

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электромеханика, электрические и электронные аппараты

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Неноминальные режимы работы и переходные процессы в электрических
машинах**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Иванов А.С.
	Идентификатор	R28e5c30d-IvanovAIS-37175ef6

А.С. Иванов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецова Е.А.
	Идентификатор	Re7bf1ad9-KuznetsovaYA-c9331b9

Е.А.
Кузнецова

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

М.Г. Киселев

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-4 Способен принимать участие в проектировании, анализировать конкурентоспособные варианты технических решений и обосновывать выбор целесообразных проектных решений в соответствии с требованиями технического задания в области электрических машин и аппаратов

ИД-5 Применяет приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических машин и аппаратов

ИД-7 Разрабатывает упрощенные модели электромеханических преобразователей энергии и протекающих в них процессов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Выполнение задания

1. КМ-1 Расчет токов при несимметричной нагрузке трансформаторов (Контрольная работа)

2. КМ-2 Высшие гармоники ЭДС обмоток машин переменного тока (Контрольная работа)

Форма реализации: Защита задания

1. КМ-3 Защита лабораторной работы «Исследование несимметричной нагрузки трёхфазного трансформатора» (Лабораторная работа)

2. КМ-4 Защита лабораторной работы «Исследование трёхфазного асинхронного двигателя в ненормальных режимах» (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-5 Моделирование переходных процессов в трансформаторах (Лабораторная работа)

2. КМ-6 Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе (Лабораторная работа)

3. КМ-7 Исследование переходных процессов в двигателе постоянного тока. (Программирование (код))

БРС дисциплины

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 КМ-1 Расчет токов при несимметричной нагрузке трансформаторов (Контрольная работа)

КМ-2 КМ-2 Высшие гармоники ЭДС обмоток машин переменного тока (Контрольная работа)

КМ-3 КМ-3 Защита лабораторной работы «Исследование несимметричной нагрузки трёхфазного

- трансформатора» (Лабораторная работа)
- КМ-4 КМ-4 Защита лабораторной работы «Исследование трёхфазного асинхронного двигателя в неноминальных режимах» (Лабораторная работа)
- КМ-5 КМ-5 Моделирование переходных процессов в трансформаторах (Лабораторная работа)
- КМ-6 КМ-6 Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе (Лабораторная работа)
- КМ-7 КМ-7 Исследование переходных процессов в двигателе постоянного тока.
(Программирование (код))

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	4	6	8	10	12	13	14
Неноминальные режимы работы трансформаторов и электрических машин.								
Неноминальные режимы работы трансформаторов и электрических машин. Их виды и причины возникновения.	+					+	+	
Несимметричная нагрузка трансформаторов.								
Кривая установившегося тока холостого хода трансформатора при учете насыщения и гистерезиса. Влияние схемы соединения обмоток трехфазного трансформатора на высшие гармоники в потоке и намагничивающем токе.			+					
Несимметричная нагрузка трансформаторов. Метод симметричных составляющих.			+					
Высшие временные и пространственные гармоники в машинах переменного тока								
Причины возникновения временных и пространственных гармоник. ЭДС в обмотке при синусоидальном и несинусоидальном распределении магнитного поля в воздушном зазоре.				+				
Улучшение формы кривой ЭДС. Способы борьбы с высшими гармониками.				+				
Высшие гармоники МДС обмоток. МДС трёхфазной обмотки. Прямо- и обратновращающиеся поля.				+				
Работа асинхронного двигателя в неноминальных режимах								
Процесс пуска асинхронного двигателя. Влияние высших пространственных гармоник магнитного поля на пуск и работу асинхронного двигателя.					+			
Работа асинхронного двигателя в неноминальных и аварийных режимах					+			
Генераторный режим работы асинхронной машины								

Работа асинхронного генератора параллельно с сетью большой мощности.				+			
Автономный асинхронный генератор				+			
Несимметричная нагрузка синхронных генераторов							
Несимметричная нагрузка синхронных генераторов					+	+	
Переходные процессы в трансформаторах и электрических машинах, виды и математическое описание процессов.							
Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах. Обыкновенные дифференциальные уравнения для математического описания переходных процессов.					+	+	
Переходные процессы в трансформаторах							
Переходные процессы в трансформаторах					+	+	
Математическая модель обобщенной электрической машины							
Математическая модель обобщенной электрической машины					+	+	
Дифференциальные уравнения электрической машины в различных координатах.					+	+	
Переходные процессы в асинхронных машинах							
Переходные процессы в асинхронных машинах					+	+	
Переходные процессы в синхронных машинах							
Дифференциальные уравнения синхронных машин					+	+	
Устойчивость синхронных машин					+	+	
Переходные процессы в машинах постоянного тока.							
Переходные процессы в машинах постоянного тока.							+
Вес КМ:	10	15	15	15	15	20	10

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-4	ИД-5ПК-4 Применяет приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических машин и аппаратов	Знать: методы математического анализа и моделирования несимметричных режимов работы электрических машин и трансформаторов методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования переходных процессов в электрических машинах и трансформаторах Уметь: определять причины неисправностей электрических машин и трансформаторов рассчитывать режимы работы электрических машин и трансформаторов и характеризующие их параметры Рассчитывать параметры и	КМ-1 КМ-1 Расчет токов при несимметричной нагрузке трансформаторов (Контрольная работа) КМ-2 КМ-2 Высшие гармоники ЭДС обмоток машин переменного тока (Контрольная работа) КМ-4 КМ-4 Защита лабораторной работы «Исследование трёхфазного асинхронного двигателя в номинальных режимах» (Лабораторная работа) КМ-5 КМ-5 Моделирование переходных процессов в трансформаторах (Лабораторная работа) КМ-6 КМ-6 Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе (Лабораторная работа)

		характеристики электрических машин и трансформаторов в неноминальных и несимметричных режимах работы	
ПК-4	ИД-7 _{ПК-4} Разрабатывает упрощенные модели электромеханических преобразователей энергии и протекающих в них процессов	Знать: методы теоретического и экспериментального исследования несимметричных режимов работы электрических машин и трансформаторов Уметь: использовать современные программные средства для расчета переходных процессов в линейных и нелинейных электрических и магнитных цепях электрических машин и трансформаторов	КМ-3 КМ-3 Защита лабораторной работы «Исследование несимметричной нагрузки трёхфазного трансформатора» (Лабораторная работа) КМ-7 КМ-7 Исследование переходных процессов в двигателе постоянного тока. (Программирование (код))

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ-1 Расчет токов при несимметричной нагрузке трансформаторов

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты выдаётся задача по нахождению токов в обмотках трансформатора при заданных линейных токах во торичной цепи в несимметричном режиме. Студент решает задачу и сдаёт её на проверку преподавателю.

