

MASZYNY ELEKTRYCZNE

Szczegółowe cele kształcenia

W wyniku procesu kształcenia uczeń powinien umieć:

- sklasyfikować maszyny elektryczne ze względu na rodzaj zasilania, zasadę działania i budowę,
- wyjaśnić zasady działania różnych maszyn elektrycznych,
- rozpoznać maszyny elektryczne na podstawie wyglądu zewnętrznego, tabliczki zaciskowej i tabliczki znamionowej,
- rozpoznać podstawowe elementy budowy maszyn elektrycznych na obiektach rzeczywistych, rysunkach oraz na schematach,
- scharakteryzować podstawowe parametry różnych rodzajów maszyn elektrycznych,
- zinterpretować dane umieszczone na tabliczkach znamionowych różnych maszyn elektrycznych,
- narysować schematy wybranych uzwojeń różnych rodzajów maszyn elektrycznych,
- odczytać schematy uzwojeń różnych rodzajów maszyn elektrycznych,
- określić podstawowe parametry uzwojeń silników indukcyjnych i silników prądu stałego na podstawie ich schematów,
- obliczyć podstawowe parametry różnych rodzajów maszyn elektrycznych wykorzystując zależności między nimi,
- scharakteryzować podstawowe właściwości różnych maszyn elektrycznych,
- wyjaśnić zasady obsługi i konserwacji transformatorów oraz silników elektrycznych,
- dobrać zasilanie i zabezpieczenia dla różnych rodzajów silników elektrycznych,
- dokonać analizy działania podstawowych układów sterowania pracą silników na podstawie ich schematów,
- skorzystać z norm, katalogów oraz literatury technicznej przy doborze maszyn elektrycznych do określonego zadania,
- skorzystać z różnych źródeł wiedzy w celu samokształcenia,
- współpracować w zespole.

Materiał nauczania

1. Transformatory

Rodzaje i przeznaczenie transformatorów. Zasada działania i parametry transformatora jednofazowego. Budowa transformatorów małej mocy. Stany pracy transformatora jednofazowego. Straty mocy i sprawność transformatora. Autotransformatory. Przekładniki prądowe i napięciowe. Transformatory bezpieczeństwa i dzwonekowe. Transformatory spawalnicze. Budowa transformatorów energetycznych. Układy połączeń i praca transformatora trójfazowego. Zasady obsługi i konserwacji transformatorów. Pomiary sprawdzające transformatorów.

Ćwiczenia

- Identyfikowanie rodzaju transformatora na podstawie wyglądu zewnętrznego i tabliczki znamionowej.
- Rozpoznawanie elementów budowy transformatora na ekspozycji oraz na rysunku.
- Odczytywanie i interpretowanie parametrów podawanych na tabliczce znamionowej transformatora.
- Obliczanie podstawowych parametrów różnych transformatorów z wykorzystaniem zależności między nimi.
- Odczytywanie parametrów różnych transformatorów z katalogów.
- Wyznaczanie przekładni oraz strat mocy w transformatorze.
- Dobór transformatora do określonego zadania (transformatora pomiarowego, transformatora bezpieczeństwa, transformatora do zasilania prostownika).

2. Maszyny prądu stałego

Budowa maszyny prądu stałego. Uzwojenia pętlicowe i faliste maszyn prądu stałego. Podstawowe parametry uzwojeń. Schemat rozwinięty wybranych uzwojeń. Zasada działania prądnicy prądu stałego. Siła elektromotoryczna indukowana w uzwojeniu twornika. Oddziaływanie twornika i komutacja w maszynach prądu stałego. Tabliczka znamionowa i tabliczka zaciskowa maszyn prądu stałego. Rodzaje prądnic prądu stałego. Warunki samowzbudzenia się prądnicy bocznikowej. Schemat, podstawowe charakterystyki i właściwości prądnicy. Zasada działania silnika prądu stałego. Rodzaje silników prądu stałego. Rozruch, regulacja prędkości obrotowej, zmiana kierunku wirowania silników prądu stałego. Obsługa i konserwacja maszyn prądu stałego. Typowe uszkodzenia silników prądu stałego i sposoby ich wykrywania.

