при накиданні навантаження, реверсі при активному статичному моменті, реверсі при реактивному статичному моменті, динамічному гальмуванні при активному статичному моменті, динамічному гальмуванні при реактивному статичному моменті, збільшенні стрибком електричного опору кола якоря чи ротора, збільшенні стрибком швидкості

ідеального холостого ходу, реостатному пуску двигуна. Л.1, с. 185-197; 2, с. 238-248.

Поняття про оптимальні перехідні процеси електромеханічної системи. Оптимальні перехідні процеси за швидкодією з обмеженням моменту двигуна. Оптимальні перехідні процеси за швидкодією з обмеженням прискорення. Оптимальні перехідні процеси за швидкодією з обмеженням моменту та ривка. Л.1, с. 182-185; 2, с. 231-235.

Електромеханічні перехідні процеси під час плавної зміни керуючої дії. Рівняння руху системи. Статична та динамічна похибка. Типові перехідні процеси пуску при реактивному статичному моменті, реверсу при активному статичному моменті, реверсу при реактивному статичному моменті. Л.1, с. 197-203; 2, с. 252-259.

Поняття про демпфірування електроприводом пружних механічних коливань. Структурна схема електромеханічної системи з пружним механічним зв'язком. Аналіз характеристичного рівняння системи. Вплив жорсткості механічної характеристики системи на затухання коливань. Л.1, с. 175-178; 2, с. 220-226.

Розділ 4. Керування координатами електропривода

Основні показники керування координатами та типові структури електропривода. Параметричне та автоматичне керування координатами. Основні показники якості керування. Типові структури керування координатами регульованих електроприводів. Стандартне настроювання контурів керування. Л.1, с. 212-218, 232-255; 2, с. 283-290.

Керування моменту в електроприводах постійного струму. Реостатне керування. Система джерело струму-двигун. Система керований перетворювач-двигун, настройка регулятора струму. Керування моменту двигуна з послідовним збудженням. Л.1, с. 263-290; 2, с. 326-350.

Керування моменту в електроприводах змінного струму. Керування моменту асинхронного електропривода зміною потужності ковзання та при частотному й векторному керуванні. Керування моменту синхронного електропривода. Л.1, с. 290-330; 2, с. 357-361.

Керування швидкості. Параметричне керування швидкості. Параметричне керування швидкості двигунів постійного струму з незалежним та послідовним збудженням. Л.1, с. 332-348; 2, с. 364-377.

Автоматичне керування швидкості електроприводів постійного струму. Автоматичне керування швидкості в системі перетворювач-двигун. Настройка контуру швидкості на модульний та симетричний модуль. Двобічне автоматичне керування швидкості. Л.1, с. 348-373; 2, с. 377-417.

Автоматичне керування швидкості електроприводів змінного струму. Автоматичне керування швидкості асинхронного електропривода в системах частотного та векторного керування, подвійного живлення. Автоматичне

керування швидкості синхронного електропривода. Л.1, с. 373-395; 2, с. 417-443.

Керування положення. Точне позиціювання робочого органу. Автоматичне регулювання положення за відхиленням. Налаштування регулятора положення. Л.1, с. 396-404; 2, с. 454-467.

Слідкуюча система керування положенням. Відмінність слідкуючої системи від системи позиціювання. Показники оцінки якості керування. Особливості налаштування регуляторів системи. Л.1, с. 404-410; 2, с. 468-473.

Розділ 5. Енергетика й основи вибору двигунів за потужністю

Енергетика електропривода. Баланс потужностей. Енергетичні характеристики. Баланс потужностей в електромеханічній системі з однодвигунним електроприводом. Характеристика режимів роботи електропривода з енергетичної точки зору. Економічність роботи електропривода. Економічність перетворення та споживання енергії. Л.1, с. 438-442; 2, с. 473-483.

Втрати енергії в усталених та перехідних процесах електропривода. Постійні та змінні втрати. Потужності втрат в електроприводах змінного та постійного струму. Аналіз втрат енергії в різних режимах роботи електропривода. Л.1, с. 445-450; 2, с. 483-487.

Енергозбереження. Основні способи енергозбереження в електромеханічній системі. Керування координатами електропривода при мінімальних втратах енергії. Л.1, с. 443-444; 2, с. 487-502.

