



MINISTERSTWO EDUKACJI
i NAUKI



Elżbieta Murlikiewicz

Charakteryzowanie procesów przetwarzania energii elektrycznej 311[08].O3.01

Poradnik dla nauczyciela

Wydawca

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2005**

Recenzenci:

mgr inż. Grażyna Adamiec

mgr inż. Henryk Krystowiak

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Katarzyna Maćkowska

Konsultacja:

dr Bożena Zając

Korekta:

mgr inż. Jarosław Sitek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[08].O3.01 „Charakteryzowanie procesów przetwarzania energii elektrycznej” zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu technik elektryk.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2005

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	4
3. Cele kształcenia	5
4. Scenariusze zajęć	6
Załącznik nr1	8
5. Ćwiczenia	12
5.1. Wiadomości ogólne o maszynach elektrycznych	12
5.1.1. Ćwiczenia	12
5.2. Budowa, zasada działania i zastosowanie transformatorów	13
5.2.1. Ćwiczenia	13
5.3. Budowa, zasada działania i zastosowanie silników indukcyjnych	15
5.3.1. Ćwiczenia	15
5.4. Budowa, zasada działania i zastosowanie maszyn synchronicznych	16
5.4.1. Ćwiczenia	16
5.5. Budowa, zasada działania i zastosowanie maszyn komutatorowych prądu stałego i przemiennego	18
5.5.1. Ćwiczenia	18
6. Ewaluacja osiągnięć ucznia	20
7. Literatura	32

1. WPROWADZENIE

Przekazujemy Państwu Poradnik dla nauczyciela, który będzie pomocny w prowadzeniu zajęć dydaktycznych w szkole kształcącej w zawodzie technik elektryk 311[08].

W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne,
- cele kształcenia,
- przykładowe scenariusze zajęć,
- ćwiczenia,
- narzędzia pomiaru osiągnięć ucznia – zestaw pytań testowych,
- literaturę.

Ważnym elementem w osiągnięciu dobrych efektów jest zastosowanie odpowiednich metod i wprowadzenie do tematu. Należy tak moderować przebiegiem wprowadzenia do kolejnych jednostek tematycznych aby uczniowie zrozumieli powiązanie między zjawiskami występującymi w polu magnetycznym i budową maszyny a zasadą działania, właściwościami maszyn elektrycznych i procesami przetwarzania energii elektrycznej.

Szczególne uwagę należy zwrócić na:

- powiązanie zjawisk elektrodynamicznych występujących w polu magnetycznym i zjawiska indukcji elektromagnetycznej z zasadą działania maszyn wirujących,
- powiązanie właściwości ferromagnetyków z elementami budowy maszyn elektrycznych,
- opanowanie umiejętności rozróżniania typowych rodzajów transformatorów, prądnic i silników elektrycznych,
- opanowanie umiejętności rozpoznawania podzespołów maszyn elektrycznych i poprawnego ich nazewnictwa,
- poprawną interpretację informacji zawartych na tabliczkach znamionowych,
- analizę pracy maszyn na podstawie ich schematów oraz charakterystyk,
- poprawność wykonania ćwiczeń rachunkowych kształtujących i doskonalących umiejętności obliczania podstawowych parametrów maszyn,
- doskonalenie umiejętności analizy niekorzystnych zjawisk towarzyszących pracy maszyn elektrycznych,
- kształtowanie i doskonalenie umiejętności korzystania z norm i katalogów.

Wskazane jest, aby zajęcia dydaktyczne prowadzone były różnymi metodami ze szczególnym uwzględnieniem:

- metody tekstu przewodniego,
- dyskusji dydaktycznej,
- ćwiczeń kształtujących umiejętności czytania za zrozumieniem informacji zawartych na tabliczkach znamionowych,
- ćwiczeń obliczeniowych z zakresu praktycznego zastosowania poznanych zależności między podstawowymi parametrami maszyn.

W trakcie realizacji jednostki modułowej będzie dominować forma kształcenia:

- frontalna grupowa,
- grupowa indywidualna.

Ćwiczenia zamieszczone w programie jednostki modułowej stanowią propozycje, jakie można wykorzystać podczas zajęć. Wskazane jest przygotowanie ćwiczeń o różnym stopniu trudności przystosowanych do warunków i możliwości szkoły należy przygotować materiały i instrukcje do ćwiczeń. Każdy uczeń powinien mieć możliwość indywidualnej pracy.

Po zakończeniu jednostki modułowej uczeń powinien umieć analizować pracę i właściwości maszyn elektrycznych oraz procesy przetwarzania energii elektrycznej, a wówczas nie będzie miał problemów z praktycznym zastosowaniem wiadomości.

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej „Charakteryzowanie procesów przetwarzania energii elektrycznej” uczeń powinien umieć:

- interpretować zależności matematyczne i wnioskować o wpływie poszczególnych składników na wartość liczbową wyrażenia,
- rysować przebieg funkcji na podstawie jej zapisu arytmetycznego,
- opisywać właściwości funkcji na podstawie jej przebiegu,
- rysować i odczytywać wykresy wektorowe oraz analizować zależności matematyczne między wielkościami opisującymi dwójnik szeregowy i równoległy RL w obwodzie prądu sinusoidalnego,
- zapisywać i interpretować prawo Joule’a – Lenza,
- interpretować zjawisko indukcji elektromagnetycznej,
- analizować zjawisko indukcji elektromagnetycznej,
- interpretować zjawiska elektrodynamiczne występujące w polu magnetycznym,
- definiować i interpretować podstawowe prawa obwodów elektrycznych i magnetycznych,
- stosować regułę śruby prawoskrętnej i prawej ręki do wyznaczania zwrotu strumienia magnetycznego,
- stosować regułę lewej dłoni do wyznaczania zwrotu siły elektrodynamicznej i prawej dłoni do wyznaczania zwrotu siły elektromotorycznej.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej „Charakteryzowanie procesów przetwarzania energii elektrycznej” uczeń powinien umieć:

- sklasyfikować maszyny elektryczne ze względu na rodzaj prądu, zasadę działania, budowę oraz rodzaj przetwarzanej energii,
- scharakteryzować pracę transformatora i maszyn wirujących jako przetworników energii,
- wyjaśnić zasadę odwracalności pracy maszyn elektrycznych,
- wyjaśnić zasadę działania podstawowych rodzajów maszyn elektrycznych,
- rozróżnić maszyny elektryczne na podstawie wyglądu zewnętrznego, schematu i tabliczki znamionowej,
- rozpoznać elementy konstrukcyjne podstawowych maszyn elektrycznych oraz określić ich przeznaczenie,
- zinterpretować parametry transformatorów i maszyn wirujących umieszczone na tabliczkach znamionowych,
- obliczyć podstawowe parametry różnych rodzajów maszyn elektrycznych wykorzystując zależności między nimi,
- scharakteryzować podstawowe właściwości ruchowe maszyn elektrycznych,
- wyjaśnić przyczyny powstawania strat mocy w maszynach elektrycznych i określić ich sprawność,
- skorzystać z literatury, katalogów i dokumentacji technicznej maszyn elektrycznych,
- zastosować zasady bhp podczas obsługi maszyn elektrycznych.

4. SCENARIUSZE ZAJĘĆ

Scenariusz zajęć 1

Osoba prowadząca:.....

Modułowy program nauczania: Technik elektryk 311[08]

Moduł: Gospodarowanie energią elektryczną 311[08].O3

Jednostka modułowa: „Charakteryzowanie procesów przetwarzania energii elektrycznej.” 311[08].O3.01.