Ćwiczenia

- Identyfikowanie maszyny prądu stałego na podstawie wyglądu zewnętrznego, tabliczki zaciskowej i tabliczki znamionowej.
- Rozpoznawanie elementów budowy maszyny prądu stałego na obiekcie rzeczywistym oraz na rysunku.
- Odczytywanie i interpretowanie parametrów podawanych na tabliczce znamionowej maszyny prądu stałego.
- Odczytywanie parametrów maszyn prądu stałego z ich katalogów.
- Rysowanie schematów wybranych uzwojeń silnika prądu stałego.
- Określanie podstawowych parametrów uzwojeń silników prądu stałego na podstawie schematu.
- Uruchamianie prądnicy bocznikowej, sprawdzanie samowzbudzenia się i próba regulacji napięcia.
- Uruchamianie silnika prądu stałego oraz próba regulacji prędkości obrotowej.
- Analiza typowych uszkodzeń silników prądu stałego i ich objawów na podstawie tablic zakłóceń i uszkodzeń silników prądu stałego.

3. Silniki indukcyjne

Rodzaje silników indukcyjnych i ich budowa. Zasada działania silnika indukcyjnego. Tabliczka znamionowa i tabliczka zaciskowa silnika indukcyjnego. Klasyfikacja uzwojeń silników indukcyjnych. Uzwojenia jednowarstwowe i dwuwarstwowe. Podstawowe parametry uzwojeń. Schematy rozwinięte wybranych uzwojeń. Charakterystyczne stany pracy silnika indukcyjnego. Rozruch, regulacja prędkości obrotowej, zmiana kierunku wirowania i hamowanie silników indukcyjnych. Obsługa i konserwacja silników indukcyjnych. Typowe uszkodzenia silników indukcyjnych i sposoby ich wykrywania.

Ćwiczenia

- Obserwowanie powstawania pola wirującego.
- Rozpoznawanie silnika indukcyjnego na podstawie wyglądu zewnętrznego, tabliczki zaciskowej i tabliczki znamionowej.
- Identyfikowanie elementów budowy silnika indukcyjnego na obiekcie rzeczywistym oraz na rysunku.
- Odczytywanie i interpretowanie parametrów podawanych na tabliczce znamionowej silnika indukcyjnego.
- Odczytywanie parametrów silników indukcyjnych z ich katalogów.
- Rysowanie schematów wybranych uzwojeń silnika indukcyjnego.
- Analiza typowych uszkodzeń silników indukcyjnych i ich objawów na podstawie tablic zakłóceń i uszkodzeń silników indukcyjnych.

4. Silniki komutatorowe prądu przemiennego

Podział silników komutatorowych jednofazowych. Silniki komutatorowe jednofazowe, ich budowa, zasada działania i zastosowanie. Uzwojenia silników komutatorowych jednofazowych. Rozruch, regulacja prędkości obrotowej, zmiana kierunku wirowania silników komutatorowych jednofazowych. Obsługa i konserwacja silników komutatorowych jednofazowych. Typowe uszkodzenia silników komutatorowych i sposoby ich wykrywania.

Ćwiczenia

- Identyfikowanie uzwojeń silników komutatorowych jednofazowych na ich schematach.
- Odczytywanie schematów uzwojeń silników komutatorowych jednofazowych.
- Identyfikowanie silników komutatorowych jednofazowych na podstawie wyglądu zewnętrznego, tabliczki zaciskowej i tabliczki znamionowej.
- Rozpoznawanie elementów budowy silników komutatorowych jednofazowych na ekspozycjach oraz na rysunku.
- Odczytywanie i interpretowanie parametrów podawanych na tabliczce znamionowej silników komutatorowych jednofazowych.
- Odczytywanie parametrów silników komutatorowych prądu przemiennego z ich katalogów.
- Analiza typowych uszkodzeń silników komutatorowych jednofazowych i ich objawów na podstawie tablic zakłóceń i uszkodzeń tych silników.

5. Maszyny synchroniczne

Podział maszyn synchronicznych. Budowa, zasada działania i podstawowe właściwości prądnicy synchronicznej. Budowa i zasada działania silników synchronicznych. Wpływ wzbudzenia na pracę silnika synchronicznego. Rozruch silników synchronicznych. Właściwości i zastosowanie silników synchronicznych.