Краткое содержание задания:

Найти токи в фазах первичной обмотки трансформатора и смещение нулевой точки при заданных токах вторичной цепи

Контрольные вопросы/задания:

За пл ан ир ов ан ны е ре зу ль та ты об уч ен ия по ди сц ип ли не	Вопросы/задания для проверки	
У ме ть: Ра сс чи ты ва ть па	1. Рассчитать токи первичной сети трансформатора и определить смещение нулевой точки звезды фазных напряжений в первичной обмотке (для соединения обмоток по схеме «звезда»). Задать линейные токи вторичной сети: $I_a = I_n \cdot \exp(0)$ $I_b = I_n \cdot 0,1 \cdot n \cdot \exp(-j \cdot 2 \cdot \pi / 3)$ $I_c = I_n \cdot 0,5 \cdot \exp(-j \cdot \pi / 3 + n),$ где I_n – номинальный ток вторичной цепи трансформатора, n – номер варианта по журналу. <table border="1"><tr><td>Основные данные трехфазных двухобмоточных трансформаторов с естественным</td></tr></table>	Основные данные трехфазных двухобмоточных трансформаторов с естественным
Основные данные трехфазных двухобмоточных трансформаторов с естественным		

За пл ан ир ов ан ны е ре зу ль та ты об уч ен ия по ди сц ип ли не	Вопросы/задания для проверки																			
ра ме тр ы и ха ра кт ер ис ти ки эл ек три чес ки х ма ши н и тр ан сф ор ма то	масляным охлаждением с алюминиевыми (№ 1—18) и медными (№ 19—32) обмотками																			
	Общие данные			Обмотки						Магнитная система				Бак		Контроль ные данные				
	№ , п / п	М ощ нос ть, S , кВ · А	С хе мы и гр уп пы со е ди не ний	Но мин аль ные нап ряже ния, В	Чи сло вит ков	Сеч ени е вит ка, мм 2	Вн ут ре нн ий ди ам етр	Рад иал ьн ые раз мер ы, см	К ан ал ме жд у об мот ка ми В Н и Н	В ы со та об мот ки	Ди а ме тр ст е р ж ня	Ак тив ное	Вы сот а, см	Р ас сто я - ни е ме жд у ос ся ми	М ас са ма сл а, ,	М ас са ба ка ,	Р к , В т	Р х , В т	и к , , %	И 0 , , %

[illegible]

Вопросы/задания для проверки

ро
в в
не
но
ми
на
ль
ны
х
и
не
си
м
ме
тр
ич
ен
ых
ре
жи
ма
х
ра
бо
ты

а
т
е
л
ь
-
н
о
с
т
и
,
%

сече
ние,
см²

К	К
Г	Г

h	h
C	Я

$$\begin{matrix} 1 \\ 1 \\ = \\ 1 \\ 2 \\ , \\ \mathbf{c} \\ \mathbf{M} \end{matrix}$$

a
1
2
.
c
M

H	
H	

В	
И	

	E	H
--	---	---

D
1
c
M

H	
H	

F F	
---------------------------------	--

BH

H	
H	

3	
H	

	F
	F

II
II

H
H

BH

1000000

Н
Х
е
и
а
а
о
ы

ен
ы
ре
ж
м
х
ра
бо
те

За пл ан ир ов ан ны е ре зу ль та ты об уч ен ия по ди сц ип ли не	Вопросы/задания для проверки																												
			1	6 3	Y / Y - 0	3 3 0 0	2 3 0	7 1 0	4 9	9 · 1	8 4 · 5	11. 9	3 · 5	1 · 4	1. 4	4 0	1 1	8 0 · 6	9 2 · 4	4 4	1 0 · 5	2 6	1 7 0	8 0	1 2 8 0	2 6 5	4 · 5	2 · 8	5 0
			2	6 3	Y / Y - 0	6 0 0 0	4 2 0	1 2 6 0	8 8	4 · 7	4 4 · 5	11. 9	3 · 8	1 · 2 5	1. 2 5	4 0	1 1	8 0 · 6	9 2 · 4	4 3 · 5	1 0 · 5	2 5	1 7 0	8 0	1 2 8 0	2 6 5	4 · 5	2 · 8	5 0
			3	6 3	Y / Y - 0	1 0 0 0	4 0 0	2 1 0 0	8 4	2 · 8 3	4 6 · 8	11. 9	3 · 7 5	1 · 3	1. 3	3 9 · 5	1 1	8 0 · 6	9 2 · 4	4 3 · 4	1 0 · 5	2 5 · 5	1 7 0	8 0	1 2 8 0	2 6 5	4 · 5	2 · 8	5 0
			4	1 0 0	Y / Y - 0	3 3 0 0	2 3 0	6 0 5	4 2	1 0 · 9	1 9 2 · 5	12. 4	3 · 1 5	2 · 2	1. 1	4 9 · 5	1 1 · 5	9 0 · 2	1 0 7 · 9	5 3 · 5	1 1 · 5	2 6	2 1 0	1 5 0	1 9 7 0	3 6 5	4 · 5	2 · 6	5 0
			5	1 0 0	Y / Y - 0	6 0 0 0	4 4 0	1 1 2 5	8 2	5 · 4 3	9 9 · 6	12. 5	3	2 · 2	1. 2	4 9	1 1 · 5	9 0 · 2	1 0 7 · 9	5 3	1 1 · 5	2 6 · 5	2 1 0	1 5 0	1 9 7 0	3 6 5	4 · 5	2 · 6	5 0
			6	1 0 0	Y / Д - 1 1	6 3 0 0	4 0 0	1 1 8 0	1 3 0	5 · 7 5	6 3 · 4	12. 5	3 · 1	2 · 3	1	4 9	1 1 · 5	9 0 · 2	1 0 7 · 9	5 3 · 5	1 1 · 5	2 6 · 5	2 1 0	1 5 0	1 9 7 0	3 6 5	4 · 5	2 · 6	5 0

За пл ан ир ов ан ны е ре зу ль та ты об уч ен ия по ди сц ип ли не	Вопросы/задания для проверки																											
		7	1 0 0	Y / Y - 0	1 0 0 0 0	4 0 0	1 8 5 0	7 4	3 . 5 2	1 1 0 . 8	12. 3	3 . 2 5	2 . 1	1	5 0	1 1 . 5	9 0 . 2	1 0 7 . 9	5 3 . 5	1 1 . 5	2 6	2 1 0	1 5 0	1 9 7 0	3 6 5	4 . 5	2 . 6	5 0
		8	1 6 0	Y / Y - 0	3 0 0 0	2 3 0	3 9 4	3 0	2 0 . 7	2 3 5 . 6	14. 8	3 . 7	2 . 7	0. 9	4 6 . 5	1 4	1 3 4 . 2	1 4 1 . 1	5 1 . 5	1 3 . 5	3 0 . 7	2 9 5	2 2 0	2 6 5 0	5 6 5	4 . 5	2 . 4	5 0
		9	1 6 0	Д / Y - 1 1	3 3 0 0	6 9 0	7 3 0	8 8	1 0 . 8 5	7 7 . 5	15	3 . 6	2 . 8	0. 9	4 7	1 4	1 3 4 . 2	1 4 1 . 1	5 2	1 3 . 5	3 1 . 5	2 9 5	2 2 0	2 6 5 0	5 6 5	4 . 5	2 . 4	5 0
		10	1 6 0	Y / Д - 1 1	6 0 0 0	6 9 0	7 7 0	1 5 2	1 0 . 2 5	4 4 . 8	14. 7	3 . 8 5	2 . 5	1	4 7	1 4	1 3 4 . 2	1 4 1 . 1	5 1 . 5	1 3 . 5	3 1	2 9 5	2 2 5	2 6 5 0	5 6 5	4 . 5	2 . 4	5 0
		11	1 6 0	Y / Y - 0	1 0 0 0 0	4 0 0	1 2 7 3	5 1	6 . 1 5	1 3 2 . 6	14. 8	3 . 9 5	2 . 4 5	0. 9 5	4 6 . 5	1 4	1 3 4 . 2	1 4 1 . 1	5 1 . 5	1 3 . 5	3 0 . 7	2 9 5	2 2 5	2 6 5 0	5 6 5	4 . 5	2 . 4	5 0