Temat: Budowa maszyn indukcyjnych

Cel ogólny: kształtowanie umiejętności rozpoznawania elementów konstrukcyjnych maszyn indukcyjnych oraz określania ich przeznaczenia

Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- wymienić podstawowe elementy budowy maszyny indukcyjnej,
- nazwać rodzaj materiału, z jakiego są wykonane poszczególne elementy,
- wyjaśnić, dlaczego taki a nie inny materiał jest stosowany,
- rozpoznać elementy budowy na planszy lub modelu (wybiera element właściwy spośród wielu elementów),
- na podstawie budowy przyporządkować elementom ich funkcje.

Metody nauczania:

- pogadanka heurystyczna,
- pokaz,
- elementy metody projektów.

Formy organizacyjne pracy uczniów:

- frontalna indywidualna,
- frontalna grupowa.

Czas: 45 minut

Środki dydaktyczne

- tekst przewodni, np. załącznik nr 1
- foliogramy z budową maszyn indukcyjnych,
- grafoskop,
- modele maszyn indukcyjnych klatkowych,
- modele maszyn indukcyjnych pierścieniowych,
- tablica pogładowa z budową maszyny indukcyjnej,
- katalogi maszyn indukcyjnych,
- arkusze papieru i mazaki.

Przebieg zajęć

1. Sprawy organizacyjne.
2. Nawiązanie do tematu i omówienie celów zajęć.
 - Przedstawienie celu ogólnego i celów operacyjnych.
 - Przypomnienie zjawisk zachodzących w polu magnetycznym i podstawowych praw elektrotechniki mających zastosowanie w maszynach elektrycznych.
 - Przy pomocy pytań i odpowiedzi uczniów, z ewentualnym komentarzem nauczyciela, ustalenie podstawowych elementów budowy maszyny wirującej.

3. Realizacja tematu:
 - Przedstawienie elementów budowy maszyn indukcyjnych na foliogramie.
 - Podział na grupy i przydział zadań – np. teksty przewodnie załącznik nr1.
 - Praca w grupach – przygotowanie prezentacji przez uczniów.
 - Prezentacja grup.
4. Podsumowanie zajęć.
 - Przypomnienie zrealizowanych celów zajęć.
 - Ocena aktywności pracy zespołów i uczniów indywidualnie.
 - Ocena poziomu osiągnięć – sprawdzenie zapamiętanych przez uczniów wiadomości przy pomocy podświetlanej tablicy poglądowej przedstawiającej budowę maszyny indukcyjnej.
5. Zadanie pracy domowej
 - utrwalić wiadomości zdobyte w czasie lekcji,
 - korzystając z literatury technicznej i Internetu poszerzyć wiadomości z zakresu maszyn klatkowych o budowie specjalnej.

ZAŁĄCZNIK NR 1

Tekst przewodni do pracy w grupach na temat:

„Budowa obwodów elektrycznych maszyn indukcyjnych”

I

1. Przyjrzyjcie się uważnie modelom maszyn indukcyjnych zwracając szczególną uwagę na sposób wykonania uzwojeń i rodzaj materiałów z jakich są wykonane. Przypomnijcie sobie wiadomości z wprowadzenia do tematu i z zakresu materiałoznawstwa elektrycznego oraz odpowiedzcie na pytania: Z jakich materiałów wykonuje się uzwojenia stojanów maszyn indukcyjnych? Z jakich materiałów wykonuje się uzwojenia wirników maszyn klatkowych a z jakich pierścieniowych? W jakie konfiguracje łączy się uzwojenia maszyn trójfazowych?
2. Wyniki swoich przemyśleń nanieście na plakat (wykorzystajcie w tym celu ½ tablicy).
3. Wybierzcie osobę, która przygotuje prezentację dla pozostałych uczniów.
4. Na wykonanie zadania macie 8 minut.
5. Czas prezentacji – 3 minuty.

Tekst przewodni do pracy w grupach na temat:

„Budowa obwodów magnetycznych maszyn indukcyjnych”

II

1. Przyjrzyjcie się uważnie modelom maszyn indukcyjnych zwracając szczególną uwagę na sposób wykonania rdzeni i rodzaj materiału z jakich są wykonane. Przypomnijcie sobie wiadomości z wprowadzenia do tematu i z zakresu materiałoznawstwa elektrycznego oraz odpowiedzcie na pytania: Z jakich materiałów wykonuje się obwody magnetyczne maszyn indukcyjnych?
2. Wyniki swoich przemyśleń nanieście na plakat (wykorzystajcie w tym celu ½ tablicy).
3. Wybierzcie osobę, która przygotuje prezentację dla pozostałych uczniów.
4. Na wykonanie zadania macie 8 minut.
5. Czas prezentacji – 3 minuty.

Tekst przewodni do pracy w grupach na temat:

„Budowa maszyn indukcyjnych klatkowych”

III

1. Przyjrzyjcie się uważnie modelom maszyn indukcyjnych, przypomnijcie sobie wiadomości z wprowadzenia do tematu. Wybierzcie model odpowiedni do tematu pracy w grupach i zidentyfikujcie poszczególne elementy budowy.
2. Przygotujcie prezentację budowy na podstawie modelu, w przypadku problemów zwróćcie się o pomoc do nauczyciela.
3. Wybierzcie osobę, która zaprezentuje budowę maszyny klatkowej pozostałym uczniom.
4. Na wykonanie zadania macie 8 minut.
5. Czas prezentacji – 5 minut.

Tekst przewodni do pracy w grupach na temat:
„Budowa maszyn indukcyjnych pierścieniowych”

IV

1. Przyjrzyjcie się uważnie modelom maszyn indukcyjnych, przypomnijcie sobie wiadomości z wprowadzenia do tematu. Wybierzcie model odpowiedni do tematu pracy w grupach i zidentyfikujcie poszczególne elementy budowy.
2. Przygotujcie prezentację budowy na podstawie modelu, w przypadku problemów zwróćcie się o pomoc do nauczyciela.
3. Wybierzcie osobę, która zaprezentuje budowę maszyny klatkowej pozostałym uczniom.
4. Na wykonanie zadania macie 8 minut.
5. Czas prezentacji – 5 minut

Scenariusz zajęć 2

Osoba prowadząca:.....

Modułowy program nauczania: Technik elektryk 311[08]

Moduł: Gospodarowanie energią elektryczną 311[08].O3

Jednostka modułowa: „Charakteryzowanie procesów przetwarzania energii elektrycznej.” 311[08].O3.01.

Temat: Właściwości ruchowe silników komutatorowych prądu stałego i przemiennego.

Cel ogólny: kształtowanie umiejętności charakteryzowania podstawowych właściwości ruchowych maszyn elektrycznych

Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- narysować charakterystyki mechaniczne silników komutatorowych,
- rozróżnić charakterystykę sztywną i elastyczną,
- określić wpływ napięcia twornika na przebieg charakterystyki mechanicznej,
- określić wpływ rezystancji obwodu twornika na przebieg charakterystyki mechanicznej,
- określić wpływ strumienia wzbudzenia na przebieg charakterystyki mechanicznej,
- narysować charakterystyki momentu,
- przeanalizować właściwości ruchowe silników na podstawie narysowanych charakterystyk.

Metody nauczania:

- wykład wprowadzający,
- metoda tekstu przewodniego,
- ćwiczenia rysunkowe,
- burza mózgów.

Formy organizacyjne pracy uczniów:

- frontalna grupowa.

Czas trwania zajęć: 45 minut

Środki dydaktyczne:

- grafoskop, foliogramy,
- tekst przewodni,
- arkusze papieru lub folia do grafoskopu.