Ćwiczenia

- Identyfikowanie maszyny synchronicznej na podstawie wyglądu zewnętrznego, tabliczki zaciskowej i tabliczki znamionowej.
- Rozpoznawanie elementów budowy maszyny synchronicznej na ekspozycjach oraz na rysunku lub zdjęciu.
- Odczytywanie i interpretowanie parametrów podawanych na tabliczce znamionowej silnika synchronicznego.
- Odczytywanie i interpretowanie parametrów silników synchronicznych z ich katalogów.

- Analiza typowych uszkodzeń silników synchronicznych i ich objawów na podstawie tablic zakłóceń i uszkodzeń silników synchronicznych.

6. Podstawy napędu elektrycznego

Rodzaje napędu i jego elementy składowe. Rodzaje pracy silników elektrycznych. Kryteria doboru silników elektrycznych. Dobór silnika pod względem budowy w zależności od warunków otoczenia. Dobór rodzaju silnika i jego mocy. Transport oraz ustawienia silnika. Sprzęganie silnika z maszyną roboczą. Układy sterowania w napędzie elektrycznym. Układy bezpośredniego rozruchu silników klatkowych (z wyłącznikiem silnikowym lub stycznikiem). Układy rozruchu silnika klatkowego z przełącznikiem „gwiazda-trójkąt”. Układy do zmiany liczby par biegunów silników klatkowych. Układy („lewo-prawo”) do zmiany kierunku wirowania silników. Układ rozruchu silnika pierścieniowego. Zasady doboru zabezpieczeń silników.

Ćwiczenia

- Dobór rodzaju budowy silnika elektrycznego do warunków otoczenia (gra symulacyjna).
- Czytanie schematów elektrycznych ideowych i montażowych oraz rozpoznawanie na nich aparatury sterowniczej i zabezpieczającej.
- Analiza działania układów sterowania na podstawie schematów.
- Dobieranie zabezpieczeń zwarciovych, przeciążeniowych i podnapięciowych dla wybranego silnika.

Środki dydaktyczne

Teksty przewodnie do wykonywania ćwiczeń. Zestawy fiszek autokorektywnych.

Zestawy plansz, rysunków i foliogramów różnego rodzaju transformatorów, uzwojeń silników indukcyjnych i silników komutatorowych.

Obiekty rzeczywiste i modele różnego rodzaju transformatorów, silników indukcyjnych, komutatorowych prądu stałego i przemiennego, maszyn synchronicznych oraz ich uzwojeń.

Zestaw do demonstracji pola magnetycznego wirującego.

Rysunki, makiety ze sposobami połączenia silnika z maszyną roboczą.

Zestawy tabliczek znamionowych transformatorów, silników indukcyjnych, komutatorowych prądu stałego i przemiennego oraz maszyn synchronicznych.

Podzespoły mechaniczne i elektryczne silników indukcyjnych, synchronicznych, komutatorowych prądu stałego i przemiennego.

Tablice zakłóceń pracy i uszkodzeń silników indukcyjnych, synchronicznych

nnych oraz komutatorowych prądu stałego i przemiennego.
Dokumentacje techniczno-ruchowe silników.
Przykładowe instrukcje eksploatacji transformatorów.
Komputer z oprogramowaniem symulacyjnym do prezentacji działania transformatorów i silników elektrycznych.
Czasopisma specjalistyczne i poradniki.
Katalogi i materiały reklamowe transformatorów, silników indukcyjnych, silników komutatorowych prądu stałego i przemiennego.
Polskie Normy. Atesty i certyfikaty.

Uwagi o realizacji programu

Realizując program przedmiotu należy zwrócić uwagę na problematykę dotyczącą maszyn elektrycznych, z którymi spotka się uczeń w przyszłej pracy zawodowej, oraz na przygotowanie go do analizowania pracy maszyn elektrycznych na podstawie schematów i do aktywnego korzystania z różnorodnych źródeł informacji.

Program nauczania obejmuje podstawowe wiadomości i umiejętności z zakresu transformatorów, maszyn prądu stałego, silników indukcyjnych, maszyn synchronicznych, silników komutatorowych prądu przemiennego oraz podstaw napędu elektrycznego.

