

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГОТЕХНІКИ ТА АВТОМАТИКИ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Факультету електроенерготехніки та
автоматики

Протокол № 7 від 27 лютого 2017 р.

Голова вченої ради _____ О.С. Яндульський

М. П.

ПРОГРАМА

додаткового випробування для вступу на освітньо-професійну програму
підготовки магістра
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
по спеціалізації “Електричні машини і апарати”

Програму рекомендовано кафедрою
Електромеханіки
Протокол № 7 від 22 лютого 2017 р.

Завідувач кафедри _____ В.Ф. Шинкаренко

Київ – 2017

ВСТУП

Додаткове випробування на підготовку фахівців освітньо-професійних рівнів підготовки магістра спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка по спеціалізації “Електричні машини і апарати” направлене на виявлення знань та навичок з спеціалізації “Електричні машини і апарати” для подальшого навчання. Додаткове вступне випробування проводиться тільки для вступників, напрям підготовки (спеціальність, бакалаврат) яких не відповідає обраній для вступу на 5-курс спеціалізації. Програма додаткового випробування розроблена на основі розпорядження № 5-8 від 19.01.2017.

Випробування проходить у вигляді письмової роботи тривалість 1 година 30 хвилин. Кожен білет складається з трьох теоретичних запитань з спеціальності: електричні машини, теоретичні основи електротехніки, теорія електропривода, теорія автоматичного керування, основи метрології та електричних вимірювань. 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.

ОСНОВНІ ПИТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

1. Основні питання конструкції та принцип дії сучасних силових трансформаторів. Схеми та групи з'єднання обмоток трансформаторів.
2. Основні рівняння та схеми заміщення трансформатора. Досліди холостого ходу та короткого замикання.
3. Векторна та енергетична діаграми трансформатора. Зовнішня характеристика та ККД. Паралельна робота трансформаторів.
4. ЕРС обмоток машин змінного струму. ЕРС від вищих гармонік магнітного поля. Поліпшення форми кривої ЕРС.
5. Принципи побудови та основні типи обмоток машин змінного струму.
6. Види магнітних полів в електричних машинах. Головні індуктивні опори обмоток. Індуктивні опори розсіювання обмоток.
7. Конструкція та принцип дії асинхронних машин. Рівняння МРС та рівняння напруги асинхронних машин. Енергетична діаграма, енергетичні співвідношення та векторні діаграми асинхронних машин.
8. Схеми заміщення асинхронних машин. Способи пуску та регулювання частоти обертання асинхронних двигунів з короткозамкненим та фазним ротором.
9. Конструкція та принцип дії синхронних машин. Реакція якоря синхронних машин. Індуктивні опори реакції якоря.
10. Рівняння напруги та векторні діаграми напруги синхронних машин. Характеристики синхронних генераторів при автономній роботі.
11. Паралельна робота синхронних машин. Кутові характеристики активної потужності синхронних машин. Статична стійкість. Регулювання реактивної потужності синхронних машин.
12. Синхронні двигуни. Способи пуску синхронних двигунів.
13. Конструкція машин постійного струму. Загальні відомості про якірні обмотки машин постійного струму. Умови симетрії обмоток. Типи обмоток машин постійного струму.
14. ЕРС якоря та електромагнітний момент машин постійного струму. Реакція якоря машин постійного струму.
15. Двигуни постійного струму. Рівняння обертових моментів та напруги. Пуск двигунів постійного струму. Робочі та механічні характеристики двигунів постійного струму. Способи регулювання частоти обертання.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