Przebieg zajęć

1. Sprawy organizacyjne.
2. Nawiązanie do tematu i omówienie celów zajęć.
 - Przedstawienie celu ogólnego i celów operacyjnych.
 - Wprowadzenie do tematu – przypomnienie matematycznych zależności opisujących charakterystyki mechaniczne i momentu silników komutatorowych.
 - Podział na zespoły: liczba zespołów równa liczbie przygotowanych stanowisk i tekstów przewodnich (zespoły 2 – 3 osobowe).
 - Rozdanie tekstów przewodnich przygotowanych przez nauczyciela i wyjaśnienie zasad pracy zespołów.
 - Przygotowanie prezentacji przez zespoły.
 - Prezentacja plakatów – krótka charakterystyka właściwości silnika na podstawie prezentowanych charakterystyk.

- Dyskusja – porównanie właściwości silników na podstawie analizy charakterystyk i zapisanie wniosków.
- 3. Podsumowanie zajęć.
 - Przypomnienie zrealizowanych celów zajęć.
 - Ocena aktywności pracy zespołów i uczniów indywidualnie.
 - Ocena poziomu osiągnięć
- 4. Zadanie pracy domowej.

5. ĆWICZENIA

5.1. Wiadomości ogólne o maszynach elektrycznych

5.1.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Prądnica prądu stałego o sprawności $\eta = 0,86$, przy obciążeniu mocą znamionową, obciąża silnik napędzający mocą 12 kW. Oblicz moc znamionową prądnicy.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenie w zespołach dwuosobowych lub indywidualnie.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wypisać wielkości dane i szukane,
- 2) określić, jaka moc jest mocą znamionową prądnicy, a jaka silnika,
- 3) zapisać wzór na sprawność prądnicy,
- 4) zapisać wzór wiążący wielkości dane z wielkością szukaną,
- 5) przekształcić wzór wyznaczając moc znamionową prądnicy,
- 6) podstawić wartości liczbowe pamiętając o jednostkach głównych; krotności zamień na jednostki główne,
- 7) obliczyć moc znamionową prądnicy,
- 8) wpisać jednostkę i podać odpowiedź.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia rachunkowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator,
- arkusze papieru format A4,
- podręcznik.

Ćwiczenie 2

Straty mocy w silniku prądu stałego przy obciążeniu mocą znamionową $P_N = 12,5$ kW, wynoszą 500 W. Oblicz sprawność silnika.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenie w zespołach dwuosobowych lub indywidualnie.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wypisać wielkości dane i szukane,
- 2) zapisać zależność pomiędzy mocą oddaną przez silnik a dostarczoną do silnika,

- 3) zapisać wzór wiążący wielkości dane z wielkością szukaną,
- 4) przekształcić wzór, wyznaczając moc znamionową prądnicy,
- 5) podstawić wartości liczbowe pamiętając o jednostkach głównych; krotności zamień na jednostki główne,
- 6) obliczyć moc znamionową prądnicy,
- 7) wpisać jednostkę i podać odpowiedź.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia rachunkowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator,
- arkusze papieru format A4,
- podręcznik.

5.2. Budowa, zasada działania i zastosowanie transformatorów

5.2.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

W pojemniku znajdują się elementy budowy maszyn elektrycznych. Wybierz elementy budowy transformatorów, określ materiał, z jakiego są wykonane i ich rolę.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. Uczniowie wykonują ćwiczenie indywidualnie.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wybrać z pojemnika elementy budowy transformatora,
- 2) pogrupować elementy według funkcji pełnionej w transformatorze,
- 3) określić rodzaj materiału dla elementów obwodu magnetycznego i elektrycznego,
- 4) na podstawie przekroju przewodu określić, które z uzwojeń jest uzwojeniem górnego a które dolnego napięcia,
- 5) z wybranych elementów złożyć transformator.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- pojemnik z elementami budowy maszyn elektrycznych: blachy transformatorowe, blachy wirników i stojanów maszyn elektrycznych, rdzeń transformatora (pakiety z kształtek E – I), cewki uzwojeń transformatorów, stojany i wirniki maszyn wirujących, szczotki komutatorowe, izolatory górnego i dolnego napięcia, model konserwatora, przełącznik gazowo-przepływowy, kondensator, statecznik i zapłonnik,
- model transformatora olejowego,
- tablica poglądowa z kształtkami blach transformatorowych.

Ćwiczenie 2

Odczytaj i zdefiniuj parametry umieszczone na tabliczce znamionowej transformatora przedstawionej na rysunku.

MIKOŁOWSKA FABRYKA
TRANSFORMATORÓW

MEFTA

MADE
IN
POLAND

TRANSFORMATOR

TYP	TEa 160/0,5	Nr	7417146	ROK	1974
MOC	160 kVA	Gr	Dy5	PRACA	C
GN	400 ± 2,5% V	PRĄD ZNAM.	231	A	
DN	115 V	PRĄD ZNAM.	803,3	A	
NAP. ZW.	3,49 %	LICZ. FAZ.	3	50	Hz
STR. JAŁ.	481 W	STR. OBC.	2269	W	
ST. OCHR.	IP-23	CHŁODZ.	AN-AN		
TEMP. OT.	+ 45°C	PN-69/E-06040			
MASA CAŁK.	800 kg	KL. IZOL.	B		

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenie indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) odczytać wartości: napięcia dolnego i górnego, napięcia zwarcia, prądów, mocy znamionowej, strat mocy,
- 2) zdefiniować znaczenie odczytanych parametrów, np. napięcie znamionowe jest to wartość skuteczna napięcia międzyfazowego,
- 3) odczytać grupę połączeń, rodzaj pracy i stopień ochrony i zinterpretować znaczenie odczytanych parametrów, np. uzwojenie górnego napięcia połączone w, dolnego w, a przesunięcie fazowe między odpowiednimi napięciami strony GN i DN wynosi

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- tabliczki znamionowe transformatorów lub rysunki tabliczek znamionowych,
- katalogi transformatorów,
- normy PN-83/E-06040 – Transformatory. Ogólne wymagania i badania.

Ćwiczenie 3

Transformator sieciowy o liczbie zwojów uzwojenia pierwotnego 1100 ma obniżyć napięcie z 230 V na 12 V. Oblicz, ile zwojów powinno mieć uzwojenie wtórne transformatora.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenie w zespołach dwuosobowych lub indywidualnie.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wypisać wielkości dane i szukane,
- 2) zapisać wzór definicyjny przekładni napięciowej i wzór na przekładnię zwojową,
- 3) przyjmując, że przekładnie są sobie równe przyrównać prawe strony równań,
- 4) przekształcić wzór, wyznaczając liczbę zwojów uzwojenia wtórnego,
- 5) podstawić wartości liczbowe,
- 6) wykonać działania obliczając liczbę zwojów i udzielić odpowiedzi.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia rachunkowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator,
- arkusze papieru format A4.