Program ten stanowi podbudowę teoretyczną do wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych z przedmiotu Pracownia elektryczna i elektroniczna oraz realizacji zadań zawodowych w ramach zajęć praktycznych.

Treści programu zawierają niezbędne dla przyszłego elektromechanika umiejętności doboru transformatorów i silników elektrycznych do konkretnych warunków pracy, a także odczytywania i interpretowania informacji podanych w postaci symboli, oznaczeń, liczb występujących na schematach, tabliczkach znamionowych, atlasie uzwojeń, w instrukcjach obsługi maszyn elektrycznych oraz w katalogach.

Podczas realizacji programu należy odwoływać się do wiadomości i umiejętności uczniów nabytych na zajęciach z podstaw elektrotechniki i elektroniki dotyczących analizowania pracy obwodów elektrycznych, a także zjawisk w polu elektrycznym i magnetycznym oraz zjawisk związanych z elektromagnetyzmem. Również wskazane jest wykorzystanie wiedzy i doświadczenia uczniów zdobytych samodzielnie poza szkołą, z zakresu maszyn elektrycznych.

Proces kształcenia powinien być organizowany tak, aby wywołał zainteresowanie uczniów problemami zawodowymi oraz uświadomił potrzebę ustawicznego samokształcenia poprzez korzystanie z poradników, czasopism technicznych, katalogów, norm, instrukcji obsługi i dokumentacji techniczno-ruchowych transformatorów i silników elektrycznych wydanych w postaci tradycyjnej jak również i elektronicznej. Zajęcia należy

tak zaplanować, aby kształtować u uczniów oprócz umiejętności przedmiotowych również umiejętności ponadzawodowe.

Zajęcia powinny odbywać się w pracowni maszyn elektrycznych wyposażonej w zaproponowane powyżej środki dydaktyczne. Do ćwiczeń realizowanych metodą przewodniego tekstu należy przygotować teksty przewodnie.

Ćwiczenia powinny być tak zaplanowane, aby umożliwić samodzielną i efektywną pracę uczniów.

Rozpoczynając kształcenie zawodowe należy uświadomić uczniom rolę i znaczenie tego przedmiotu w procesie kształtowania kompetencji zawodowych potwierdzanych na zewnętrznym egzaminie zawodowym.

Podczas zajęć należy zwracać uczniom uwagę na możliwość praktycznego wykorzystania nabytych wiadomości i umiejętności, a przede wszystkim na rolę, jaką odgrywają transformatory i silniki elektryczne w funkcjonowaniu zakładów przemysłowych, sklepów, instytucji oraz gospodarstw wiejskich i domowych.

Szczególnie ważne jest opanowanie przez uczniów umiejętności rozpoznawania i rozróżniania różnych transformatorów i silników elektrycznych oraz ich podzespołów, korzystania z informacji zawartych na tabliczkach znamionowych tych maszyn, poprawnego posługiwania się terminologią techniczną, szacowania wyników obliczeń i pomiarów oraz posługiwania się dokumentacją techniczną podczas analizowania pracy maszyn elektrycznych.

Bardzo ważnym zadaniem stojącym przed nauczycielem jest ukształtowanie u uczniów umiejętności dobierania transformatorów i silników elektrycznych do warunków ich pracy, a także dobierania zasilania i zabezpieczeń dla tych maszyn elektrycznych.

Podczas zajęć mogą wystąpić trudności związane ze zrozumieniem zasady działania maszyn prądu stałego oraz silników indukcyjnych. Problemy może stwarzać uczniom poprawne stosowanie terminologii z zakresu maszyn, odczytywanie i rysowanie uzwojeń silników elektrycznych, planowanie schematów układów pomiarowych oraz wykonywanie niezbędnych obliczeń.

Program powinien być realizowany w oparciu o różnorodne metody nauczania adekwatne do sytuacji dydaktycznej i dostosowane do potrzeb uczniów.