Нагрівання та охолодження двигунів. Рівняння теплового балансу. Структурні схеми теплових моделей двигунів. Перегрівання двигуна. Сталі часу нагрівання та охолодження. Вплив температури на термін служби електричної ізоляції. Л.1, с. 453-456; 2, с. 504-520.

Номинальні режими роботи електродвигунів. Номинальні режими роботи електродвигунів S1-S8. Тривалий, короткочасний, повторно-короткочасний режими. Л.1, с. 456-458; 2, с. 525-528.

Вибір електродвигунів за потужністю. Діаграми навантаження двигунів. Діаграми навантаження механізмів циклічної та безперервної дії. Побудова діаграм навантаження та тахограм. Врахування впливу моменту інерції механізму на діаграми навантаження. Л.1, с. 458-464; 2, с. 528-532.

Методи еквівалентування теплових режимів. Еквівалентне навантаження. Методи еквівалентного струму, моменту та потужності. Л.1, с. 464-473; 2, с. 520-525.

Розрахунок потужності та вибір двигунів номінального тривалого режиму роботи. Розрахунок потужності двигуна для різного виду діаграм навантаження. Перевірка правильності вибору двигуна. Л.1, с. 473-477; 2, с. 532-542.

Розрахунок потужності та вибір двигунів номінального короткочасного режиму роботи. Розрахунок потужності двигуна. Перевірка правильності

вибору двигуна. Коефіцієнт термічного перевантаження. Л.1, с. 477-479; 2, с. 542-543.

Розрахунок потужності та вибір двигунів номінального повторно-короткочасного режиму роботи. Розрахунок потужності двигуна. Перевірка правильності вибору двигуна. Визначення допустимої частоти вмикання асинхронних двигунів із короткозамкнутим ротором. Л.1, с. 479-483; 2, с. 543-549.

ІІІ. СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Розділ 1. Загальні принципи керування електроприводами

Електропривод, як основна складова АЕМС. Ціль вивчення дисципліни та її зміст. Поняття про керування електроприводом. Коротка історія розвитку автоматизованих електроприводів. Загальні вимоги до керування рухом електроприводів. Л.1, с.5-11; 5, с. 10-19; 8, с.8-14.

Керування електроприводами в статичних і динамічних режимах. Основні показники автоматизованих електроприводів. Поняття про оптимальні закони руху електроприводів. Критерії оптимізації. Л.1, с.17-22; 3, с.21-25; 9, с.248-260; 14, с.497-525.

Принципи керування електроприводами і вимоги до систем керування. Основні функції систем керування електроприводами. Класифікація і структури систем керування електроприводами. Л.3, с.136-147; 5, с.11-19; 13, с.1-13; 14, с.287-294.

Електричні схеми систем керування електроприводами і вимоги до них. Класифікація електричних схем. Умовні зображення і діючі нормативи. Методика складання електричних схем. Л.5, с.102-110; 10, с.9-24.

Розділ 2. Релейно-контакторні системи керування електроприводами

Керування електроприводами при живленні двигунів від мережі. Принципи і особливості застосування релейно-контакторних апаратів для керування електроприводами. Л.10, с.155-165, с.208-215; 12, с.32-42.

Типові вузли схем керування пуском, гальмуванням і реверсуванням двигунів постійного і змінного струму в функції часу, швидкості, струму. Л.5, с.19-154, с.170-200; 10, с.215-221, с.261-266.

Вузли електричного захисту двигунів і схем керування. Л.5, с.158-163; 10, с.203-207.

Розділ 3. Замкнені системи керування

Загальний підхід до проектування замкнених систем керування електроприводами. Математичний опис електромеханічної системи, його форми. Керованість, спостережливість систем керування електроприводами. Л.1, с.9-16; 3, с.28-72.

Керованість, спостережливість систем керування електроприводами. Математичні моделі електромеханічної системи в просторі стану. Л.3, с.28-72.

Загальний підхід до побудови замкнених систем керування. Основні структури замкнених систем керування електроприводами. Стандартні налаштування. Л.1, с.17-21, с.26-30; 5, с.1-19; 6, с.232-234, с.242-254; 12, с.16-118; 14, с.249-293.

Реалізація синтезованих корегуючих пристроїв на операційних підсилювачах і засобах обчислювальної техніки (або електроніки). Л.1, с.30-33; 12, с.151-156; 19, с.92-100.