5.3. Budowa, zasada działania i zastosowanie silników indukcyjnych

5.3.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Omów budowę uzwojeń maszyn indukcyjnych na podstawie modeli znajdujących się w pracowni.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenie w zespołach dwuosobowych lub indywidualnie.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przyjrzeć się uważnie modelom maszyn indukcyjnych zwracając szczególną uwagę na sposób wykonania uzwojeń i rodzaj materiałów z jakich są wykonane,
- 2) przypomnieć sobie wiadomości z wprowadzenia do tematu i z zakresu materiałoznawstwa elektrycznego,
- 3) odpowiedzieć na pytania:
 - Z jakich materiałów wykonuje się uzwojenia stojanów maszyn indukcyjnych?
 - Z jakich materiałów wykonuje się uzwojenia wirników maszyn klatkowych?
 - Z jakich materiałów wykonuje się uzwojenia wirników maszyn pierścieniowych?
 - Jak wykonane są uzwojenia wirników maszyn indukcyjnych?
 - Jak wykonane są uzwojenia stojanów maszyn indukcyjnych?
 - W jakie konfiguracje łączy się uzwojenia maszyn trójfazowych?
- 4) wybrać model odpowiedni do tematu ćwiczenia i zidentyfikować uzwojenia,
- 5) przygotować prezentację i omówić budowę uzwojeń.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- tekst przewodni,
- elementy metody projektów,
- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- modele maszyn indukcyjnych klatkowych,
- modele maszyn indukcyjnych pierścieniowych,
- modele uzwojeń maszyn indukcyjnych lub schematy rozwinięte uzwojeń,
- katalogi maszyn indukcyjnych.

Ćwiczenie 2

Omów budowę obwodu magnetycznego maszyn indukcyjnych na podstawie modeli znajdujących się w pracowni.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. Ćwiczenia należy wykonać w zespołach 3–4-osobowych. Czas trwania jednostki minimum 45 minut. Do przeprowadzenia ćwiczeń wykorzystać można tekst przewodni – zał. nr 1

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przyrzeć się uważnie modelom maszyn indukcyjnych, zwracając szczególną uwagę na sposób wykonania rdzeni i rodzaj materiałów, z jakich są wykonane,
- 2) przypomnieć sobie wiadomości z wprowadzenia do tematu oraz z zakresu materiałoznawstwa elektrycznego,
- 3) odpowiedzieć na pytania:
 - Z jakich materiałów wykonuje się obwody magnetyczne maszyn indukcyjnych?
 - Jak wykonane są obwody magnetyczne maszyn indukcyjnych?
- 4) wybrać model odpowiedni do tematu ćwiczenia i zidentyfikować obwody magnetyczne,
- 5) przygotować prezentację i omówić budowę obwodów magnetycznych.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- tekst przewodni,
- elementy metody projektów,
- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- modele maszyn indukcyjnych klatkowych,
- modele maszyn indukcyjnych pierścieniowych,
- arkusze papieru i mazaki,
- katalogi maszyn indukcyjnych.

5.4. Budowa, zasada działania i zastosowanie maszyn synchronicznych

5.4.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Oblicz prędkość silnika synchronicznego o dwóch parach biegunów zasilanego z sieci napięcia sinusoidalnego o częstotliwość napięcia 50 Hz.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenie w zespołach dwuosobowych lub indywidualnie.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wypisać wielkości dane i szukane,
- 2) zapisać wzór wiążący wielkości występujące w zadaniu,
- 3) podstawić dane liczbowe,
- 4) wykonać obliczenia, wpisać jednostkę i podkreślić wynik.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia rachunkowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator,
- arkusze papieru format A4,
- katalogi maszyn synchronicznych,
- literatura: np. Poradnik dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Przeprowadź analizę właściwości prądnicy synchronicznej na podstawie charakterystyk zewnętrznych.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenie w zespołach 2–3 osobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) narysować rodzinę charakterystyk zewnętrznych dla różnych współczynników mocy obciążenia,
- 2) narysować rodzinę charakterystyk zewnętrznych dla wybranego współczynnika mocy obciążenia i różnych wartości prądu wzbudzenia,
- 3) przeprowadzić analizę przebiegu charakterystyk pod kątem wpływu współczynnika mocy obciążenia na zmienność napięcia prądnicy,
- 4) przeprowadzić analizę przebiegu charakterystyk pod kątem wpływu prądu wzbudzenia na wartość napięcia wyjściowego prądnicy,
- 5) wyciągnąć wnioski, jak należy regulować prąd wzbudzenia, aby przy zmianie obciążenia o różnym charakterze utrzymać stałą wartość napięcia na zaciskach prądnicy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia rysunkowe,
- elementy metody projektów.

Środki dydaktyczne:

- arkusze papieru,
- katalogi maszyn synchronicznych.

5.5. Budowa, zasada działania i zastosowanie maszyn komutatorowych prądu stałego i przemiennego

5.5.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Porównaj charakterystyki mechaniczne silników komutatorowych prądu stałego i przemiennego.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenie w zespołach dwu- lub trzyosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) narysować układ współrzędnych M, n ,
- 2) narysować charakterystyki mechaniczne silników komutatorowych prądu stałego,
- 3) narysować charakterystyki mechaniczne silników komutatorowych prądu przemiennego w tym samym układzie współrzędnych,
- 4) porównać przebieg charakterystyk i przeanalizować zachowanie się silników przy wzroście momentu obciążenia,
- 5) zapisać matematyczną postać funkcji $n = f(M)$,
- 6) przeprowadzić analizę funkcji i dorysować inną linią charakterystyki dla $U < U_N$ oraz dla $\Phi < \Phi_N$,
- 7) przygotować plakat lub foliogram,
- 8) przygotować prezentację dla kolegów,
- 9) zaprezentować efekty pracy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- elementy metody projektów,
- ćwiczenia rysunkowe.

Środki dydaktyczne:

- mazaki,
- arkusz papieru lub folia do grafoskopu.

Ćwiczenie 2

Na podstawie charakterystyk mechanicznych i charakterystyk momentu porównaj właściwości ruchowe silników komutatorowych.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenie w zespołach dwu- lub trzyosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) narysować we wspólnym układzie współrzędnych przykładowe charakterystyki mechaniczne silników: szeregowego, bocznikowego i szeregowo-bocznikowego prądu stałego oraz szeregowego prądu przemiennego,
- 2) określić zmienność prędkości dla każdego typu silnika,
- 3) narysować charakterystyki momentu,
- 4) porównać momenty rozruchowe i określić wpływ zmian momentu obciążenia na prąd obciążenia,
- 5) przygotować plakat lub foliogram,
- 6) przygotować prezentację dla kolegów,
- 7) zaprezentować efekty pracy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia rysunkowe,
- elementy metody projektów.

Środki dydaktyczne:

- arkusze papieru lub folia,
- pisaki kolorowe,
- literatura: np. Poradnik dla ucznia

Ćwiczenie 3

Na podstawie modelu omów budowę maszyny komutatorowej prądu stałego.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. Uczniowie wykonują ćwiczenie indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przypomnieć sobie wiadomości z zakresu materiałów stosowanych do budowy maszyn elektrycznych – rodzaj materiału i cechy charakterystyczne,
- 2) przyporządkować rodzaj materiału do elementu budowy maszyny,
- 3) wybrać odpowiedni model maszyny elektrycznej spośród znajdujących się w pracowni,
- 4) przygotować prezentację,
- 5) omówić budowę maszyny na podstawie modelu wskazując element budowy z podaniem materiałów, z jakich wykonywane są elementy i cech charakterystycznych materiałów.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- tekstu przewodniego,
- prezentacja.

Środki dydaktyczne:

- arkusze papieru,
- pisaki,
- modele maszyn komutatorowych – przekroje,
- tablice z elementami budowy maszyn komutatorowych.

6. EWALUACJA OSIĄGNIĘĆ UCZNIA

Przykłady narzędzi pomiaru dydaktycznego

Test 1

Test pisemny dwustopniowy do badań sumujących z zakresu „Charakteryzowanie procesów przetwarzania energii elektrycznej”

Test składa się z dwudziestu zadań wielokrotnego wyboru. Zadania od nr 1 do 14 są zadaniami z zakresu poziomu podstawowego, zadania od nr 15 do 20 to zadania z zakresu poziomu ponadpodstawowego.