Dla lepszego zrozumienia i utrwalenia wiadomości z zakresu maszyn elektrycznych i podstaw napędu elektrycznego zaleca się przeprowadzanie dużej ilości pokazów oraz ćwiczeń laboratoryjnych wraz z ich szczegółowym omówieniem. Wykorzystanie zaś komputerowych programów symulacyjnych, a także informacji zawartych na nośnikach elektronicznych i w Internecie, zwiększy zainteresowanie uczniów lekcją. W celu przygotowania uczniów do podejmowania odpowiedzialności za samokształcenie i swoje przyszłe kompetencje zawodowe należy prowa-

dzić zajęcia z zastosowaniem fiszek autokorektywnych – odpowiednio dobranych do planowanej sytuacji dydaktycznej zestawów par kartek. Na kartce (A) znajduje się ćwiczenie do wykonania, a na drugiej kartce (B) rozwiązanie tego ćwiczenia z dokładnym wyjaśnieniem poszczególnych kroków postępowania oraz z punktacją kolejnych działań. Po wykonaniu ćwiczenia uczeń korzystając z odpowiedzi na kartce (B) dokonuje korekty rozwiązanej przez siebie zadania, a także samooceny własnych umiejętności. W przypadku wystąpienia znaczących błędów w rozwiązaniu zadania (lub jego braku) należy powtórzyć to ćwiczenie ponownie. Fiszek autokorektywnych wykorzystywanych w procesie nauczania – uczenia się maszyn elektrycznych, powinny zawierać różnicowane pod względem trudności zestawy zadań sprawdzających czytanie ze zrozumieniem tabliczek znamionowych i informacji zawartych w katalogach oraz instrukcjach obsługi transformatorów i silników elektrycznych oraz tematy problemów dotyczące ich właściwego doboru i eksploatacji.

Na szczególne polecenie zasługują aktywizujące metody nauczania (metoda przewodniego tekstu, metoda przypadków, puzzle, drzewko decyzyjne, burza mózgów, gry symulacyjne, metoda projektów, łamigłówki).

Proponuje się następujący podział godzin na realizację poszczególnych działów tematycznych.

Lp.	Działy tematyczne	Liczba godzin
1.	Transformatory	20
2.	Maszyny prądu stałego	24
3.	Silniki indukcyjne	34
4.	Silniki komutatorowe prądu przemiennego	8
5.	Maszyny synchroniczne	8
6.	Podstawy napędu elektrycznego	20
	Razem	114

Podane w tabeli liczby godzin na realizację poszczególnych działów mają charakter orientacyjny. Szkolne zespoły przedmiotowe mogą wprowadzić pewne zmiany, mające na celu lepsze dostosowanie programu do specyfiki szkoły i potrzeb lokalnego rynku pracy.

Podczas realizacji programu nauczania należy zwracać uwagę na rozwijanie u uczniów zainteresowań związanych z przyszłą pracą zawodową. Cel ten można zrealizować poprzez odpowiednio przygotowane wycieczki dydaktyczne do zakładów przemysłowych, hurtowni maszyn elektrycznych, na Targi Elektrotechniczne. Na podsumowanie procesu kształcenia z maszyn elektrycznych można również przeprowadzić konkurs „Mistrz maszyn elektrycznych”, sesję czytelniczą „Maszyny elektryczne bez tajemnic” lub wykonać z uczniami projekt edukacyjny.

Podczas realizacji działu „Transformatory” należy omówić dokładnie ich budowę (z uwzględnieniem nowości technicznych) i stany pracy transformatora.

Przy zapoznawaniu z budową i zasadą działania silników indukcyjnych, synchronicznych, komutatorowych prądu przemiennego należy zwrócić uwagę na silniki występujące w elektrycznym sprzęcie gospodarstwa domowego.

W zagadnieniach dotyczących podstaw napędu elektrycznego należy zwrócić uwagę na dobór silników do warunków pracy, stosowanie zasad bhp przy transporcie i instalowaniu silników, dobór zabezpieczeń silników oraz na podstawowe układy sterowania wykorzystywane w napędzie elektrycznym.

Analizując przyczyny powstawania uszkodzeń w transformatorach i silnikach elektrycznych, należy wyjaśnić uczniom, jak ważną rolę odgrywa właściwy ich dobór do warunków pracy oraz eksploatacja zgodna z zaleceniami producenta.