За пл ан ир ов ан ны е ре зу ль та ты об уч ен ия по ди сц ип ли не	Вопросы/задания для проверки																												
			1 2	2 5 0	У / У - 0	3 3 0 0	2 3 0 0	3 5 8	2 5	3 3 . 5	3 4 8	16	4 . 5	2 . 5	1	5 5	1 5	1 5 5 . 1	1 6 8 . 1	5 9	1 4 . 5	3 3 . 5	3 4 0	2 6 0	3 7 0 0	8 2 0	4 . 5	2 . 3	6 0
			1 3	2 5 0	Д / У - 1 1	6 6 0 0	4 4 0	1 2 0 0	4 6	1 0 . 6 5	1 8 1	16	4 . 5	2 . 5	1. 1	5 5	1 5	1 5 5 . 1	1 6 8 . 1	6 0	1 4 . 5	3 4	3 4 0	2 6 0	3 7 0 0	8 5 0	4 . 5	2 . 3	6 0
			1 4	2 5 0	У / Д - 1 1	6 0 0 0	6 9 0	6 3 0	1 2 6	1 7 . 8	6 4 . 4	16	4	2 . 5	1. 2	5 4	1 5	1 5 5 . 1	1 6 8 . 1	5 9 . 0	1 4 . 5	3 4	3 4 0	2 6 0	3 7 0 0	8 2 0	4 . 5	2 . 3	—
			1 5	2 5 0	У / У - 0	1 0 0 0	4 0 0	1 0 5 0	4 2	1 1 . 1	1 9 8	16	4 . 5 5	2 . 4 5	0. 9 5	5 5	1 5	1 5 5 . 1	1 6 8 . 1	5 9	1 4 . 5	3 3	3 4 0	2 6 0	3 7 0 0	8 2 0	4 . 5	2 . 3	6 0
			1 6	6 3 0	Д / У - 1 1	6 0 0 0	4 0 0	6 2 4	2 4	2 9 . 2	4 6 9	21	5 . 2	3 . 1 5	0. 9	5 9 . 3	2 0	2 7 1 . 6	2 8 2 . 6	6 6	1 9 . 5	4 0 . 5	7 9 0	4 8 0	7 0 0 0	1 4 2 0	5	1 . 5	7 0
			1 7	1 0 0	Д / У	6 0 0 0	4 0 0	4 4 1	1 7	4 0 . .	7 5 4	25	4 . 4	1 . 9	3. 0 5	6 8	2 4	3 7 1	3 7 2	7 8	2 3	4 8	1 5 0	9 0 0	1 0 0	2 4 0	5 . 5	1 . 4	7 0

За пл ан ир ов ан ны е ре зу ль та ты об уч ен ия по ди сц ип ли не	Вопросы/задания для проверки																													
			0	- 1 1	0				7	.	8		5	5					.	5				0		0	0			
	1 8	1 6 0 0	Y / Y - 0	1 0 0 0 0	4 0 0	3 7 6	1 5	6 3 . 1	1 4 0 3	29. 4	4 . 3 5	3 . 6	1. 1	9 7	2 6	4 3 5	4 4 0 . 7	1 0 7	2 5	5 2	2 4 0 0	1 1 2 0	1 4 5 0 0	3 1 0 0	5	1 . 3	7 0			
	1 9	2 5	Y / Y - 0	3 3 0 0	2 3 0	1 0 3 2	7 2	2 . 7 8	2 2 . 3	9.8	1 . 8	2 . 2	1. 4 5	2 8	9	5 6 . 1	5 7 . 7	3 4	8 . 5	2 1 . 3	9 5	6 0	4 9 0	1 2 0	4 . 5	3	4 0			
	2 0	2 5	Y / Y - 0	1 1 0 0 0	2 3 0	3 4 4 1	7 2	0 . 7 8 5	3 2 . 4	9.8	2 . 7	1 . 2 5	1. 3 5	2 8 . 0 5	9	5 6 . 1	5 7 . 7	3 4	8 . 5	2 1 . 3	9 5	6 0	4 9 0	1 2 0	4 . 5	3	4 0			
	2 1	4 0	Y / Y - 0	3 0 0 0	2 3 0	9 3 8	7 2	4 . 0 1	5 4 . 2	9.8	2 . 7	1 . 5 5	1. 0 5	4 3	9	5 6 . 1	5 7 . 7	4 9 . 5	8 . 5	2 1 . 3	1 1 0	7 5	8 5 0	1 4 5	4 . 5	2 . 8	4 0			
	2 2	4 0	Y / Y - 0	6 0 0 0	4 0 0	1 8 7 7	1 2 5	2 . 0 6	2 7 . 8	9.8	2 . 7 5	1 . 6 5	0. 9 5	4 3 . 1	9	5 6 . 1	5 7 . 7	4 9 . 5	8 . 5	2 1 . 3	1 1 0	7 5	8 5 0	1 4 5	4 . 5	2 . 8	4 0			
	2 3	4 0	Y / Y	1 0 0 0	4 0 0	3 1 2	1 5	1 . 2 .	2 7 . .	9.8	2 . 7	1 . 6	0. 9 5	4 3 . .	9	5 6 . .	5 7 . .	4 9 . .	8 . 5	2 1 . .	1 1 0	7 5	8 5 0	1 4 5	4 . 5	2 . 8	4 0			

За пл ан ир ов ан ны е ре зу ль та ты об уч ен ия по ди сц ип ли не	Вопросы/задания для проверки																													
			- 0	0 0		8		3	8			5		1		1	7	5		3										
	2 4	1 6 0	Y / Y - 0	1 1 0 0 0	4 4 0	1 4 5 0	5 8	4 . 6 8	1 2 0	14. 9	3 . 7	2 . 7	0. 9	4 5 . 6	1 4	1 3 5 . 2	1 3 7 . 6	5 2	1 3 . 5	3 0 . 7	2 2 5	1 7 5	2 1 0 0	4 6 0	4 . 5	1 . 7	5 0			
	2 5	2 5 0	Y / Y - 0	1 1 0 0 0	4 4 0	1 1 0 0	4 4	7 . 3	1 5 4 . 8	17	3 . 6 5	2 . 6	1. 2	4 9 . 5	1 6	1 6 6	1 7 2	5 5 . 5	1 5 . 5	3 3	3 1 5	2 2 5	3 0 0 0	6 5 0	4 . 5	2 . 3	6 0			
	2 6	2 5 0	Y / Д - 1 1	1 1 0 0 0	1 9 0	1 1 0 0	3 3	7 . 3	2 1 0	17	3 . 6 5	2 . 6	1. 2	4 9 . 6	1 6	1 6 6	1 7 2	5 5 . 5	1 5 . 5	3 3	3 1 5	2 2 5	3 0 0 0	6 5 0	4 . 5	2 . 3	—			
	2 7	4 0 0	Y / Д - 1 1	1 1 0 0 0	1 9 0	8 6 9	2 6	1 1	3 0 9 . 6	19	3 . 6	2 . 7 5	1. 3	5 5 . 2	1 8	2 2 2 . 6	2 3 0 . 6	6 2	1 7 . 5	3 6	4 6 5	3 0 0	4 1 0 0	9 0 0	5	1 . 5	—			
	2 8	4 0 0	Y / Y - 0	1 1 0 0 0	4 4 0	8 7 5	3 5	1 1	2 4 2	19	3 . 6	2 . 7 5	1. 3	5 5 . 6	1 8	2 2 2 . 6	2 3 0 . 6	6 2	1 7 . 5	3 6	4 6 5	3 0 0	4 1 0 0	9 0 0	5	1 . 5	6 0			
	2 9	6 3	Д / 1	1 1 1	1 9 1	1 1 1	2 0	1 1	5 6	21	4 . .	3 . .	1. 4	5 8	2 0	2 7	2 8	6 6	1 9	4 0	8 0	4 8	5 0	1 4	5 .	1 .	—			