Punktacja zadań: 0 lub 1 punkt

Za poprawną odpowiedź na zadanie wielokrotnego wyboru uczeń otrzymuje 1 punkt. Za odpowiedź błędną lub brak odpowiedzi uczeń otrzymuje 0 punktów.

Proponuje się następujące normy wymagań – uczeń otrzyma następujące oceny szkolne:

- niedostateczny – $0 \div 7$ punktów
- dopuszczający – $8 \div 11$ punktów z poziomu podstawowego
- dostateczny – $12 \div 5$ punktów (12 punktów z poziomu podstawowego)
- dobry – $16 \div 18$ punktów (minimum 12 punktów z poziomu podstawowego oraz 4 punkty z poziomu ponadpodstawowego)
- bardzo dobry – $19 \div 20$ punktów (14 punktów z poziomu podstawowego oraz minimum 5 punktów z poziomu ponadpodstawowego)

Oceny celujące nie przewiduje się. Nauczyciel może przygotować dodatkowe zadanie na celujący np. z zadań otwartych proponowanych w poradniku dla ucznia.

TEST 1

Plan testu

Nr zadania	Cel operacyjny (mierzone osiągnięcia uczniów)	Kategoria celu	Poziom wymagań	Klucz odpowiedzi
1	Sklasyfikować maszyny elektryczne ze względu na rodzaj prądu	B	p	c
2	Scharakteryzować pracę maszyn elektrycznych jako przetworników energii	A	p	b
3	Wyjaśnić zasadę działania silnika elektrycznego	C	p	b
4	Rozpoznać elementy konstrukcyjne maszyn komutatorowych oraz określić ich przeznaczenie	A	p	d
5	Obliczyć podstawowe parametry maszyn asynchronicznych wykorzystując zależności między nimi	A	p	b

6	Rozpoznać materiały stosowane do budowy maszyn elektrycznych oraz określić ich przeznaczenie	A	p	d
7	Obliczyć podstawowe parametry maszyn synchronicznych wykorzystując zależności między nimi	B	p	b
8	Rozróżnić maszyny elektryczne na podstawie tabliczki znamionowej.	C	p	c
9	Obliczyć podstawowe parametry maszyn prądu stałego wykorzystując zależności między nimi	C	P	a
10	Zinterpretować parametry transformatorów umieszczone na tabliczce znamionowej	B	p	b
11	Obliczyć podstawowe parametry transformatorów wykorzystując zależności między nimi	C	p	c
12	Zinterpretować parametry maszyn wirujących umieszczone na tabliczce znamionowej	C	p	b
13	Rozróżnić podstawowe charakterystyki maszyn prądu przemiennego	B	p	d
14	Rozpoznać elementy budowy maszyn indukcyjnych	A	p	a
15	Wyjaśnić zasadę odwracalności pracy maszyn elektrycznych	C	pp	b
16	Określać właściwości ruchowe maszyn komutatorowych prądu przemiennego na podstawie charakterystyk	C	pp	d
17	Wyjaśnić przyczyny strat mocy w maszynach komutatorowych i określić ich sprawność	D	pp	b
18	Obliczyć podstawowe parametry maszyn synchronicznych wykorzystując zależności między nimi	D	pp	a
19	Obliczyć podstawowe parametry maszyn indukcyjnych wykorzystując zależności między nimi	D	pp	b
20	Zanalizować przyczyny powstawania strat mocy w maszynach elektrycznych	D	pp	c

Przebieg testowania

Instrukcja dla nauczyciela:

1. Ustal z uczniami termin przeprowadzenia sprawdzianu z wyprzedzeniem co najmniej jednotygodniowym.
2. Przed rozpoczęciem testu przygotuj salę zgodnie z wymaganiami.
3. Uczeń rozwiązuje 20 zadań testowych wielokrotnego wyboru.
4. W każdym zadaniu jest tylko jedna poprawna odpowiedź.
5. Uczeń zaznacza poprawną odpowiedź, zaczerniając właściwe pole w karcie odpowiedzi.
6. W przypadku pomyłki bierze błędną odpowiedź w kółko i zaznacza właściwą.
7. Po zajęciu miejsc przez uczniów należy rozdać instrukcje testowania, a następnie arkusze zadań testowych oraz arkusze odpowiedzi. Na arkuszach uczniowie powinni wpisać imię, nazwisko i klasę.
8. Uczniowie otrzymują 5 minut na zapoznanie się z instrukcją.
9. Uczniowie pracują indywidualnie nie korzystając z żadnych pomocy za wyjątkiem przyborów do pisania oraz rysowania.
10. Na rozwiązanie wszystkich zadań uczniowie mają maksymalnie 40 minut.
11. Zakończenie rozwiązywania testu uczeń zgłasza przez podniesienie ręki.

Instrukcja dla ucznia

1. Przeczytaj uważnie instrukcję i zapoznaj się z zestawem zadań testowych. Masz na to 5 minut. Jeżeli masz wątpliwości zapytaj nauczyciela.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Twoje zadanie polega na poprawnym rozwiązaniu 20 zadań o różnym poziomie trudności: zadania 1 ÷ 14 są zadaniami z poziomu podstawowego, zadania 15 ÷ 20 to poziom ponadpodstawowy.
4. Rozwiązuj najpierw zadania z poziomu podstawowego, potem z poziomu ponadpodstawowego.
5. Za poprawne rozwiązanie 12 zadań z poziomu podstawowego otrzymasz ocenę dostateczną. Aby otrzymać ocenę dopuszczającą, powinieneś rozwiązać co najmniej 8 zadań z poziomu podstawowego.
6. Za poprawne rozwiązanie 16 zadań (w tym minimum 12 z poziomu podstawowego) otrzymasz ocenę dobrą.
7. Za prawidłowe rozwiązanie 19 zadań otrzymasz ocenę bardzo dobrą.
8. Zaznacz poprawną odpowiedź zaczerniając właściwe pole w karcie odpowiedzi.
9. W przypadku zmiany decyzji dotyczącej wyboru odpowiedzi, poprzednio zaznaczoną odpowiedź zakreśl kółkiem i zaznacz ponownie właściwą odpowiedź.
10. Rozwiązanie zadania będzie uznane za prawidłowe, jeżeli udzielisz poprawnej odpowiedzi, uzyskasz wówczas jeden punkt.
11. Rozwiązanie niepoprawne lub jego brak spowoduje nie zaliczenie zadania, wówczas uzyskasz 0 punktów.
12. Na rozwiązanie zadań masz 40 minut.
13. Jeżeli czas pozwoli, sprawdź przed oddaniem pracy odpowiedzi, jakich udzieliłeś.

Materiały dla ucznia:

- instrukcja,
- zestaw zadań testowych,
- karta odpowiedzi,
- poradnik, norma, katalog silników elektrycznych.