1. Визначення основних понять теорії електричних кіл: електричного струму, напруги, потенціалу, енергії, потужності.
2. Пасивні і активні елементи електричного кола і їх параметри.
3. Закони Кірхгофа для напруг і струмів.
4. Залежність між струмами і напругами гілок електричного кола (закон Ома).
5. Розрахунок лінійних електричних кіл постійного струму за допомогою рівнянь, складених за законами Кірхгофа і Ома.
6. Метод контурних струмів.
7. Метод вузлових потенціалів.
8. Принцип накладання (суперпозиції).
9. Рівняння Кірхгофа і Ома у комплексній формі, поняття комплексного опору і провідності.
10. Потужність у колі синусоїдного струму. Коефіцієнт потужності.
11. Резонанс напруг.
12. Резонанс струмів.
13. Рівняння пасивних чотириполосників.
14. Розрахунок трифазних кіл у разі з'єднання фаз у зірку та трикутник.
15. Потужність трифазного кола і її вимірювання.
16. Розрахунок електричних кіл несинусоїдного струму.
17. Потужність у колах несинусоїдного струму.
18. Перехідні процеси в колах R, L і R, C .
19. Закони Кірхгофа і Ома в операторній формі.
20. Перехідні процеси в колі R, L, C .

ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

1. Правила приведення параметрів механічної частини до однієї швидкості. Типові розрахункові схеми механічної частини.
2. Типові статичні навантаження електропривода. Урахування втрат в елементах кінематичного ланцюга.
3. 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.
4. 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.
5. Електромеханічні властивості двигунів постійного струму з незалежним збудженням. Рівняння електромеханічної та механічної характеристики. Керування швидкістю. Зміна напрямку руху, пуск та режими гальмування двигуна постійного струму з незалежним збудженням.
6. Динамічні властивості двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Структурні схеми двигуна постійного струму з незалежним збудженням при живленні кола якоря від джерела напруги та струму.
7. Електромеханічні властивості двигуна постійного струму з послідовним збудженням. Штучні механічні характеристики та способи керування швидкістю. Зміна напрямку руху двигуна. Режими гальмування двигуна.
8. Електромеханічні властивості двигуна постійного струму зі змішаним збудженням. Способи керування швидкістю. Зміна напрямку руху двигуна. Режими гальмування двигуна.
9. Електромеханічні властивості асинхронного двигуна. Переваги та недоліки двигуна. Основні математичні залежності. Штучні механічні характеристики асинхронного двигуна та способи керування швидкістю.
10. Зміна напрямку руху, пуск та режими гальмування асинхронного двигуна.

ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

1. Елементарні динамічні ланки САК, їх часові та частотні характеристики.
2. Рівняння динаміки та передатні функції ланок і систем. Перехідні та вагові характеристики ланок.
3. Перетворення складних структурних схем САК за допомогою передатних функцій.
4. Якість САК та її аналіз за коренями характеристичного рівняння замкненої системи.
5. Закони керування та типові регулятори. Комбіновані закони керування.
6. Логарифмічні частотні характеристики ланок і систем. Їх використання при дослідженнях динаміки.
7. Алгебричні критерії стійкості САК.
8. Частотний критерій стійкості Михайлова.
9. Наслідок (2-ге формулювання) частотного критерію стійкості Михайлова.
10. Частотний критерій стійкості Найквіста.

ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

1. Метрологія і її завдання, система одиниць СІ, види вимірювань, класифікація засобів вимірювальної техніки.
2. Нормування класу точності засобів вимірювання (ЗВ). Знаходження похибки прямих одноразових вимірювань.
3. Знаходження результату прямих багаторазових вимірювань.
4. Знаходження результату опосередкованих одноразових вимірювань.
5. Повірка засобів вимірювання (ЗВ).
6. Аналогові засоби вимірювання (ЗВ)– загальна структура, моменти, що діють у вимірювальному механізмі, рівняння перетворення.
7. Конструкція та принцип дії індукційних лічильників енергії.
8. Похибки індукційного лічильника енергії.
9. Підключення індукційного лічильника енергії – в однофазне коло, у трифазне коло, окремо, через вимірювальні трансформатори напруги (ВТН) та вимірювальні трансформатори струму (ВТС).
10. Електронно-променеви́й осцилограф – будова та принцип дії.
11. Вимірювання кута зсуву фаз між сигналами методом фігур Ліссажу (методом еліпса).
12. Вимірювання частоти сигналів методом фігур Ліссажу.
13. Цифрові електровимірювальні прилади – визначення, загальна структура, дискретизація та квантування.
14. Мостові вимірювальні схеми – загальна будова та принцип дії.
15. Методи одного ватметра для вимірювання активної та реактивної потужності у трифазному колі.
16. Методи двох ватметрів для вимірювання активної потужності у трифазному колі.
17. Методи двох ватметрів для вимірювання виключно реактивної потужності у трифазному колі.
18. Методи трьох ватметрів для вимірювання активної та реактивної потужності у трифазному колі.
19. Вимірювальні трансформатори напруги – призначення, схеми ввімкнення приладів у однофазне та трифазне коло через трансформатори напруги (ВТН).
20. Вимірювальні трансформатори струму – призначення, схеми ввімкнення приладів у однофазне та трифазне коло через вимірювальні трансформатори струму (ВТС).

ЕКОЛОГІЯ ЗА ПРОФЕСІЙНИМ СПРЯМУВАННЯМ

1. Основні закони екології сформульовані В.І.Вернадським.
2. Закономірності, що характеризують дію факторів впливу.
3. Екологічні проблеми, пов'язані з освоєнням людством електричної енергії.

4. Забруднення довкілля внаслідок виробництва, розподілу і використання електричної енергії.
5. Головні компоненти біосфери (продуценти, консументи, редуценти).
6. Загальні властивості біосфери. Планетарні електричні і магнітні поля, електричні струми.
7. Кругообіг речовини і енергії в районі гідровузлів і водосховищ.
8. Системи технологій АЕС і проблеми радіаційної безпеки.
9. Розвиток ідей захисту довкілля від впливів ТЕС.
10. Антропогенні забруднення біосфери внаслідок генерування, передавання і використання електричної енергії.
11. Шкідливі речовини при генеруванні електричної енергії на теплових електростанціях і їх вплив на довкілля.
12. Екологічні проблеми України як наслідок технічного стану її електроенергетики.
13. Використання чистих технологій в енергетиці.
14. Концепції сталого розвитку.
15. Екологічний стан України та окремих її регіонів.

ОСНОВНИЙ ВКЛАД ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

Розділ 1. ТРАНСФОРМАТОРИ

Тема 1.1. Призначення та класифікація трансформаторів. Призначення, класифікація та конструкція трансформаторів. Конструкція магнітопроводів і обмоток трансформаторів. Схеми та групи з'єднання обмоток. Способи та конструкція систем охолодження трансформаторів.

Тема 1.2. Основи теорії трансформатора. Рівняння напруг та магніторушійних сил трансформатора. Схема заміщення і її параметри. Розрахункове визначення параметрів схеми заміщення трансформатора. Режимми холостого ходу та короткого замикання.

Тема 1.3. Робота трансформатора під навантаженням. Векторні та енергетичні діаграми трансформатора. Зміна напруги трансформатора при навантаженні. Втрати і ККД трансформатора. Паралельна робота трансформаторів.

Розділ 2. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ТЕОРІЇ МАШИН ЗМІННОГО СТРУМУ

Тема 2.1. Електромеханічне перетворення енергії в електричних машинах змінного струму. Загальні принципи роботи та класифікація електричних машин змінного струму. Основні види електричних машин змінного струму. Обертове електромагнітне поле. Умови електромеханічного перетворення енергії в електричних машинах.

Тема 2.2. Обмотки електричних машин змінного струму та їх ЕРС. ЕРС провідника, витка, котушки та m-фазної обмотки. ЕРС обмотки від вищих гармонік магнітного поля. Способи поліпшення форми кривої ЕРС. Обмотки змінного струму. Одношарові обмотки. Петльові та хвильові двошарові обмотки.