За пл ан ир ов ан ны е ре зу ль та ты об уч ен ия по ди сц ип ли не	Вопросы/задания для проверки																										
		0	Д - 0	0 0 0	0	5 8		. 1	4		4 5	4				1 .6	2 .6		. 5	. 5	0	0	0 0	0 0	5	6	
		3 0	Д / У - 1 1	1 1 0 0 0	4 4 0	1 1 7 0	2 7	1 1 .1	4 1 7 .6	21	4 .4 5	3 .4	1. 4	5 8	2 0	2 7 1 .6	2 8 2 .6	6 6	1 9 .5	4 0 .5	8 4 0	4 8 0	5 1 0 0	1 4 0 0	5 .5	1 .6	7 0
		3 1	У / У - 0	6 6 0 0	4 2 0	4 0 9	2 6	3 4 .8	4 1 2 .8	21	4 .4	3 .4	1. 4	6 0	2 0	2 7 1 .6	2 8 2 .6	6 6	1 9 .5	4 0 .5	8 4 0	4 8 0	5 1 0 0	1 4 0 0	5 .5	1 .6	7 0
		3 2	Д / У - 1 1	1 1 0 0 0	4 4 0	7 7 9	1 8	2 5 .8	1 1 2 0	27	4 .5 5	3 .6	1. 9	9 7	2 6	4 6 3 .5	4 6 9 .5	1 0 7	2 5	5 2	2 4 0 0	1 1 2 0	1 2 5 0 0	2 4 0 0	5 .5	1 .3	7 0

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Записан правильный ответ, решение задачи верное и выбран рациональный путь решения. Записан правильный ответ, решение задачи верное, но есть один недочет (негрубые арифметические ошибки, отсутствие пояснений к вводимым обозначениям, используемым формулам и законам, отсутствие обоснований

применимости используемых законов, отсутствие на рисунке к решению используемых при решении задачи величин, отсутствие размерности результата).

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Задача решена в основном верно, но было допущено несколько негрубых ошибок (отсутствие рисунка, поясняющего решение задачи, грубые арифметические ошибки, искажающие смысл полученного ответа, неверные единицы измерения используемых величин, отсутствие ответа в общем виде (решение задачи сразу с использованием заданных числовых значений величин), отсутствие численного ответа при полученном ответе в общем виде (если в условии заданы числовые значения), отсутствие записи используемого закона в общем виде).

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Задача решена в основном верно, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному ответу.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: В задаче получен неверный ответ, связанный с грубыми ошибками, отражающими непонимание студентом изучаемого раздела, или записано «дано» для данной задачи и (или) приведенные записи не относятся к решению данной задачи, или решение задачи отсутствует полностью.

КМ-2. КМ-2 Высшие гармоники ЭДС обмоток машин переменного тока

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты выдаётся задача по расчёту ЭДС, наведённых в обмотке статора электрической машины от высших гармоник магнитного поля. Студент решает задачу и сдаёт её на проверку преподавателю.

Краткое содержание задания:

Для трёхфазного асинхронного двигателя определить ЭДС, наводимые в одной фазе обмотки статора n -й гармоникой магнитного поля (для $n = 5, 7, 11$).

Определить ЭДС, наведённую в обмотке ротора основной гармоникой при неподвижном роторе, при номинальной частоте вращения и при частоте вращения, равной половине номинальной.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: определять причины неисправностей электрических машин и трансформаторов	1. Для трёхфазного асинхронного двигателя определить ЭДС, наводимые в одной фазе обмотки статора n -й гармоникой магнитного поля (для $n = 5, 7, 11$). Определить ЭДС, наведённую в обмотке ротора основной гармоникой при неподвижном роторе, при номинальной частоте вращения и при частоте вращения, равной половине номинальной. Номинальные данные двигателя: $P_{2н} = 10$ кВт, $U_{1н} = 220/380$ В, $\eta_{ном} = 85\%$, $\cos\phi_{ном} = 0,82$, $n_{ном} = 1420$ об/мин, $f_1 = 50$ Гц. Данные ротора: $U_2 = 160$ В, $I_2 = 40$ А.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	Обмоточные данные статора: $Z_1 = 36$, $w_1 = 114$, $y_1 = 1-8$. Обмоточные данные ротора: $Z_2 = 48$, $y_2 = 1-11$, $w_2 = 48$. Амплитуды высших гармоник потока Φ_{mv} принять равными Φ_{m1} / v. Для этого следует определить амплитуду первой гармоники магнитного потока Φ_{m1}, пренебрегая падением напряжения на полном сопротивлении обмотки статора. 2. Для трёхфазного асинхронного двигателя определить ЭДС, наводимые в одной фазе обмотки статора n-й гармоникой магнитного поля (для $n = 5, 7, 11$). Определить ЭДС, наведённую в обмотке ротора основной гармоникой при неподвижном роторе, при номинальной частоте вращения и при частоте вращения, равной половине номинальной. Номинальные данные двигателя: $P_{2н} = 10$ кВт, $U_{1н} = 500$ В (Y), $\eta_{ном} = 85\%$, $\cos\phi_{ном} = 0,82$, $n_{ном} = 1420$ об/мин, $f_1 = 50$ Гц. Данные ротора: $U_2 = 160$ В, $I_2 = 40$ А. Обмоточные данные статора: $Z_1 = 36$, $w_1 = 150$, $y_1 = 1-8$. Обмоточные данные ротора: $Z_2 = 48$, $y_2 = 1-11$, $w_2 = 48$. Амплитуды высших гармоник потока Φ_{mv} принять равными Φ_{m1} / v. Для этого следует определить амплитуду первой гармоники магнитного потока Φ_{m1}, пренебрегая падением напряжения на полном сопротивлении обмотки статора. 3. Для трёхфазного асинхронного двигателя определить ЭДС, наводимые в одной фазе обмотки статора n-й гармоникой магнитного поля (для $n = 5, 7, 11$). Определить ЭДС, наведённую в обмотке ротора основной гармоникой при неподвижном роторе, при номинальной частоте вращения и при частоте вращения, равной половине номинальной. Номинальные данные двигателя: $P_{2н} = 13$ кВт, $U_{1н} = 220/380$ В, $\eta_{ном} = 86\%$, $\cos\phi_{ном} = 0,82$, $n_{ном} = 1420$ об/мин, $f_1 = 50$ Гц. Данные ротора: $U_2 = 198$ В, $I_2 = 46$ А. Обмоточные данные статора: $Z_1 = 36$, $w_1 = 90$, $y_1 = 1-8$. Обмоточные данные ротора: $Z_2 = 48$, $y_2 = 1-11$, $w_2 = 48$. Амплитуды высших гармоник потока Φ_{mv} принять