Основні елементи систем керування електроприводами. Електродвигунне обладнання систем керування електроприводами. Двигун постійного струму і його математична модель. Л.1, с.38-46; 10, с.33-44.

Математична модель трифазного асинхронного двигуна. Математичні моделі синхронного, крокуючого та вентильного електродвигунів. Л.1, с.84-97; 10, с.44-68.

Силові перетворювачі систем керування електроприводами. Тиристорний перетворювач постійного струму. Тиристорні і транзисторні ШПП. Тиристорні регулятори напруги. Л.1, с.47-53; 10, с.68-91; 12, с.71-104.

Індуктивно-ємнісні перетворювачі. Тиристорні перетворювачі частоти. Транзисторні перетворювачі частоти з високочастотним ШІМ. Узагальнена механічна передача і її математична модель. Л.10, с.91-97; 12, с.136-142; 19, с.61-87.

Керування швидкістю електропривода постійного струму. Одноконтурна система регулювання швидкістю двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Л.1, с.3-5 8.

Система керування швидкістю двигуна постійного струму з незалежним збудженням за структурою з підсумовуючим підсилювачем. Л.5, с.320-326; 10, с.221-225; 13, с.49-53.

Система керування швидкістю двигуна постійного струму з незалежним збудженням зі зворотними зв'язками за швидкістю і струмом якоря, за напругою і струмом якоря. Л.5, с.311-326; 10, с.221-225.

Система керування швидкістю двигуна постійного струму з незалежним збудженням зі зворотним від'ємним зв'язком за швидкістю і струмовим відсіканням. Л.5, с.320-326; 10, с.226-230.

Система керування швидкістю двигуна постійного струму з незалежним збудженням з релейним регулятором струму. Л.13, с.75-77.

Двоконтурна система підпорядкованого керування швидкістю двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Л.1, с.59-64; 10, с.241-247; 13, с.53-60.

Система двозонного регулювання швидкістю двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Л.1, с.64-72; 10, с.253-260; 13, с.60-63.

Обмеження прискорення. Задатчик інтенсивності. Перехідні процеси в системах керування при наявності задатчика інтенсивності. Л.13, с.57-58.

Керування моменту електропривода постійного струму. Регулювання моменту двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Система

джерело струму - двигун постійного струму з незалежним збудженням з від'ємним зворотним зв'язком за швидкістю і відсіканням. Л.10, с.23 8-241.

Керування положення електропривода постійного струму. Триконтурна система підпорядкованого керування положення двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Л.1, с. 199-205; 12, с.205-208; 13, с.87-93.

Технічна реалізація систем керування положенням на основі сельсинів, потенціометричного датчика положення та фотоімпульсного датчика. Параболічний регулятор положення. Л.1, с. 199-201, с.208-210; 10, с.330-333, с.336-337; 19, с.197-214, с.220-229.

Підвищення точності електроприводів стеження. Л.1, с.212-216.

Керування швидкістю електропривода змінного струму. Система тиристорний регулятор напруги - асинхронний двигун зі зворотними зв'язками за швидкістю і струмом ротора. Л.1, с.130-131; 3, с.200-207; 10, с.266-267; 13, с.80-83; 14, с.405-412; 19, с.55-60.

Двоконтурна система керування швидкістю асинхронно вентильного каскаду. Л.1, с. 104-107, с.125-127; 10, с.176-178, 280-282; 12, с.146-149.

Двоконтурна система керування швидкістю асинхронного двигуна з фазовим ротором з широтно-імпульсною модуляцією у колі ротора. Л.1, с.127-130; 14, с.412-415.

Частотно-керовані асинхронні електроприводи. Робота інвертора на активне навантаження. Л.1, с.97-103; 10, с.92-94, с.135-176, с.267-271; 19, с.67-87.

Інвертори струму з міжфазовою і індивідуальною комутаціями. Схеми з відсікаючими та зворотними діодами. Л.10, с.95-97; 19, с.71-78.

Система формування керуючих імпульсів інвертора. Генератор частоти. Розподільник імпульсів. Л.10, с.98-100, 19, с.67-69.

Частотні перетворювачі з безпосереднім зв'язком. Розімкнені системи частотного керування асинхронним двигуном. Л.1, с.03-104, с.107-113; 10, с.100-101; 19, с.78-86.

