

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГОТЕХНІКИ ТА АВТОМАТИКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова Атестаційної комісії
Факультету електроенерготехніки та автоматики

Декан

« 25 » _____ » 2021 р.



Олександр ЯНДУЛЬСЬКИЙ

ПРОГРАМА

комплексного фахового випробування

для вступу на освітню програму підготовки магістра

«Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та
електромобільність»

**за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»**

Програму рекомендовано:

кафедрою автоматизації електромеханічних систем та
електроприводу

Протокол № 17 від « 10 » « 02 » 2021 р.

Завідувач

Сергій ПЕРЕСАДА

Київ – 2021

ВСТУП

Комплексне фахове випробування на підготовку фахівців освітньої програми підготовки магістра «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка направлене на виявлення знань та навичок з спеціалізації для подальшого навчання.

Випробовування проходить у вигляді письмової роботи тривалість 1 година 30 хвилин. Кожен білет складається з трьох теоретичних запитань з дисциплін спеціалізації: теорія автоматичного керування, теорія електропривода, автоматизація технологічних процесів, установок і комплексів. Під час написання письмової роботи студент не може користуватися ніякою літературою або довідниками. Після написання роботи комісія перевіряє їх та виставляє оцінки у відповідності з критерієм оцінювання.

ОСНОВНИЙ ВКЛАД

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 немінімально 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, Лъснара-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. Іздромні 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.

Передаточні функції імпульсних САК. Дискретна передаточна функція. Одержання передаточної функції імпульсної САК. Структурна схема імпульсної САК. Визначення передаточної функції фіксатора нульового порядку. Л.1.,с.410-412, 422-427.

Розрахунок імпульсних передаточних функцій. Приклади. Одержання імпульсної передаточної функції для розімкненого кола - квантувач, фіксатор нульового порядку та аперіодична ланка. Наближений засіб одержання дискретної передаточної 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. ЕЛЕКТРОПРИВОД

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 диференціальних 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..

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 диференціальних 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 позиціонування робочого органу. Автоматичне регулювання положення за відхиленням. Настройка регулятора положення. Л.1, с. 396-404; 2, с. 454-467.

Слідкуюча система керування положенням. Відмінність слідкуючої системи від системи позиціонування. Показники оцінки якості керування. Особливості настроювання 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.

Номінальні режими роботи електродвигунів. Номінальні 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 короточасного 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-короточасного 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. СИНТЕЗ ЛОГІЧНИХ СХЕМ ТА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Розділ 1. Математичні основи синтезу дискретних систем автоматизації

Двозначна алгебра логіки – математичний апарат аналізу та синтезу релейних схем. Логічна змінна і логічна функція. Конституенти одиниці та нуля. Основні логічні функції. Основні закони алгебри логіки, побудовані на застосуванні операцій кон'юнкції, диз'юнкції та інверсії. Література: [1, с. 3-13], [2, с. 39-44], [4, с. 25-30], [5, с. 6-10], [7, с. 98-106], [8, с. 5-16].

Нормальні та довершені нормальні форми логічних функцій. Функції однієї та двох змінних. Функціонально повні системи логічних функцій. Принцип подвійності логічних функцій. Література: [1, с. 13-21], [2, с. 44-50], [4, с. 37-39], [8, с. 18-29].

Задача мінімізації логічних функцій. Мінімізація логічних функцій методом безпосереднього застосування законів алгебри логіки. Методи Квайна і Мак-Класкі. Література: [1, с. 22-25, 34-42], [2, с. 51-53], [4, с. 42-51], [5, с. 6-10], [8, с. 31-45].

Застосування карт Карно для мінімізації логічних функцій. Література: [1, с. 25-34], [2, с. 53-59], [4, с. 43-48], [5, с. 11-16], [8, с. 46-57].

Розділ 2. Синтез одноктактних схем

Поняття про одноктактні схеми. Послідовність синтезу одноктактних схем. Синтез схем при наявності невизначених станів. Синтез схем з великою кількістю вхідних змінних. Приклади синтезу. Література: [1, с. 43-51], [2, с. 67-71], [5, с. 19-21], [6, с. 5-6], [8, с. 58-67].