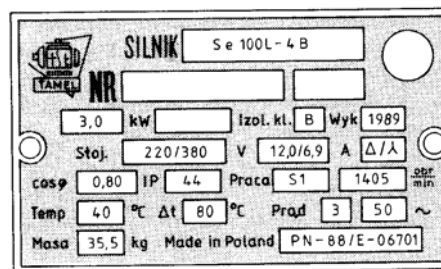
ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

TEST 1

1. Ze względu na rodzaj prądu maszyny elektryczne dzielimy na:
 - a) maszyny elektryczne wirujące, maszyny elektryczne liniowe, transformatory,
 - b) silniki, prądnice, przetwornice,
 - c) maszyny prądu stałego, maszyny prądu przemiennego: jednofazowe, wielofazowe,
 - d) obcowzbudne, samowzbudne: bocznikowe, szeregowo, szeregowo-bocznikowe.
2. Prądnica jest to:
 - a) maszyna elektryczna wirująca przetwarzająca energię elektryczną na energię mechaniczną,
 - b) maszyna elektryczna wirująca przetwarzająca energię mechaniczną na energię elektryczną,
 - c) maszyna elektryczna nie wirująca przetwarzająca energię elektryczną na energię mechaniczną,
 - d) maszyna elektryczna nie wirująca przetwarzająca energię elektryczną przy tej samej częstotliwości i mocy.
3. W zasadzie działania silnika wykorzystano zjawisko:
 - a) indukcji własnej,
 - b) elektrodynamiczne,
 - c) magnetyczne,
 - d) cieplne.
4. Komutator w maszynie komutatorowej pełni rolę:
 - a) pierścieni ślizgowych,
 - b) prostownika elektronicznego,
 - c) uzębrowanej obudowy,
 - d) prostownika mechanicznego.
5. Prędkość synchroniczną obliczysz z zależności:
 - a) $s = \frac{n_1 - n}{n_1}$,
 - b) $n_1 = \frac{60 f_1}{p}$,
 - c) $U = R \cdot I$,
 - d) $\omega_1 = \frac{2\pi n}{60}$.
6. Izolację w maszynach elektrycznych wykonuje się z:
 - a) materiałów przewodzących,
 - b) materiałów magnetycznie miękkich,
 - c) blach elektrotechnicznych,
 - d) materiałów elektroizolacyjnych.
7. Jaka jest prędkość silnika synchronicznego o dwóch parach biegunów zasilanego z sieci napięcia sinusoidalnego o częstotliwości 50 Hz:
 - a) 3000 obr/min,
 - b) 1500 obr/min,
 - c) 1000 obr/min,
 - d) 750 obr/min.

8. Rysunek przedstawia tabliczkę znamionową:

- silnika prądu stałego,
- transformatora trójfazowego,
- silnika indukcyjnego trójfazowego,
- silnika synchronicznego.



9. Oblicz prąd znamionowy silnika prądu stałego o mocy znamionowej $P_N = 1,7 \text{ kW}$, napięciu $U_N = 200 \text{ V}$ i sprawności $\eta = 0,85$:

- 10 A,
- 8,5 A,
- 7,5 A,
- 14 A.

10. Mocą znamionową transformatora podawaną na tabliczce znamionowej jest:

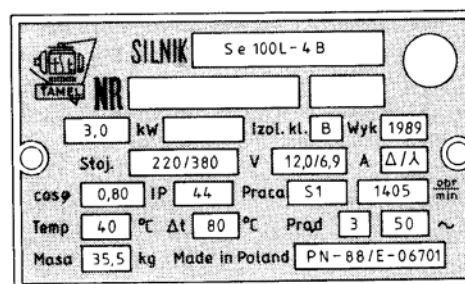
- moc bierna,
- moc pozorna,
- moc czynna,
- moc pola wirującego.

11. Oblicz, jakie napięcie pojawi się po stronie wtórnej transformatora o liczbie zwojów uzwojenia pierwotnego $N_1 = 1200$ i wtórnego $N_2 = 30$ podłączonego do sieci o napięciu 400 V:

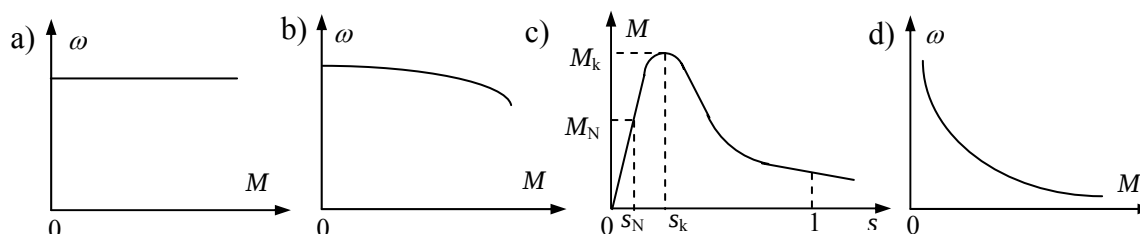
- $U_2 = 40 \text{ V}$,
- $U_2 = 0,4 \text{ V}$,
- $U_2 = 10 \text{ V}$,
- $U_2 = 3 \text{ V}$.

12. Z parametrów umieszczonych na tabliczce znamionowej wynika, że jest to silnik indukcyjny trójfazowy, który można podłączyć do sieci trójfazowej o napięciu 220/380 V przy skojarzeniu uzwojeń:

- tylko w trójkąt,
- tylko w gwiazdę,
- i w trójkąt i w gwiazdę,
- nie można podłączyć.



13. Charakterystykę mechaniczną silnika uniwersalnego przedstawia rysunek



14. Rysunek przedstawia:

- a) wirnik silnika pierścieniowego,
- b) wirnik silnika klatkowego,
- c) wirnik silnika prądu stałego,
- d) wirnik maszyny synchronicznej.



15. Z zasady odwracalności pracy maszyn elektrycznych wynika, że:

- a) w przewodzie znajdującym się pod wpływem zmiennego strumienia magnetycznego gromadzi się energia cieplna, a jeśli pod jej wpływem popłynie prąd, to przewód nagrzewa się,
- b) w przewodzie znajdującym się pod wpływem zmiennego strumienia magnetycznego powstaje różnica potencjałów, a jeśli pod jej wpływem popłynie prąd, to pole oddziałuje na przewód siłą elektrodynamiczną,
- c) w polu magnetycznym gromadzi się energia elektryczna, gdy prąd narasta od zera do wartości ustalonej, a gdy prąd maleje do zera to energia jest oddawana do źródła zasilania,
- d) w polu elektrycznym gromadzi się energia elektryczna, gdy prąd maleje od wartości maksymalnej do zera, a gdy prąd narasta od zera do wartości ustalonej, to energia jest oddawana do źródła zasilania.

16. Z porównania charakterystyk momentu silnika szeregowego $M = c_M I^2$ i bocznikowego $M = c_M \Phi I$ wynika, że:

- a) silnik bocznikowy rozwija większy moment rozruchowy niż szeregowy,
- b) silniki szeregowy i bocznikowy posiadają takie same momenty rozruchowe,
- c) silnik synchroniczny posiada większy moment rozruchowy niż szeregowy,
- d) silnik szeregowy rozwija większy moment rozruchowy od bocznikowego.

17. Sprawność maszyn komutatorowych jest mniejsza od sprawności maszyn indukcyjnych ze względu na:

- a) mniejszą moc przypadającą na jednostkę masy maszyny,
- b) większe straty mechaniczne wywołane przez szczotki,
- c) skomplikowaną budowę komutatora,
- d) mniejsze straty mocy występujące podczas pracy.

18. Dwubiegunowy wirnik prądnicy synchronicznej napędzany jest silnikiem z możliwością regulacji prędkości w zakresie $157 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1} \leq \omega \leq 628 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$. Jaki jest zakres regulacji częstotliwości prądnicy:

- a) $25 \text{ Hz} \leq f \leq 100 \text{ Hz}$,
- b) $50 \text{ Hz} \leq f \leq 100 \text{ Hz}$,
- c) $25 \text{ A} \leq f \leq 100 \text{ A}$,
- d) $157 \text{ Hz} \leq f \leq 628 \text{ Hz}$.

19. Silnik indukcyjny klatkowy ma następujące dane: $P_N = 10 \text{ kW}$, $n_N = 965 \text{ obr./min}$, $M_k = 160 \text{ Nm}$. Oblicz przeciążalność i poślizg znamionowy:

- a) $u = 16$; $s_N = 35\%$,
- b) $u = 1,6$; $s_N = 3,5\%$,
- c) $u = 3,5$; $s_N = 16\%$,
- d) $u = 3,5$; $s_N = 1,6\%$.