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	равными $\Phi m_1 / v$. Для этого следует определить амплитуду первой гармоники магнитного потока Φm_1, пренебрегая падением напряжения на полном сопротивлении обмотки статора. 4.Для трёхфазного асинхронного двигателя определить ЭДС, наводимые в одной фазе обмотки статора n-й гармоникой магнитного поля (для $n = 5,7,11$). Определить ЭДС, наведённую в обмотке ротора основной гармоникой при неподвижном роторе, при номинальной частоте вращения и при частоте вращения, равной половине номинальной. Номинальные данные двигателя: $P_{2н} = 13 \text{ кВт}$, $U_{1н} = 500 \text{ В (Y)}$, $\eta_{ном} = 86\%$, $\cos\phi_{ном} = 0,82$, $n_{ном} = 1420 \text{ об/мин}$, $f_1=50 \text{ Гц}$. Данные ротора: $U_2 = 198 \text{ В}$, $I_2 = 46 \text{ А}$. Обмоточные данные статора: $Z_1 = 36$, $w_1 = 114$, $y_1 = 1-8$. Обмоточные данные ротора: $Z_2 = 48$, $y_2 = 1-11$, $w_2 = 48$. Амплитуды высших гармоник потока Φm_v принять равными $\Phi m_1 / v$. Для этого следует определить амплитуду первой гармоники магнитного потока Φm_1, пренебрегая падением напряжения на полном сопротивлении обмотки статора. 5.Для трёхфазного асинхронного двигателя определить ЭДС, наводимые в одной фазе обмотки статора n-й гармоникой магнитного поля (для $n = 5,7,11$). Определить ЭДС, наведённую в обмотке ротора основной гармоникой при неподвижном роторе, при номинальной частоте вращения и при частоте вращения, равной половине номинальной. Номинальные данные двигателя: $P_{2н} = 7,5 \text{ кВт}$, $U_{1н} = 220/380 \text{ В}$, $\eta_{ном} = 84\%$, $\cos\phi_{ном} = 0,82$, $n_{ном} = 960 \text{ об/мин}$, $f_1=50 \text{ Гц}$. Данные ротора: $U_2 = 140 \text{ В}$, $I_2 = 35 \text{ А}$. Обмоточные данные статора: $Z_1 = 54$, $w_1 = 162$, $y_1 = 1-8$. Обмоточные данные ротора: $Z_2 = 36$, $y_2 = 1-6$, $w_2 = 60$. Амплитуды высших гармоник потока Φm_v принять равными $\Phi m_1 / v$. Для этого следует определить амплитуду первой гармоники магнитного потока Φm_1, пренебрегая падением напряжения на полном сопротивлении обмотки статора. 6.Для трёхфазного асинхронного двигателя определить ЭДС, наводимые в одной фазе обмотки статора n-й

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	гармоникой магнитного поля (для $n = 5, 7, 11$). Определить ЭДС, наведённую в обмотке ротора основной гармоникой при неподвижном роторе, при номинальной частоте вращения и при частоте вращения, равной половине номинальной. Номинальные данные двигателя: $P_{2н} = 7,5$ кВт, $U_{1н} = 500$ В (Y), $\eta_{ном} = 84\%$, $\cos\phi_{ном} = 0,82$, $n_{ном} = 960$ об/мин, $f_1 = 50$ Гц. Данные ротора: $U_2 = 140$ В, $I_2 = 35$ А. Обмоточные данные статора: $Z_1 = 54$, $w_1 = 216$, $y_1 = 1-8$. Обмоточные данные ротора: $Z_2 = 36$, $y_2 = 1-6$, $w_2 = 60$. Амплитуды высших гармоник потока Φ_{mv} принять равными Φ_{m1} / v. Для этого следует определить амплитуду первой гармоники магнитного потока Φ_{m1}, пренебрегая падением напряжения на полном сопротивлении обмотки статора. 7. Для трёхфазного асинхронного двигателя определить ЭДС, наводимые в одной фазе обмотки статора n-й гармоникой магнитного поля (для $n = 5, 7, 11$). Определить ЭДС, наведённую в обмотке ротора основной гармоникой при неподвижном роторе, при номинальной частоте вращения и при частоте вращения, равной половине номинальной. Номинальные данные двигателя: $P_{2н} = 10$ кВт, $U_{1н} = 220/380$ В, $\eta_{ном} = 85\%$, $\cos\phi_{ном} = 0,83$, $n_{ном} = 960$ об/мин, $f_1 = 50$ Гц. Данные ротора: $U_2 = 100$ В, $I_2 = 36$ А. Обмоточные данные статора: $Z_1 = 54$, $w_1 = 126$, $y_1 = 1-8$. Обмоточные данные ротора: $Z_2 = 36$, $y_2 = 1-6$, $w_2 = 60$. Амплитуды высших гармоник потока Φ_{mv} принять равными Φ_{m1} / v. Для этого следует определить амплитуду первой гармоники магнитного потока Φ_{m1}, пренебрегая падением напряжения на полном сопротивлении обмотки статора. 8. Для трёхфазного асинхронного двигателя определить ЭДС, наводимые в одной фазе обмотки статора n-й гармоникой магнитного поля (для $n = 5, 7, 11$). Определить ЭДС, наведённую в обмотке ротора основной гармоникой при неподвижном роторе, при номинальной частоте вращения и при частоте вращения, равной половине номинальной. Номинальные данные двигателя: $P_{2н} = 10$ кВт, $U_{1н} = 500$ В (Y), $\eta_{ном} = 85\%$, $\cos\phi_{ном} = 0,83$, $n_{ном} = 960$ об/мин, $f_1 = 50$ Гц.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	Данные ротора: $U_2 = 100 \text{ В}$, $I_2 = 36 \text{ А}$. Обмоточные данные статора: $Z_1 = 54$, $w_1 = 170$, $y_1 = 1-8$. Обмоточные данные ротора: $Z_2 = 36$, $y_2 = 1-6$, $w_2 = 60$. Амплитуды высших гармоник потока Φ_{mv} принять равными Φ_{m1} / v. Для этого следует определить амплитуду первой гармоники магнитного потока Φ_{m1}, пренебрегая падением напряжения на полном сопротивлении обмотки статора. 9. Для трёхфазного асинхронного двигателя определить ЭДС, наводимые в одной фазе обмотки статора n-й гармоникой магнитного поля (для $n = 5, 7, 11$). Определить ЭДС, наведённую в обмотке ротора основной гармоникой при неподвижном роторе, при номинальной частоте вращения и при частоте вращения, равной половине номинальной. Номинальные данные двигателя: $P_{2н} = 5,5 \text{ кВт}$, $U_{1н} = 220/380 \text{ В}$, $\eta_{ном} = 82\%$, $\cos\phi_{ном} = 0,72$, $n_{ном} = 710 \text{ об/мин}$, $f_1 = 50 \text{ Гц}$. Данные ротора: $U_2 = 115 \text{ В}$, $I_2 = 32 \text{ А}$. Обмоточные данные статора: $Z_1 = 56$, $w_1 = 190$, $y_1 = 1-7$. Обмоточные данные ротора: $Z_2 = 36$, $y_2 = 1-5$, $w_2 = 60$. Амплитуды высших гармоник потока Φ_{mv} принять равными Φ_{m1} / v. Для этого следует определить амплитуду первой гармоники магнитного потока Φ_{m1}, пренебрегая падением напряжения на полном сопротивлении обмотки статора. 10. Для трёхфазного асинхронного двигателя определить ЭДС, наводимые в одной фазе обмотки статора n-й гармоникой магнитного поля (для $n = 5, 7, 11$). Определить ЭДС, наведённую в обмотке ротора основной гармоникой при неподвижном роторе, при номинальной частоте вращения и при частоте вращения, равной половине номинальной. Номинальные данные двигателя: $P_{2н} = 5,5 \text{ кВт}$, $U_{1н} = 500 \text{ В (Y)}$, $\eta_{ном} = 82\%$, $\cos\phi_{ном} = 0,72$, $n_{ном} = 710 \text{ об/мин}$, $f_1 = 50 \text{ Гц}$. Данные ротора: $U_2 = 115 \text{ В}$, $I_2 = 32 \text{ А}$. Обмоточные данные статора: $Z_1 = 56$, $w_1 = 250$, $y_1 = 1-7$. Обмоточные данные ротора: $Z_2 = 36$, $y_2 = 1-5$, $w_2 = 60$. Амплитуды высших гармоник потока Φ_{mv} принять равными Φ_{m1} / v.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	Для этого следует определить амплитуду первой гармоники магнитного потока Φ_{m1} , пренебрегая падением напряжения на полном сопротивлении обмотки статора.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Записан правильный ответ, решение задачи верное и выбран рациональный путь решения. Записан правильный ответ, решение задачи верное, но есть один недочет (негрубые арифметические ошибки, отсутствие пояснений к вводимым обозначениям, используемым формулам и законам, отсутствие обоснований применимости используемых законов, отсутствие на рисунке к решению используемых при решении задачи величин, отсутствие размерности результата).