Propozycje metod sprawdzania i oceny osiągnięć edukacyjnych ucznia

Sprawdzanie postępów ucznia powinno odbywać się w trakcie realizacji programu na podstawie kryteriów zawartych w przedmiotowym systemie oceniania i przedstawionych uczniom na początku zajęć. Kryteria oceniania powinny dotyczyć poziomu oraz zakresu opanowania przez uczniów umiejętności i wiadomości wynikających ze szczegółowych celów kształcenia. Na podstawie analizy tych celów nauczyciel powinien przeprowadzić ich hierarchizację oraz opracować wymagania edukacyjne na poszczególne stopnie szkolne.

Podczas realizacji programu nauczania należy oceniać uczniów z zakresu wyodrębnionych szczegółowych celów kształcenia na podstawie:

- ustnych sprawdzianów poziomu wiadomości i umiejętności,
- pisemnych sprawdzianów (testów osiągnięć szkolnych),
- obserwacji pracy ucznia podczas wykonywania zadań (ćwiczeń) pojedynczo i w zespołach,
- prezentowanych projektów edukacyjnych.

Oceniając prace pisemne uczniów należy sprawdzać głównie ich umiejętności operowania zdobytą wiedzą, zwracać uwagę na właściwe posługiwanie się terminologią techniczną, poprawność analizowania i wnioskowania.

Dokonując oceny w formie ustnej należy wziąć pod uwagę przede wszystkim jakość merytoryczną wypowiedzi, a więc: swobodę i pewność operowania zdobytą wiedzą, poprawne stosowanie terminologii technicznej, umiejętność wnioskowania i analizowania.

Obserwując czynności ucznia podczas wykonywania zadania (ćwiczenia) i dokonując oceny pracy należy zwrócić uwagę na:

- analizę przedstawionego w zadaniu problemu,
- planowanie rozwiązania problemu postawionego w zadaniu,
- interpretowanie otrzymanych wyników.

Ogólna ocena projektów edukacyjnych wykonanych przez uczniów powinna składać się z ocen częściowych poszczególnych faz wykonywania projektu oraz jego prezentacji. Wskazane jest, aby uczniowie przed wykonaniem projektu znali kryteria jego oceny.

Tak więc ocena osiągnięć szkolnych powinna aktywizować i mobilizować do pracy zarówno ucznia jak i nauczyciela.

Po zakończeniu realizacji poszczególnych działów programowych proponuje się zastosowanie testu dydaktycznego wielostopniowego lub dwustopniowego. Zadania w teście teoretycznym mogą być otwarte (krótkiej odpowiedzi, z luką) lub zamknięte (wyboru wielokrotnego, na dobieranie, typu prawda-falsz).

Podsumowanie działów programowych ma na celu przygotowanie ucznia do przyszłego egzaminu zewnętrznego.

W ocenie osiągnięć uczniów po zakończeniu realizacji programu nauczania przedmiotu należy uwzględnić wyniki wszystkich sposobów sprawdzania wiadomości i umiejętności.

Literatura

- Goźlińska E.: Maszyny elektryczne. Ćwiczenia. WSiP, Warszawa 1998
- Goźlińska E.: Maszyny elektryczne. WSiP, Warszawa 2001
- Müller W., Hörnemann E., Hübscher H., Jagla D., Larisch J., Pauly V.: Elektrotechnika. Zbiór zadań z energoelektroniki. Tłumaczenie M. Krogulec-Sobowiec, WSiP, Warszawa 1998;
- Poradnik monter elektryka. Praca zbiorowa. WNT, Warszawa 1997
- Przepisy Budowy Urządzeń Elektroenergetycznych. Wydawnictwa Przemysłowe WEMA, Warszawa 1997
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17.09.1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. Dz. U. Nr 80, poz. 912
- Stein Z.: Maszyny elektryczne. WSiP, Warszawa 1999
- Urbanowicz H., Nowacki Z.: Napęd elektryczny w pytaniach i odpowiedziach. WNT, Warszawa 1986
- Zembrzusi J.: Uszkodzenia i naprawa silników elektrycznych. WNT, Warszawa 1999

Wykaz literatury należy aktualizować w miarę ukazywania się nowych pozycji wydawniczych.