Тема 2.3. Магніторушійні сили (МРС) та магнітні поля обмоток змінного струму. МРС одно та m-фазної обмотки змінного струму. Магнітні поля обмоток змінного струму. Головні індуктивні опори обмоток. Індуктивні опори розсіювання обмоток.

Розділ 3. АСИНХРОННІ МАШИНИ

Тема 3.1. Конструкція та основи теорії асинхронної машини (АМ). Основні види конструкції асинхронної машини. Принцип дії АМ. АМ при нерухомому роторі. Рівняння МРС та рівняння напруг АМ. Схеми заміщення АМ. Енергетичні діаграми. Енергетичні співвідношення та векторні діаграми АМ.

Тема 3.2. Обертові електромагнітні моменти та механічні характеристики АМ. Електромагнітний момент АМ. Механічні характеристики АМ. Робочі та пускові характеристики асинхронного двигуна (АД). Асинхронні двигуни з глибокими пазами ротора та з подвійною кліткою ротора.

Тема 3.3. Однофазний асинхронний двигун. Основи теорії та характеристики однофазних асинхронних двигунів. Способи пуску однофазних асинхронних двигунів. Асинхронні мікромашини автоматичних пристроїв.

Розділ 4. СИНХРОННІ МАШИНИ

Тема 4.1. Конструкція та основи теорії синхронної машини (СМ) з електромагнітним збудженням. Конструкція та принцип дії СМ. Явно полюсні та неявно полюсні конструкції СМ. Магнітне поле та параметри обмотки збудження СМ. Робота синхронного генератора в режимі холостого ходу.

Тема 4.2. Робота трифазних синхронних генераторів з електромагнітним збудженням при симетричному навантаженні. Магнітне поле обмотки якоря СМ. Явище реакції якоря СМ. Індуктивні опори реакції якоря. Рівняння та векторні діаграми напруг синхронних машин (явнополюсних та неявнополюсних). Характеристики синхронних генераторів при автономній роботі.

Тема 4.3. Потужність та електромагнітний момент СМ з електромагнітним збудженням. Активна потужність (синхронізуюча потужність). Електромагнітний момент (синхронізуючий момент). Механічні характеристики СМ. Поняття кута навантаження.

Розділ 3. МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Тема 3.1. Конструкція та принцип дії машини постійного струму (МПС). Загальні принципи роботи та класифікація електричних МПС. Основні види електричних МПС. Призначення та області застосування МПС. Будова МПС. Загальні відомості про якірні обмотки машин постійного струму.

Тема 3.2. Робота МПС при навантаженні. Електрорушійна сила обмотки якоря МПС. ЕРС обмотки якоря та електромагнітний момент машин постійного струму. Основні електромагнітні співвідношення. Реакція якоря МПС. Вплив поперечної реакції якоря на магнітний потік машини. Реакція якоря при зсуві щіток з лінії геометричної нейтралі. Комутація МПС та способи її поліпшення.

Тема 3.3. Генератори постійного струму (ГПС). Класифікація ГПС за способом збудження. Характеристики ГПС з незалежним збудженням: характеристики холостого ходу (ХХ) та короткого замикання (КЗ), побудова характеристичного трикутника; зовнішня, регульовальна та навантажувальна характеристики. Характеристики ГПС з паралельним збудженням, процес самозбудження генератора.

Тема 3.4. Двигуни постійного струму (ДПС). Схеми збудження. Робочі, механічні та пускові характеристики двигунів постійного струму. Порівняння характеристик ДПС з різними схемами збудження.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

РОЗДІЛ 1. Лінійні електричні кола постійного струму.

Тема 1.1. Електротехнічні пристрої постійного струму та області їх застосування. Елементи електричних кіл. Джерела і споживачі електричної енергії. Пасивні і активні двополюсники та схеми їх заміщення.