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Задача решена в основном верно, но было допущено несколько негрубых ошибок (отсутствие рисунка, поясняющего решение задачи, грубые арифметические ошибки, искажающие смысл полученного ответа, неверные единицы измерения используемых величин, отсутствие ответа в общем виде (решение задачи сразу с использованием заданных числовых значений величин), отсутствие численного ответа при полученном ответе в общем виде (если в условии заданы числовые значения), отсутствие записи используемого закона в общем виде).

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Задача решена в основном верно, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному ответу.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: В задаче получен неверный ответ, связанный с грубыми ошибками, отражающими непонимание студентом изучаемого раздела, или записано «дано» для данной задачи и (или) приведенные записи не относятся к решению данной задачи, или решение задачи отсутствует полностью.

КМ-3. КМ-3 Защита лабораторной работы «Исследование несимметричной нагрузки трёхфазного трансформатора»

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита отчёта по лабораторной работе. Проверяется качество и полнота отчёта, студенту задаются дополнительные вопросы.

Краткое содержание задания:

1. Для схем соединения обмоток У/У_н-О, У/Д/У_н-11-0, Д/У_н-11, У/З_н-11 при однофазной и двухфазной нагрузках (У/З_н-11 — выполняется по указанию преподавателя):
 - а) определить расчетным путем и сравнить с опытными данными первичные линейные и фазные токи;
 - б) измерить вторичные линейные и фазные напряжения.

2. Опытным путем определить сопротивление зоп схемы замещения для токов нулевой последовательности трансформатора, имеющего схему соединения обмоток У/Ун-0.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы теоретического и экспериментального исследования несимметричных режимов работы электрических машин и трансформаторов	1. Приведите примеры несимметричной нагрузки трансформаторов. 2. К чему приводит несимметричная нагрузка трансформаторов? 3. К каким неприятным последствиям в эксплуатации приводит несимметрия фазных напряжений? 4. В каких случаях при несимметричной нагрузке появляется ток нулевой последовательности? 5. По каким путям замыкаются индукционные линии потока нулевой последовательности в трехстержневом трансформаторе, в групповом трансформаторе? 6. Каково влияние обмотки, соединенной в треугольник на смещение нулевой точки звезды фазных напряжений из центра тяжести треугольника линейных напряжений? 7. Объясните определение из опыта п. 2 сопротивления нулевой последовательности трансформатора? 8. В каких случаях ток нулевой последовательности, протекающий по вторичной обмотке, является намагничивающим током, создающим магнитный поток нулевой последовательности?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. КМ-4 Защита лабораторной работы «Исследование трёхфазного асинхронного двигателя в неноминальных режимах»

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита отчёта по лабораторной работе. Проверяется качество и полнота отчёта, студенту задаются дополнительные вопросы.

Краткое содержание задания:

Исследовать трёхфазный асинхронный двигатель при работе с неноминальным питающим напряжением, при обрыве фазы статора, при обрыве фазы ротора.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: рассчитывать режимы работы электрических машин и трансформаторов и характеризующие их параметры	1. Постройте механическую характеристику асинхронного электродвигателя при обрыве фазы ротора 2. Постройте механическую характеристику асинхронного электродвигателя при питании повышенным напряжением 3. Постройте механическую характеристику асинхронного электродвигателя при питании пониженным напряжением 4. Рассчитайте, как изменится ток статора однофазного двигателя по сравнению с трёхфазным при одинаковом моменте нагрузки на валу 5. Рассчитайте ЭДС какой частоты наводится током обратной последовательности в обмотке ротора 6. Постройте механическую характеристику асинхронного электродвигателя при обрыве фазы статора

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. КМ-5 Моделирование переходных процессов в трансформаторах

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение и защита лабораторной работы "Исследование переходных процессов в трансформаторе".

Краткое содержание задания:

Провести моделирование переходных процессов в трансформаторе

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы математического анализа и моделирования несимметричных режимов работы электрических машин и трансформаторов	1.Как насыщение магнитопровода влияет на форму тока при включении трансформатора на холостом ходу? 2.При каких условиях и почему при внезапном КЗ трансформатора в его обмотке возникает апериодическая составляющая?
Знать: методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования переходных процессов в электрических машинах и трансформаторах	1.В чём особенность включения в сеть ненагруженного трансформатора? Как вид переходного процесса зависит от момента включения? 2.От чего зависит величина ударного тока КЗ трансформатора? 3.Как величина установившегося тока КЗ трансформатора связана с величиной напряжения КЗ?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-6. КМ-6 Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение и защита лабораторной работы.