Математичний опис півсуматора і повного суматора. Синтез схем перетворювачів кодів на суматорах і елементах ВИКЛЮЧАЮЧЕ АБО. Приклади синтезу. Література: [1, с. 51-56], [2, с. 110-117], [7, с. 119-123], [8, с. 69-75].

Схема ПЗП, програмованого при використанні. Програмування ПЗП для реалізації комбінаційних функцій. Приклад складання програми. Література: [1, с. 56-59], [3, с. 173-178], [7, с. 127-129], [8, с. 77-81].

Розділ 3. Синтез багатотактних схем

Синтез схем на основі таблиці переходів і карт Карно. Поняття про багатотактні схеми. Таблиця переходів – одна з форм запису умов роботи багатотактної схеми та правила її складання. Література: [1, с. 60-63], [2, с. 71-73], [5, с. 23-35], [6, с. 6-14], [8, с. 82-86].

Порядок синтезу багатотактної схеми. Складання первинної таблиці переходів. Стиснення первинної таблиці переходів. Визначення кількості і розміщення станів проміжних змінних. Складання карт Карно для проміжних і вихідних змінних і визначення за ними алгебраїчних виразів. Приклад синтезу. Література: [1, с. 63-75], [2, с. 73-79], [5, с. 23-35], [6, с. 6-14], [8, с. 88-102].

Змагання в безконтактних схемах і способи запобігання їм. Література: [1, с. 75-82], [2, с. 76-79], [8, с. 104-112].

Синтез схем з технологічними затримками. Особливості складання первинної таблиці переходів і визначення кількості проміжних змінних. Приклад синтезу. Література: [1, с. 82-93], [8, с. 114-128].

Схема і принцип дії тактового розподільника. Математичний опис роботи схеми керування. Приклади синтезу схем на основі тактового розподільника. Література: [1, с. 114-123], [8, с. 130-142].

Синтез схем на основі циклограм. Основні поняття та визначення. Математичний опис роботи схеми. Перевірки реалізованості циклограм. Уведення самоблокування для циклограм, що мають кілька періодів вмикання. Методи усунення впливу самоблокування. Приклади синтезу. Література: [1, с. 94-105], [2, с. 79-88], [5, с. 42-50], [6, с. 11-14], [8, с. 144-159].

Синтез схем з технологічними затримками методом циклограм. Приклади синтезу. Література: [1, с. 105-113], [2, с. 87-88], [8, с. 160-172].

Синтез схем на тригерах. Загальні відомості. Подання умов роботи багатотактної схеми у вигляді графу переходів. Приклад побудови графа переходів. Синтез асинхронних багатотактних схем на RS-тригерах. Синтез синхронних багатотактних багатовходових схем. Приклад синтезу. Література: [1, с. 124-132], [3, с. 139-149], [4, с. 144-178], [5, с. 51-56], [7, с. 107-112], [8, с. 173-185].

Синтез синхронних одновходових схем. Література: [1, с. 133-138], [8, с. 187-195].

Будова і принцип дії мультиплексора-селектора. Математичний опис операцій, що виконуються мультиплексором-селектором. Синтез одноктактних схем. Література: [1, с. 139-149], [3, с. 170], [5, с. 57-60], [6, с. 24-33], [8, с. 196-209].

Синтез багатотактних схем на мультиплексорах-селекторах. Використання елементів методики синтезу одноктактних схем для синтезу багатотактних схем. Література: [1, с. 150-156], [5, с. 60-62], [6, с. 34-39], [8, с. 210-219].

Розділ 4. Елементна база та технічні засоби для побудови дискретних схем промислової автоматики

Загальні відомості про інтегральні мікросхеми. Література: [10, с. 52-56], [11, с. 110-112], [21, с. 3-8].

Основи схемотехніки елементів ТТЛ. Варіанти вихідних каскадів ТТЛ-логіки. Вихідний каскад, виконаний за двотактною схемою (з активним виходом). Вихідний каскад з відкритим колектором. Елементи з третім (високоімпедантним) станом Z. Література: [10, с. 68-75], [12, с. 92-95], [13, с. 22-26], [21, с. 10-18].