20. Transformator zasilany napięciem znamionowym podczas pracy pod obciążeniem nagrzewa się nadmiernie. Prąd obciążenia nie przekracza prądu znamionowego. Przyczyną wzrostu strat mocy może być:
- przeciążenie transformatora,
 - wzrost indukcji w rdzeniu,
 - zwarcie między blachami,
 - przerwa w uziemieniu.

Test 2

Test pisemny dwustopniowy do badań sumujących z zakresu „Charakteryzowanie procesów przetwarzania energii elektrycznej”

Test składa się z dwudziestu zadań wielokrotnego wyboru. Zadania od nr 1 do 14 są zadaniami z zakresu poziomu podstawowego, zadania od nr 15 do 20 to zadania z zakresu poziomu ponadpodstawowego.

Punktacja zadań: 0 lub 1 punkt

Za poprawną odpowiedź na zadanie wielokrotnego wyboru uczeń otrzymuje 1 punkt. Za odpowiedź błędną lub brak odpowiedzi uczeń otrzymuje 0 punktów.

Proponuje się następujące normy wymagań – uczeń otrzyma następujące oceny szkolne:

- niedostateczny – 0 ÷ 7 punktów
dopuszczający – 8 ÷ 11 punktów z poziomu podstawowego
dostateczny – 12 ÷ 15 punktów (12 punktów z poziomu podstawowego)
dobry – 16 ÷ 18 punktów (minimum 12 punktów z poziomu podstawowego oraz 4 punkty z poziomu ponadpodstawowego)
bardzo dobry – 19 ÷ 20 punktów (14 punktów z poziomu podstawowego oraz minimum 5 punktów z poziomu ponadpodstawowego)

Oceny celujące nie przewiduje się. Nauczyciel może przygotować dodatkowe zadanie na celujący np. z zadań otwartych proponowanych w poradniku dla ucznia.

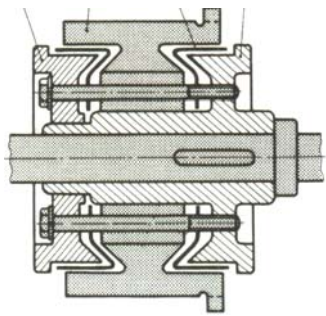
Plan testu

Nr zadania w teście	Cel operacyjny (mierzone osiągnięcia uczniów)	Kategoria celu	Poziom wymagań	Poprawna odpowiedź
1	Sklasyfikować maszyny elektryczne ze względu na rodzaj przetwarzanej energii	B	p	b
2	Scharakteryzować pracę maszyn elektrycznych jako przetworników energii	A	p	a
3	Wyjaśnić zasadę działania transformatora	A	p	c

4	Rozpoznać elementy budowy maszyn komutatorowych oraz określić ich przeznaczenie	A	p	b
5	Obliczyć podstawowe parametry maszyn asynchronicznych wykorzystując zależności między nimi	A	p	a
6	Rozpoznać materiały stosowane do budowy maszyn elektrycznych oraz określić ich przeznaczenie	A	p	c
7	Obliczyć podstawowe parametry maszyn synchronicznych wykorzystując zależności między nimi	B	p	a
8	Rozróżnić maszyny elektryczne na podstawie tabliczki znamionowej	C	p	b
9	Obliczyć podstawowe parametry maszyn prądu stałego wykorzystując zależności między nimi	C	P	d
10	Zinterpretować parametry silników umieszczone na tabliczce znamionowej	B	p	b
11	Obliczyć podstawowe parametry transformatorów wykorzystując zależności między nimi	C	p	a
12	Zinterpretować parametry maszyn wirujących umieszczone na tabliczce znamionowej	C	p	c
13	Rozróżnić podstawowe charakterystyki maszyn prądu przemiennego	B	p	c
14	Rozpoznać elementy budowy maszyn indukcyjnych	C	p	b
15	Wyjaśnić zasadę odwracalności pracy maszyn elektrycznych	C	pp	d
16	Określić właściwości ruchowe maszyn komutatorowych prądu stałego na podstawie charakterystyk	C	pp	b
17	Wyjaśnić przyczyny strat mocy w maszynach komutatorowych i określić ich sprawność	D	pp	c
18	Obliczyć podstawowe parametry maszyn synchronicznych wykorzystując zależności między nimi.	D	pp	b
19	Obliczyć podstawowe parametry maszyn indukcyjnych wykorzystując zależności między nimi	D	pp	d
20	Zanalizować przyczyny powstawania strat mocy w maszynach elektrycznych	D	pp	a

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

TEST 2

- Ze względu na rodzaj przetwarzanej energii maszyny elektryczne dzielimy na:
 - maszyny elektryczne wirujące, maszyny elektryczne liniowe, transformatory,
 - silniki, prądnice, przetwornice,
 - maszyny prądu stałego, maszyny prądu przemiennego: jednofazowe, wielofazowe,
 - obcowzbudne, samowzbudne: bocznikowe, szeregowo, szeregowo-bocznikowe:
 - Silnik elektryczny jest to:
 - maszyna elektryczna wirująca przetwarzająca energię elektryczną na energię mechaniczną,
 - maszyna elektryczna wirująca przetwarzająca energię mechaniczną na energię elektryczną,
 - maszyna elektryczna nie wirująca przetwarzająca energię elektryczną na energię mechaniczną,
 - maszyna elektryczna nie wirująca przetwarzająca energię elektryczną przy tej samej częstotliwości i mocy.
 - W zasadzie działania transformatora wykorzystano zjawisko:
 - indukcji własnej,
 - elektrodynamiczne,
 - indukcji wzajemnej,
 - cieplne.
 - Rysunek obok przedstawia budowę:
 - pierścieni ślizgowych,
 - komutatora,
 - uzębrowanej obudowy,
 - wirnika silnika prądu stałego.
- 
- Poślizg dla silnika asynchronicznego obliczysz z zależności:
 - $s = \frac{n_1 - n}{n_1}$,
 - $\omega_1 = \frac{2\pi n}{60}$,
 - $n_1 = \frac{f_1}{p}$,
 - $U = R \cdot I$.
 - Obwody magnetyczne maszyn prądu przemiennego wykonuje się z:
 - materiałów przewodzących,
 - materiałów elektroizolacyjnych,
 - blach elektrotechnicznych,
 - z litego ferromagnetyka.
 - Oblicz prędkość silnika synchronicznego o dwóch parach biegunów zasilanego z sieci napięcia sinusoidalnego o częstotliwość napięcia 100 Hz
 - 3000 obr/min,
 - 1500 obr/min,
 - 1000 obr/min,
 - 750 obr/min.

8. Rysunek przedstawia tabliczkę znamionową:

- silnika prądu stałego,
- transformatora trójfazowego,
- silnika indukcyjnego trójfazowego,
- transformatora jednofazowego.

MIKOŁOWSKA FABRYKA TRANSFORMATORÓW		MEFTA	MADE IN POLAND
TRANSFORMATOR			
TYP TEa 160/0,5	Nr 7417146	ROK 1974	
MOC 160 kVA	Gr Dy5	PRACA C	
GN 400 ± 2,5% V	PRĄD ZNAM. 231 A		
DN 115 V	PRĄD ZNAM. 803,3 A		
NAP. ZW. 3,49 %	LICZ. FAZ. 3	50 Hz	
STR. JĄŁ. 481 W	STR. OBC. 2269 W		
ST. OCHR. JP-23	CHŁODZ. AN-AN		
TEMP. OT. + 45 °C	PN - 69/E - 06040		
MASA CAŁK. 800 kg	KL IZOL B		

9. Oblicz prąd znamionowy silnika prądu stałego o mocy znamionowej $P_N = 3,4 \text{ kW}$, napięciu $U_N = 400 \text{ V}$ i sprawności $\eta = 0,85$:

- 14 A,
- 8,5 A,
- 7,5 A,
- 10 A.