Краткое содержание задания:

Моделирование на ПК дифференциальных уравнений асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и исследование его основных режимов работы

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы математического анализа и моделирования несимметричных режимов работы электрических машин и трансформаторов	1. В чем заключается преобразование системы ДУ к виду, удобному для моделирования на ПК?
Знать: методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования переходных процессов в электрических машинах и трансформаторах	1. Какие системы координат использовались для моделирования электрических машин? 2. Как перейти от моделирования в системе координат α, β к системе координат u, v ? В каких случаях для исследования переходного процесса в электрической машине удобна система координат α, β , а в каких система – u, v ?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-7. КМ-7 Исследование переходных процессов в двигателе постоянного тока.

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Программирование (код)

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение и защита задания.

Краткое содержание задания:

Провести моделирование двигателя постоянного тока с постоянными магнитами и оценить влияние параметров двигателя на ход переходных процессов

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: использовать современные программные средства для расчета переходных процессов в линейных и нелинейных электрических и магнитных цепях электрических машин и трансформаторов	1.Напишите систему ДУ для переходного электромеханического процесса двигателя постоянного тока 2.Смоделируйте переходной процесс при изменении момента инерции двигателя 3.Смоделируйте переходной процесс при изменении потока возбуждения двигателя

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Виды ненормальных и несимметричных режимов работы трансформаторов и электрических машин и причины их возникновения.
2. Переходные процессы в асинхронных двигателях при пуске. Статическая и динамическая характеристики.
3. Задача

Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме. Студенту выдаётся билет с двумя вопросами и задачей. На подготовку ответа отводится 60 минут.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-5ПК-4 Применяет приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических машин и аппаратов

Вопросы, задания

1. Виды ненормальных и несимметричных режимов работы трансформаторов и электрических машин и причины их возникновения
2. Кривая установившегося тока холостого хода трансформатора при учёте насыщения и гистерезиса
3. Учёт потерь в стали трансформатора. Влияние гистерезиса на форму кривой тока холостого хода трансформатора
4. Влияние схемы соединения обмоток трёхфазного трансформатора на высшие гармоники в магнитном потоке и намагничивающем токе (трансформаторы со схемой соединения Y/Y и Δ/Y).
5. Влияние конструкции магнитопровода трансформатора со схемой соединения Y/Y на формы кривых намагничивающего тока, магнитного потока и ЭДС (трёхстержневой, броневой, групповой трансформаторы, трансформатор в баке и без бака).
6. Несимметричная нагрузка трансформаторов. Причины и последствия. Суть метода симметричных составляющих.
7. Токи и потоки нулевой последовательности в трансформаторе. Схемы замещения и их параметры для токов нулевой последовательности при различных схемах соединения обмоток трёхфазных трансформаторов ($Y/Y0$ и $\Delta/Y0$).
8. Экспериментальное определение параметров схемы замещения для токов нулевой последовательности трансформатора. Влияние конструкции магнитопровода трансформатора на смещение нулевой точки при несимметричной нагрузке (трансформатор в стальном баке и без бака, трёхстержневой, броневой и групповой трансформаторы).
9. Схема соединения обмоток трансформатора по схеме «зигзаг». Принцип, назначение. Компенсационная обмотка трансформатора.
10. Расчёт токов при несимметричных нагрузках и коротких замыканиях трансформаторов на примере подключения однофазной нагрузки к трансформатору со схемой соединения $Y/Y0$ при известном токе нагрузки.

11. Причины возникновения временных и пространственных гармоник в электрических машинах переменного тока. Влияние высших гармоник на работу электрических машин. Способы борьбы с высшими гармониками.
12. ЭДС в обмотке при несинусоидальном распределении магнитного поля в воздушном зазоре. Обмоточный коэффициент для высших гармоник.
13. Процесс пуска и условия устойчивой работы асинхронного двигателя. Влияние высших гармоник магнитного поля на процесс пуска асинхронного двигателя.
14. Асинхронные и синхронные моменты высших гармоник магнитного поля в асинхронном двигателе.
15. Процесс пуска и условия устойчивой работы асинхронного двигателя. Критерий устойчивости. Виды механических характеристик нагрузочных устройств и производственных механизмов.
16. Асинхронный генератор в режиме работы параллельно с сетью бесконечной мощности: принцип действия, векторная и энергетическая диаграммы. Достоинства и недостатки по сравнению с синхронным генератором.
17. Автономный асинхронный генератор: принцип действия, условие самовозбуждения, расчёт конденсаторов возбуждения.
18. Автономный асинхронный генератор: принцип действия, внешние характеристики при изменении скорости вращения, характера нагрузки и ёмкости конденсаторов возбуждения.
19. Работа трёхфазного асинхронного двигателя при напряжении, отличном от номинального.
20. Работа трёхфазного асинхронного двигателя при частоте, отличной от номинальной.
21. Работа трёхфазного асинхронного двигателя при несимметрии питающего напряжения. Метод симметричных составляющих.
22. Работа трёхфазного асинхронного двигателя при обрыве фазы статора в схеме соединения «звезда»: изменение тока, мощности, скорости, энергетических показателей. Защита двигателя.
23. Работа трёхфазного асинхронного двигателя при обрыве фазного провода статора в схеме соединения «треугольник»: изменение тока, мощности, скорости, энергетических показателей. Защита двигателя.
24. Работа трёхфазного асинхронного двигателя при обрыве линейного провода в схеме соединения «звезда»: изменение тока, мощности, скорости, энергетических показателей. Защита двигателя.
25. Работа трёхфазного асинхронного двигателя при несимметрии сопротивлений обмоток ротора. Эффект Гёргесса. Виды и причины дефектов обмотки ротора.
26. Несимметричная нагрузка синхронного генератора. Влияние токов обратной последовательности на работу синхронного генератора.
27. Режимы несимметричных коротких замыканий синхронных генераторов.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Намагничивающая сила обмоток машин переменного тока на два магнитных зазора равна

Ответы:

- ☐ $F = 2 \cdot w \cdot i$; ☐ $F = w \cdot i$; ☐ $F = w \cdot i/2$

Верный ответ: $F = w \cdot i$;

2. Скольжение s , % асинхронного двигателя при частоте вращения магнитного поля 3000 об/мин и частоте вращения ротора 2940 об/мин:

Ответы:

- ☐ 3; ☐ 2; ☐ 5; ☐ 2,2.

Верный ответ: 2

3. Как изменится пусковой момент асинхронного двигателя при пуске переключением «звезда - треугольник» по сравнению с прямым пуском:

Ответы:

- ☐ уменьшится в 1,73 раза; ☐ уменьшится в 3 раза; ☐ увеличится в 1,73 раза; ☐ увеличится в 3 раза.

Верный ответ: уменьшится в 3 раза

4. Снижение начального пускового тока в питающей сети при пуске переключением «звезда - треугольник»:

Ответы:

- ☐ в 3 раза; ☐ в 1,73 раз;
☐ 9 раз; ☐ в 5 - 7 раз.

Верный ответ: в 3 раза

5. Как изменится ток фазы *A* трёхфазного асинхронного двигателя при обрыве фазы *C* ?

Ответы:

- ☐ не изменится; ☐ увеличится в 2 - 2.5 раза;
☐ увеличится в 1,5 - 2 раза; ☐ нет правильного ответа.

Верный ответ: увеличится в 1,5 - 2 раза;

6. Какие явления возникают в асинхронном двигателе, включенном на напряжение, превышающее номинальное?