Тема 1.2. Нерозгалужені та розгалужені електричні кола. Закон Ома для пасивної та активної ділянки кола. Визначення напруги між точками електричного кола. Розрахунок простих розгалужених кіл на підставі закону Ома та еквівалентного опору. Закони Кірхгофа. Закон Джоуля-Ленца. Розрахунок складних кіл за рівняннями Кірхгофа. Баланс потужності. Метод вузлових потенціалів. Аналіз електричного стану складних кіл методом накладання струмів; методом еквівалентного генератора; методами еквівалентних перетворень.

РОЗДІЛ 2. Лінійні електричні кола однофазного синусоїдного струму.

Тема 2.1. Основні параметри, що характеризують синусоїдну функцію. Способи зображення функції. Ідеальний резистор у колі синусоїдного струму. Ідеальна котушка у колі синусоїдного струму. Ідеальний конденсатор у колі синусоїдного струму.

Тема 2.2. Розрахунок кіл синусоїдного струму методом комплексних чисел. Рівняння електричного стану кола з послідовним з'єднанням резистора, індуктивної котушки та конденсатора. Векторна діаграма кола. Резонанс напруг. Практичне застосування резонансу

напруг. Рівняння електричного стану кола з паралельним з'єднанням резистора, індуктивної котушки та конденсатора. Векторна діаграма. Резонанс струмів.

РОЗДІЛ 3. Лінійні електричні кола періодичного змінного струму.

Тема 3.1. Трифазні кола. Принцип дії трифазного генератора. Способи зображення симетричної системи ЕРС. Способи з'єднання фаз трифазного джерела живлення. Трипровідна і чотирипровідна система. Фазні та лінійні напруги. Класифікація і способи ввімкнення споживачів у трифазне коло. Симетричні режими трифазного кола. Співвідношення між фазними та лінійними напругами і струмами при симетричних споживачах. Несиметричні режими у трипровідній і чотирипровідній системах.

Тема 3.2. Лінійні кола несинусоїдного струму. Умови виникнення періодичних несинусоїдних напруг і струмів. Представлення періодичних несинусоїдних величин часовими діаграмами, рядом Фур'є, частотним спектром. Графоаналітичний метод визначення гармонік ряду Фур'є. Коефіцієнти, які характеризують періодичні несинусоїдні напруги і струми.

РОЗДІЛ 4. Розрахунок перехідних процесів в лінійних електричних колах.

Тема 4.1. Класичний метод розрахунку перехідного процесу. Розрахунок електричних кіл класичним методом. Причини виникнення перехідних процесів. Диференційні рівняння електричного стану кіл. Усталені та вільні складові струмів і напруг. Закони комутації та їх використання для визначення початкових умов перехідних процесів.

Тема 4.2. Операторний метод розрахунку перехідного процесу. Послідовність розрахунку електричних кіл операторним методом. Вплив параметрів кола на тривалість перехідного процесу, стала часу.

ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

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 врахуванням 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 врахуванням 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 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

ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

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. 116-120, 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, Льенара-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.

ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Розділ 1. Загальні відомості про метрологію та електричні вимірювання

1. Метрологія і її завдання, система одиниць СІ, види вимірювань, класифікація засобів виміральної техніки.

Розділ 2. Похибки вимірювань

1. Нормування класу точності засобів вимірювання (ЗВ). Знаходження похибки прямих одноразових вимірювань.

2. Знаходження результату прямих багаторазових вимірюваннях.

3. Знаходження результату опосередкованих одноразових вимірювань.

Розділ 3. Масштабні перетворювачі струму і напруги.

1. Вимірвальні трансформатори напруги – призначення, схеми ввімкнення приладів у однофазне та трифазне коло через вимірвальні трансформатори напруги (ВТН).

2. Вимірвальні трансформатори струму – призначення, схеми ввімкнення приладів у однофазне та трифазне коло через вимірвальні трансформатори струму (ВТС).

Розділ 4. Вимірювання параметрів електричних сигналів.

1. Аналогові засоби вимірювання (ЗВ) – загальна структура, моменти, що діють у виміральному механізмі, рівняння перетворення.