10. Mocą znamionową silników podawaną na tabliczce znamionowej jest:

- moc elektryczna oddana przez silnik,
- moc mechaniczna oddana,
- moc czynna pobrana z sieci,
- moc pola wirującego.

11. Oblicz, jakie napięcie pojawi się po stronie wtórnej transformatora. o liczbie zwojów uzwojenia pierwotnego $N_1 = 1200$ i wtórnej $N_2 = 120$ podłączonego do sieci o napięciu 400 V:

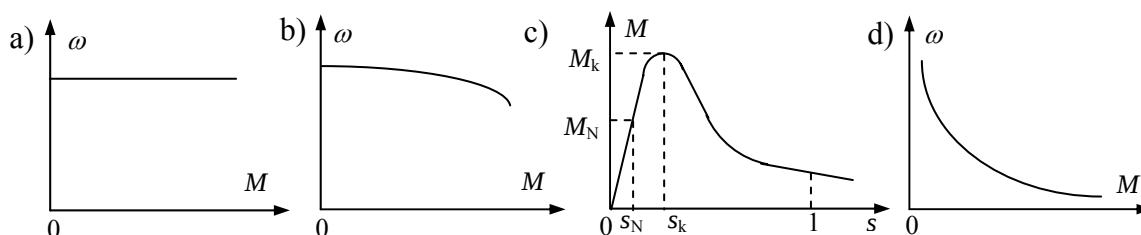
- $U_2 = 40 \text{ V}$,
- $U_2 = 0,4 \text{ V}$,
- $U_2 = 10 \text{ V}$,
- $U_2 = 3 \text{ V}$.

12. Z parametrów umieszczonych na tabliczce znamionowej wynika, że jest to:

Motor		Sg 112 M 6		3~50 Hz	
Nr 12875		IP 54		Isol B	
3~		380 V	Δ	6,1 A	
2,2 kW		$\cos \varphi 0,78$	960 obr/min		
S 2		°C	21 kg	PN-88/E-06701	

- silnik synchroniczny,
- prądnica synchroniczna,
- silnik indukcyjny trójfazowy,
- silnik indukcyjny jednofazowy.

13. Charakterystykę mechaniczną silnika indukcyjnego przedstawia rysunek:



14. Rysunek przedstawia:

- a) wirnik silnika pierścieniowego,
- b) wirnik silnika klatkowego,
- c) wirnik silnika prądu stałego,
- d) wirnik maszyny synchronicznej.



15. Źródłem pola magnetycznego jest:

- a) oddziaływanie siłą na umieszczone w polu ładunki elektryczne,
- b) zjawisko indukcji elektromagnetycznej,
- c) różnica potencjałów między dwoma punktami obwodu elektrycznego,
- d) magnes trwały oraz poruszające się ładunki elektryczne.

16. Z porównania charakterystyk momentu silnika szeregowego $M = c_e c_I I^2$ i bocznikowego $M = c_e \Phi I$ wynika, że:

- a) silnik bocznikowy rozwija większy moment rozruchowy niż szeregowy,
- b) silnik szeregowy rozwija większy moment rozruchowy od bocznikowego,
- c) silnik synchroniczny posiada większy moment rozruchowy niż szeregowy,
- d) silniki szeregowy i bocznikowy posiadają takie same momenty rozruchowe,

17. Sprawność maszyn komutatorowych jest mniejsza od sprawności maszyn indukcyjnych ze względu na:

- a) mniejszą moc przypadającą na jednostkę masy maszyny,
- b) mniejsze straty mocy występujące podczas pracy,
- c) większe straty mechaniczne wywołane przez szczotki i komutator,
- d) skomplikowaną budowę komutatora.

18. Czterobiegunowy wirnik prądnicy synchronicznej napędzany jest silnikiem z możliwością regulacji prędkości w zakresie $157 \text{ rad/s}^{-1} \leq \omega \leq 628 \text{ rad/s}^{-1}$. Oblicz zakres regulacji częstotliwości prądnicy:

- a) $25 \text{ Hz} \leq f \leq 100 \text{ Hz}$,
- b) $50 \text{ Hz} \leq f \leq 200 \text{ Hz}$,
- c) $25 \text{ A} \leq f \leq 100 \text{ A}$,
- d) $157 \text{ Hz} \leq f \leq 628 \text{ Hz}$.

19. Silnik indukcyjny klatkowy ma następujące dane: $P_N = 10 \text{ kW}$, $n_N = 965 \text{ obr./min}$, $M_k = 160 \text{ Nm}$. Oblicz przeciążalność i poślizg znamionowy.

- a) $u = 16$; $s_N = 35\%$,
- b) $u = 3,5$; $s_N = 1,6\%$,
- c) $u = 3,5$; $s_N = 16\%$,
- d) $u = 1,6$; $s_N = 3,5\%$.

20. Silnik pierścieniowy zasilany napięciem znamionowym podczas pracy pod obciążeniem nagrzewa się nadmiernie. Układ chłodzenia prawidłowe działa poprawnie i zasilanie trójfazowe. Przyczyną wzrostu strat mocy może być:

- a) zwarcie wewnątrz uzwojenia stojana,
- b) wzrost indukcji w rdzeniu,
- c) zwarcie między blachami,
- d) przerwa w uziemieniu stojana.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Charakteryzowanie procesów przetwarzania energii elektrycznej

Zakreśl poprawną odpowiedź zaznaczając odpowiednie pole

Nr zadania	Odpowiedź				Punktacja
1	a	b	c	d	
2	a	b	c	d	
3	a	b	c	d	
4	a	b	c	d	
5	a	b	c	d	
6	a	b	c	d	
7	a	b	c	d	
8	a	b	c	d	
9	a	b	c	d	
10	a	b	c	d	
11	a	b	c	d	
12	a	b	c	d	
13	a	b	c	d	
14	a	b	c	d	
15	a	b	c	d	
16	a	b	c	d	
17	a	b	c	d	
18	a	b	c	d	
19	a	b	c	d	
20	a	b	c	d	
Razem:					

7. LITERATURA

1. Goźlińska E.: Maszyny elektryczne. WSiP, Warszawa 1998
2. Plamitzer A.M.: Maszyny elektryczne. WNT, Warszawa 1986
3. Praca zbiorowa: Poradnik monter elektryka. WNT, Warszawa 1997
4. Stein Z.: „Maszyny i napęd elektryczny. WSiP, Warszawa 1989
5. Stein Z.: Maszyny elektryczne. WSiP, Warszawa 1995
6. Normy:
 - PN-92/E-01200 – Symbole graficzne stosowane w schematach.
 - PN-83/E-06040 – Transformatory. Ogólne wymagania i badania.
 - PN-91/E-06700 – Maszyny elektryczne wirujące. Terminologia.
 - PN-88/E-06701 – Maszyny elektryczne wirujące. Ogólne wymagania i badania
 - PN-89/E-06702 – Maszyny elektryczne wirujące. Straty i sprawność.
 - PN-89/E-06707 – Maszyny elektryczne wirujące. Oznaczenia form wykonania.
 - PN-88/E-06708 – Maszyny elektryczne wirujące. Oznaczenia wyprowadzeń i kierunku wirowania.