Ответы:

- ☐ увеличение потерь в стали; ☐ увеличение вращающего момента;
☐ уменьшение коэффициента мощности; ☐ все явления, указанные выше.

Верный ответ: все явления, указанные выше

7. Частота напряжения питания асинхронного двигателя несколько увеличена. Каким образом можно обеспечить работу асинхронного двигателя в режиме, близком к номинальному?

Ответы:

- ☐ уменьшить напряжение питания;
☐ уменьшить механическую нагрузку на валу;
☐ увеличить механическую нагрузку на валу;
☐ увеличить напряжение питания.

Верный ответ: увеличить напряжение питания.

8. Напряжение, подведённое к обмотке статора асинхронного двигателя, увеличилось в 2 раза. Как изменится вращающий момент?

Ответы:

- ☐ увеличится в 4 раза; ☐ увеличится в 2 раза;
☐ увеличится в 0,8 раза; ☐ не изменится.

Верный ответ: увеличится в 4 раза;

9. Асинхронный генератор с возбуждением от сети:

Ответы:

- ☐ потребляет реактивную мощность из сети;
☐ отдаёт в сеть большую реактивную мощность;
☐ в возбуждении от сети генератор не нуждается.

Верный ответ: потребляет реактивную мощность из сети;

10. Укажите основной недостаток асинхронного генератора.

Ответы:

- ☐ непостоянство частоты вырабатываемого напряжения;
☐ потребление реактивной мощности;
☐ непостоянство величины вырабатываемого напряжения;

Верный ответ: потребление реактивной мощности;

11. Что произойдёт, если конденсатор автономного асинхронного генератора заменить катушками индуктивности?

Ответы:

- ☐ напряжение генератора резко увеличится;
- ☐ напряжение генератора уменьшится до нуля;
- ☐ скольжение резко увеличится;
- ☐ уменьшится $\cos \varphi$.

Верный ответ: напряжение генератора уменьшится до нуля;

12. Как изменится напряжение на зажимах автономного асинхронного генератора при подключении индуктивной нагрузки?

Ответы:

- ☐ уменьшится;
- ☐ не изменится;
- ☐ увеличится;
- ☐ увеличится незначительно.

Верный ответ: уменьшится

2. Компетенция/Индикатор: ИД-7_{ПК-4} Разрабатывает упрощенные модели электромеханических преобразователей энергии и протекающих в них процессов

Вопросы, задания

1. Переходные процессы в асинхронных двигателях при пуске. Статическая и динамическая характеристики.
2. Переходные процессы при пуске ДПТ НВ. Электромагнитный переходный процесс при включении обмотки возбуждения. Пуск и динамическое торможение при допущении об отсутствии индуктивности якоря.
3. Дифференциальные уравнения двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. Связь дифференциальных уравнений с уравнениями установившихся режимов.
4. Дифференциальные уравнения синхронных двигателей с постоянными магнитами и синхронных реактивных двигателей (в относительных единицах).
5. Использование относительных единиц в обобщенной теории электрических машин. Основные базисные величины.
6. Качания ротора синхронной машины. Моменты, действующие на ротор. Роль демпферной (успокоительной) обмотки.
7. Статическая и динамическая устойчивость синхронной машины. Удельная синхронизирующая мощность и момент.
8. Переходный процесс при внезапном трехфазном коротком замыкании синхронного генератора. Переходные и сверхпереходные индуктивные сопротивления обмотки якоря.
9. Дифференциальные уравнения Парка-Горева для синхронных машин.
10. Причины возникновения и виды переходных процессов в асинхронных машинах. Математическая модель однофазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
11. Математическая модель асинхронного генератора с самовозбуждением.
12. Учет нелинейных изменений параметров при математическом моделировании электрических машин (учёт насыщения, вытеснения тока).
13. Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах. Тепловые переходные процессы. Режимы работы электрических машин
14. Дифференциальные уравнения трансформатора и их связь с комплексными уравнениями установившихся режимов. Физический смысл параметров в дифференциальных уравнениях
15. Переходный процесс включения в сеть ненагруженного трансформатора, влияние насыщения
16. Переходный процесс включения в сеть ненагруженного трансформатора, влияние насыщения
17. Волновые переходные процессы и перенапряжения в трансформаторах

18. Методы анализа переходных процессов в электрических машинах. Допущения. Идеализированная электрическая машина
19. Пространственные векторы переменных в различных системах координат. Формулы прямого и обратного преобразования переменных
20. Дифференциальные уравнения эквивалентной двухфазной машины в фазовых координатах. Физический смысл параметров. Переход к ортогональным координатам по методу двух реакций
21. Дифференциальные уравнения обобщенной машины в системе координат α, β . Матричная форма записи.
22. Электромагнитный момент в обобщенной теории электрических машин. Формулы расчёта электромагнитного момента.
23. Переходные процессы в асинхронном двигателе при пуске. Влияние параметров на ход переходного процесса.
24. Преобразование многофазных обмоток в эквивалентные двухфазные, преобразование Кларк. Этапы и инварианты преобразования

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какое из перечисленных значений индуктивных сопротивлений в синхронной машине является наибольшим?

Ответы:

- а) $x''d$
- б) x_d
- в) $x'd$

Верный ответ: б

2. В каком случае бросок тока в фазе A обмотки статора синхронного генератора, работающего на холостом ходу, при внезапном симметричном коротком замыкании будет больше?

Ответы:

- а) когда в момент возникновения короткого замыкания потокосцепление фазы A было максимальным $\Psi_A = \max$
- б) когда в момент возникновения короткого замыкания потокосцепление фазы A было минимальным (равным нулю) $\Psi_A = 0$

Верный ответ: а

3. В каком случае бросок тока в фазе A обмотки статора синхронного генератора, работающего на холостом ходу, при внезапном симметричном коротком замыкании будет меньше?

Ответы:

- а) когда в момент возникновения короткого замыкания ЭДС фазы A была максимальна $e_A = \max$
- б) когда в момент возникновения короткого замыкания ЭДС фазы A была равна нулю $e_A = 0$

Верный ответ: а

4. Используя какое соотношение можно определить статическую перегружаемость ($k_{\text{п}}$) синхронного турбогенератора при известной номинальной мощности?

Ответы:

- а) $k_{\text{п}} \sim 1/\sin\theta$
- б) $k_{\text{п}} \sim 1/\sin^2\theta$
- в) $k_{\text{п}} \sim 1/x_c$
- г) $k_{\text{п}} \sim 1/x'_c$

Верный ответ: а

5. В каких машинах ударный ток короткого замыкания будет больше?

Ответы:

- а) в машинах с демпферной обмоткой
- б) в машинах без демпферной обмотки
- в) наличие демпферной обмотки не влияет на ударный ток короткого замыкания

Верный ответ: а

6. Какими явлениями сопровождается работа синхронного генератора при выпадении из синхронизма? (перечислить все явления)

Ответы:

- а) частота вращения ротора уменьшается
- б) токи в обмотке статора увеличиваются
- в) токи в обмотке ротора увеличиваются
- г) появляются дополнительные вибрации из-за возникновения пульсирующего момента
- д) увеличивается нагрев крайних пакетов статора
- е) возникают значительные усилия, действующие на лобовые части обмотки якоря

Верный ответ: б), в), г)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка за освоение дисциплины определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.