Елементи ТТЛШ-логіки. Деякі особливості застосування мікросхем ТТЛ та ТТЛШ-логіки. Література: [10, с. 72-80], [13, с. 27-31], [21, с. 19-23].

Елементи емітерно-зв'язаної логіки (ЕЗЛ). Література: [10, с. 72-80], [13, с. 27-31], [21, с. 24-29].

Елементи КМДН-логіки. Логічні елементи ТТЛ та ТТЛШ-логіки. Рекомендації по розробці апаратури із застосуванням мікросхем ТТЛ та ТТЛШ. Література: [10, с. 81-85], [13, с. 61-62, с. 47-48, с. 287-319], [21, с. 30-37].

Тригери. RS-тригери. D- тригери. JK-тригери. Лічильники. Література: [12, с. 100-108], [13, с. 91-118, с. 130-157], [21, с. 39-47].

Шифратори і дешифратори. Регістри. Схеми для вироблення установчих сигналів. Література: [11, с. 156-160, с. 162-165], [13, с. 174-249, с. 357-362], [21, с. 48-56].

Інтегральний таймер. Література: [10, с. 269-277], [21, с. 57-63].

Програмовані постійні запам'ятовуючі пристрої. Програмовані матриці логіки (ПМЛ або PAL). Загальні властивості ПЛІС. Література: [14, с. 74-86], [21, с. 71-76].

Програмовані логічні контролери. Основні мови програмування. Перетворення відомих релейно-контактних схем для складання програм на мові LD. Література: [12, с. 55-58], [21, с. 95-102].

Складання програм у формі LD для схеми, в якій вихідний елемент знаходиться всередині. Перетворення схем, що містять реле часу із затримкою на відпускання. Література: [12, с.64-67], [21, с. 103-109].

Логічний програмований контролер Hitachi. Програмування контролера Hitachi. Література: [15, с.64-71], [19, с.65-211], [21, с. 110-117].

Логічний програмований контролер MELSEC FX1N фірми Mitsubishi Electric. Структура команди (інструкції). Програмування команд посилення результату на таймер та лічильник. Правила програмування. Література: [20, с.27-74], [21, с. 133-141].

ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три теоретичні запитання. Перше запитання оцінюється у 34 бали, друге та третє – 33 бали.

Система оцінювання першого теоретичного питання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 32-34 бали;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 25-31 бал;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 20-24 бали;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 3 бали) – 0 балів.

Система оцінювання другого та третього теоретичного питання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 31-33 бали;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 24-30 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 19-23 бали;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 3 бали) – 0 балів.

Сума балів за три запитання переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали	Залікова оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

Таблиця відповідності оцінок рейтингової системи оцінювання (PCO, 60...100) балам 200-бальної шкали (100...200)

Оцінка PCO	Бали 100...200	Оцінка PCO	Бали 100...200	Оцінка PCO	Бали 100...200	Оцінка PCO	Бали 100...200
60	100,0	70	125,0	80	150,0	90	175,0
61	102,5	71	127,5	81	152,5	91	177,5
62	105,0	72	130,0	82	155,0	92	180,0
63	107,5	73	132,5	83	157,5	93	182,5
64	110,0	74	135,0	84	160,0	94	185,0
65	112,5	75	137,5	85	162,5	95	187,5
66	115,0	76	140,0	86	165,0	96	190,0
67	117,5	77	142,5	87	167,5	97	192,5
68	120,0	78	145,0	88	170,0	98	195,0
69	122,5	79	147,5	89	172,5	99	197,5
						100	200,0

ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ

1. Форми запису рівнянь динаміки ланок. Коефіцієнт самовирівнювання та його вплив. Лінеаризація нелінійних залежностей
2. Загальна форма запису диференціальних 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 врахуванням внутрішнього в'язкого тертя.
3. Синтез схем з технологічними затримками. Особливості складання первинної таблиці переходів і визначення кількості проміжних змінних.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Список літератури до розділу „Теорія автоматичного керування”

Основна література

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 література

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 література

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 література

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 „Синтез логічних схем та системи автоматизації”

Основна література

1. Попович Н.Г., Ковальчук А.В., Красовский Е.П. Автоматизация производственных процессов и установок. -К.:Выща шк., Головное изд-во, 1986.-311с.