Частотне керування асинхронним двигуном зі зворотними зв'язками за швидкістю та випрямленим струмом ротора. Л.1, с. 13-118; 14, с.423-431.

Система трифазове джерело струму - асинхронний двигун з короткозамкненим ротором. Л.6, с. 144-151; 21, с.49-83.

Асинхронні електроприводи з частотними перетворювачами на основі широтно-імпульсної модуляції. Л.19, с.74-76.

Псевдовекторне керування асинхронним електроприводом. Л.1, с. 119-124.

Системи керування швидкістю синхронних двигунів. Л.10, с.284-291; 13, с.83.

Багатодвигуновий електропривод. Керування швидкістю і співвідношенням швидкостей багатодвигунових електроприводів. Л.1, с.186-198; 6, с.411-437.

Цифрові системи керування. Функціональна схема цифрової системи та її основні вузли. Переваги цифрових систем, їх застосування. Математичні

основи аналізу цифрових систем керування електроприводами. Л.1, с. 176-181; 3, с.219-241.

Синтез цифрового корегуючого обладнання електроприводів. Аналіз цифрових систем керування електроприводами сучасними засобами обчислювальної техніки. Л.3, с.241-277; 9, с.284-296; 10, с.320-325.

Технічна реалізація цифрових систем керування електроприводами. Л.9, с.335-384; 10, с.41-68; 11, с.224-230.

IV. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

Список літератури до розділу „Теорія автоматичного керування”.

Основна:

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. - К. Либідь, 1997.
2. Теория автоматического управления / Под ред. А.А. Воронова. - ч. 1 і ч. 2. - М.: Высшая школа, 1986.
3. Попов Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления. - М.: Наука, 1988.
4. Бесекерский В.А. и др. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления. - М.: Наука, 1978.

Додаткова:

5. Ципкин Я.З. Основы теории автоматических систем. - М.: Наука 1977.
6. Методические указания к изучению дисциплины "Теория автоматического управления" / Сост. Н.Г. Попович, В.Ф. Кудин. - ч.1 и ч.2. К., КПИ, 1985.
7. Методические указания к курсовой работе по курсу "Теория автоматического управления" / Сост. Н.Г. Попович, А.В. Ковальчук, В.М. Пыжов, С.М. Пересада. - К.: КПИ, 1982.
8. Методические указания по изучению дисциплины "Теория автоматического управления". Раздел "Импульсные системы" / Сост. В.Ф. Кудин, С.М. Пересада. - К.: КПИ, 1984.
9. Методические указания по изучению дисциплины "Теория автоматического управления". Раздел "Нелинейные системы автоматического управления" / Сост. В.Ф. Кудин. - К.: КПИ, 1984;
10. Методические указания по изучению дисциплины "Теория автоматического управления". Раздел "Точные методы исследования нелинейных систем" /Сост. В.Ф. Кудин, Г.Г- Восканян, - К.: КПИ, 1985.
11. Методические указания к курсовой работе по дисциплине "Теория автоматического управления" / Сост. Н.Г. Попович, А.В. Ковальчук, Г.Г. Восканян. - К.: КПИ, 1992.

Список літератури до розділу „Теорія електропривода”.

Основна:

1. Теорія електропривода/ За ред. М.Г.Поповича.- К.: Вища школа, 1993.- 494 с.
2. Ключев В.И. Теория электропривода.- М.: Энергоатомиздат, 1985.-560 с.

3. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода.- М.: Энергоиздат, 1981.- 576 с.
 4. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Теорія електропривода» для студентів денної форми навчання зі спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»/ Укл. О.І.Кіселичник.- К.: НТУУ «КПІ», 2002.- 30 с.
 5. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Теорія електропривода» для студентів спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»/ Укл. М.Я.Островерхов.- К.: НТУУ «КПІ», 2001.- 56 с.
 6. Методические указания к выполнению лабораторного практикума по дисциплине «Теория электропривода» для студентов специальности «Электропривод и автоматизация промышленных установок и технологических комплексов»/ Сост. А.А.Кривак, В.М.Пыжов, А.В.Сученко.- К.: КПИ, 1990.- 56 с.
 7. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Теория электропривода» для студентов специальности 0628/ Сост. А.И.Белевитин, В.В.Пивень, А.В.Сученко, А.Г.Шаповаленко.- К.: КПИ, 1982.- 63 с.
 8. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Теория электропривода»/ Сост. А.Г.Шаповаленко, К.М.Юдин, В.В.Пивень, Н.В.Печеник, .- К.: КПИ, 1979.- 44 с.
 9. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Теория электропривода» для студентов специальности «Электропривод и автоматизация промышленных установок»/ Сост. В.В.Пивень, В.М.Пыжов, А.В.Сученко.- К.: КПИ, 1988.- 52 с.
- Додаткова:
10. Вешеневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе.- М.: Энергия, 1977.- 432 с.
 11. Справочник по автоматизированному электроприводу/ Под ред. В.А.Елисеева, А.В.Шинянского.- М.: Энергоатомиздат, 1983.- 616 с.
 12. Чиликин М.Г., Ключев В.И., Сандлер А.С. Теория автоматизированного электропривода.- М.: Энергия, 1979.- 616 с.