2. Повірка засобів вимірювання (ЗВ).

Розділ 5. Електровимірвальні прилади.

1. Конструкція та принцип дії індукційних лічильників енергії.

2. Похибки індукційного лічильника енергії.
3. Підключення індукційного лічильника енергії – в однофазне коло, у трифазне коло, окремо, через вимірювальні трансформатори напруги (ВТН) та вимірювальні трансформатори струму (ВТС).
4. Електронно-променевий осцилограф – будова та принцип дії.
5. Вимірювання кута зсуву фаз між сигналами методом фігур Ліссажу (методом еліпса).
6. Вимірювання частоти сигналів методом фігур Ліссажу.
7. Цифрові електровимірювальні прилади – визначення, загальна структура, дискретизація та квантування.

Розділ 6. Вимірювання параметрів електричних кіл.

1. Мостові вимірювальні схеми – загальна будова та принцип дії.
2. Методи одного ватметра для вимірювання активної та реактивної потужності у трифазному колі.
3. Методи двох ватметрів для вимірювання активної потужності у трифазному колі.
4. Методи двох ватметрів для вимірювання виключно реактивної потужності у трифазному колі.
5. Методи трьох ватметрів для вимірювання активної та реактивної потужності у трифазному колі.

ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ДОДАТКОВОГО 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	ECTS оцінка	Залікова оцінка
95-100	A	Зраховано
85-94	B	
75-84	C	
65-74	D	
60-64	E	
Менше 60	Fx	Незраховано

ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ ДОДАТКОВОГО ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ

1. Навантажувальна спроможність трансформаторів. Теплове старіння ізоляції та її зношення. Систематичні і аварійні перенавантаження.

2. Перехідні ЕРС і реактивності синхронної машини без демпферних контурів. Баланс магнітних потоків. Визначення перехідних ЕРС і реактивності генератора. Схема заміщення генератора.

3. Рівняння руху електропривода. Основні характеристики руху електроприводів. Приведення моментів опору і моментів інерції. Час пуску і гальмування електропривода. Графічні і графоаналітичні методи розв'язання рівнянь руху приводу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

1. Вольдек А.И. Электрические машины. – М. – Л.: Энергия, 1978. – 832с.
2. Андрієнко В.М., Куєвда В.П. Электричні машини: Навч. посіб. – К.: НУХТ, 2010. – 366 с.
3. Копылов И.П. Электрические машины. М.: Энергоатомиздат, 1986.- 360 с.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

1. Основы теории цепей: Учебник для вузов (Г.И. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов.) – 5-е издание., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
2. Зевеке Г.В., Ионкин П.А. і ін. “Основы теории кіл”. – М.: Энергия, 1989. – 528 с. –Рос.
3. “Теоретичні основи електротехніки. Т.1” Під редакцією І.М. Чиженка, В.С. Бойка.– К.:”Політехніка”, 2004.

ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

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.

ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

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.

ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

1. Основы метрологии и электрические измерения / Под ред. Е.М.Душина.- Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 480 с.
2. Измерение электрических и неэлектрических величин / Под ред. Н.И. Евтихеева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.
3. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. – Л.: Энергоатомиздат, 1991.
4. Электрические измерения / Под ред. В.Н. Малиновского. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 450 с.
5. Тартаковский Д.Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений. – М.: Высш. шк., 2002. -205 с.

ЕКОЛОГІЯ ЗА ПРОФЕСІЙНИМ СПРЯМУВАННЯМ

1. Корсак К.В., Плахотнік О.В. Основы сучасної екології: Навчальний посібник. – К.: МАУП, 2005. – 240 с.
2. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.Ю. Основы екології. – К.: Либідь, 2005. – 408 с.
3. Запольський А.К., Салюк А.І. Основы екології: Підручник / За ред. К.М.Ситника. – К.: Вища школа, 2005. – 358 с.

Розробник програми:

к.т.н., доц. Цивінський С.С.