2. Автоматизация типовых технологических процессов и установок. Учебник для вузов/ А.М.Корытин, Н.К.Петров, С.Н.Радимов, Н.К.Шапарев.-2-е изд. перераб. И доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988.-432с.

3. Ковальчук О.В. Логічний синтез дискретних схем автоматики: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 168 с. ISBN 978-966-622-294-0.

4. Попович М.Г., Гаврилюк В.А., Ковальчук О.В., Теряев В.І. Элементы автоматизованого електропривода. Київ. НМК ВО, 1990.

5. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни “Автоматизація процесів, установок і комплексів”/ Укладачі: Ковальчук О.В., Красовський Є.П., Восканян Г.Г., К.: КПІ, 1992.-44с.

6. Автоматизація технологічних процесів, установок і комплексів: Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» Електронний засіб навчального призначення. Укладачі Ковальчук О.В., Бур'ян С.О. НМУ № Е9/10-013. Київ: НТУУ «КПІ», 2009 – 87 с.

7. Автоматизація технологічних процесів установок і комплексів: Методичні вказівки до практичних занять і виконання розрахунково-графічної роботи для студентів напряму підготовки 6.050702 "Електромеханіка" спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» Електронний засіб навчального призначення. Укладачі Ковальчук О.В., Бур'ян С.О. НМУ № Е9/10-065. Київ: НТУУ «КПІ», 2010 – 78 с.

8. Автоматизація технологічних процесів, установок і комплексів-1: курс лекцій для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» спеціальності «Електромеханічні

системи автоматизації та електропривод» денної форми навчання. Укладачі Ковальчук О.В., Бур'ян С.О. НМУ № Е10/11-243. Київ: НТУУ «КПІ», 2011 – 224 с.

9. Жуйков В.Я., Бойко В.І., Зорі А.А., Співак В.М., Багрій В.В. Схемотехніка електронних систем. Том II. Цифрова схемотехніка//Підручник. К.: Аверс, 2002. – 772 с.

10. Попович М.Г., Гаврилюк В.А., Ковальчук О.В., Теряєв В.І. Елементи автоматизованого електропривода. Київ. НМК ВО, 1990.

11. Попович Н.Г., Ковальчук А.В., Красовский Е.П. Автоматизация производственных процессов и установок. -К.:Выща шк., Головное изд-во, 1986.-311с.

12. Цифровые интегральные микросхемы/ М.И. Богданович, В.В. Шалимо. Минск: «Беларусь», 1991. – 493 с. ISBN 5-338-00501-8.

13. Микропроцессорные средства производственных систем/ В.Н.Алексеев, А.М.Коновалов, В.Г.Колосов и др. – Л.: Машиностроение, 1988.-287с.

14. Ковальчук О.В. Логічний синтез дискретних схем автоматики: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 168 с. ISBN 978-966-622-294-0.

15. <http://www.hitachi-ds.com/hitachi-ds/dms/downloads/micro-eh/manuals /manual-microeh-en.PDF>. Hitachi Programmable Controller HIDIC MICRO-EH. Application manual. 338 p.

16. www.kck.ua/files/products/12/47/62.pdf. Mitsubishi Electric. Семейства MELSEC FX. Программируемые контроллеры. Пособие для начинающего программиста. 2006 г., 106 с.

17. Автоматизація технологічних процесів, установок і комплексів-2: конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» денної форми навчання. Укладачі Ковальчук О.В., Бур'ян С.О. НМУ № Е10/11-043. Київ: НТУУ «КПІ», 2010 – 147 с.

Додаткова література

18. Хоуп Г. Проектирование цифровых вычислительных устройств на интегральных схемах.-М.: Мир, 1984.-400с.

19. Элементы управления серии «Логика-Н»/В.Л.Рейзин, В.Е.Мандравин, А.И.Подаруев и др. М.: Энергоатомиздат, 1984.-176с.

20. Каталог схем по дисциплине «Элементы автоматизированного электропривода»/Сост. Теряев В.И., Ковальчук А.В., Киев: КПИ, 1989-71с.

Розробник програми:



к.т.н., доц. Бур'ян С.О.