Список літератури до розділу „Системи керування електроприводами”.

Основна:

1. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами. -Л.: Энергоиздат, 1982.-392 с.
2. Зимин Е.Н., Яковлев В.Н. Автоматическое управление электроприводами.- М.: Высшая школа, 1979.-318 с.
3. Системы управления электроприводами. Учебное пособие. А.П.Голубь, Б.И.Кузнецов, И.А.Опрышко, В.П.Соляник.- К.: УМК ВО, 1992.-376 с.
4. Башарин А.В., Голубев Ф.Н., Кепперман В.Г. Примеры расчетов автоматизированного электропривода.-Л: Энергия, 1972.-440 с.
5. Сиротин А.А. Автоматическое управление электроприводами. -М: Энергия, 1969.-560с.

Додаткова:

6. Теорія електропривода: Підручник/ За ред. М.Г.Поповича. -К.: Вища шк., 1993.-494с.
7. Ильинский Н.Ф., Козаченко В.Ф. Общий курс ЭП. -М: Энергоатомиздат, 1992.-544с.
8. В. В. Москаленко. Автоматизированный электропривод.- М.: Энергоатомиздат, 1986.-416.
9. Шенфельд Р., Хабигер З. Автоматизированные электроприводы.-Л.: Энергоатомиздат, 1985.-464 с.
10. Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В.А.Елисеева и А.В.Шинянского. -М.: Энергоатомиздат, 1983. - 616 с.
11. Автоматизированный электропривод / Под общ. ред. Н.Ф.Ильинского, М.Г. Юнькова -М.: Энергоатомиздат, 1990.-544 с.
12. Справочник по проектированию автоматизированных ЭП и СУТП /Под ред. В.И.Круповича, Ю.Г.Барыбина. -М.: Энергоиздат, 1982. -416 с.
13. Электротехнический справочник. Т.3: Кн.2. Использование электрической энергии/ Под общ. ред. И.Н.Орлова. -М.: Энергоатомиздат, 1988. -616с.
14. И.М.Г.Чиликин, В.И.Ключев, А.С.Сандлер. Теория автоматизированного электропривода. -М.: Энергия, 1979. -616с.
15. Попович Н.Г., Ковальчук А.В., Гаврилюк В.А. Электромеханические системы автоматизированного электропривода. Учебное пособие. -Киев: КПИ, 1980.-114 с.
16. Радченко Л.А., Гаврилюк В.А., Желдак А.Н. Автоматическое управление электроприводами. Учебное пособие.- Киев: КПИ, 1979.-110 с.
17. Методические указания по курсовому проектированию "Автоматическое управление электроприводами". Сост. Гаврилюк В.А., Желдак А.Н. -Киев, КПИ, 1979.-68 с.
18. Каталог схем к лекциям по дисциплине "Автоматическое управление электроприводами". Сост. Гаврилюк В.А., Желдак А.Н., Чайковская С.А. -Киев. КПИ, 1977.-38 с.
- 19.Элементи автоматизованого електропривода/ М.Г.Попович та інш. -К.: УМВКВО.-1990.-260 с.
20. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Автоматическое управление электроприводами". Сост. Гаврилюк В.А., Желдак А.Н.-1982.-36 с.
- 21.Волков И.В., Исаков В.Н. Электроприводы со стабилизированным током в силовых цепях. -М.: Радио и связь, 1991. -216с.

Програму склав ас.

С.О. Бур'ян