



MINISTERSTWO EDUKACJI
i NAUKI



Eleonora Muszyńska

Prowadzenie racjonalnej gospodarki energetycznej 311[08].Z3.05

Poradnik dla nauczyciela

Wydawca

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

Recenzenci:

mgr Arkadiusz Sadowski

mgr inż. Anna Tapolska

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Katarzyna Maćkowska

Konsultacja:

dr Bożena Zając

Korekta:

mgr inż. Jarosław Sitek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[08].Z3.05 „Prowadzenie racjonalnej gospodarki energetycznej” zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu technik elektryk.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2005

„Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego”

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	4
3. Cele kształcenia	5
4. Przykładowe scenariusze zajęć	6
5. Ćwiczenia	11
5.1. Jakość energii elektrycznej	11
5.1.1. Ćwiczenia	11
5.2. Obliczanie strat w sieciach przesyłowych i rozdzielczych	12
5.2.1. Ćwiczenia	12
5.3. Metody regulacji napięcia	14
5.3.1. Ćwiczenia	14
5.4. Metody oszczędzania energii elektrycznej	17
5.4.1. Ćwiczenia	17
5.5. Poprawa współczynnika mocy	18
5.5.1. Ćwiczenia	18
5.6. Dystrybucja energii elektrycznej	23
5.6.1. Ćwiczenia	23
6. Ewaluacja osiągnięć ucznia	25
7. Literatura	38

1. WPROWADZENIE

Przekazujemy Państwu Poradnik dla nauczyciela „Prowadzenie racjonalnej gospodarki energetycznej”, który będzie pomocny w prowadzeniu zajęć dydaktycznych w szkole kształcącej w zawodzie technik elektryk 311[08].

Poniższy poradnik ma być skutecznym narzędziem do realizacji programu nauczania w zakresie prowadzenia racjonalnej gospodarki energetycznej.

Wiadomości i umiejętności z tej dziedziny zostały określone w jednostce modułowej 311[08].O3.03. „Prowadzenie racjonalnej gospodarki energetycznej”. Jest to jednostka modułowa zawarta w module „Budowa i eksploatacja sieci elektroenergetycznych”.

Ma ona ściśle określone cele kształcenia, materiał nauczania, ćwiczenia, wskazania metodyczne do realizacji programu oraz propozycje metod sprawdzania i oceny osiągnięć edukacyjnych ucznia.

W poradniku zamieszczono:

- szczegółowe cele kształcenia,
- przykładowe scenariusze dwóch zajęć z wykorzystaniem aktywizujących metod kształcenia,
- ćwiczenia,
- przykładowe zestawy zadań testowych przygotowane dla potrzeb sprawdzenia efektywności kształcenia.

Jednostka modułowa „Prowadzenie racjonalnej gospodarki energetycznej” została podzielona na 6 tematów. Każdy z nich zawiera propozycje ćwiczeń.

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczeń, uczeń powinien odpowiedzieć na pytania sprawdzające (są one zamieszczone „Poradniku dla ucznia”, w każdym rozdziale). Udzielone odpowiedzi pozwolą mu sprawdzić czy jest dobrze przygotowany do wykonania ćwiczeń.

Treść programu jednostki modułowej zawiera podstawowe zagadnienia związane z prowadzeniem racjonalnej gospodarki energetycznej. W wyniku realizacji programu uczeń powinien opanować umiejętności:

- obliczania spadków napięcia i strat mocy w sieciach rozdzielczych i przesyłowych,
- rozróżniania i charakteryzowania metod regulacji napięcia,
- dobierania metod kompensacji mocy biernej,
- badania układów do kompensacji mocy biernej.

Aby umożliwić uczniowi opanowanie tych umiejętności, zaleca się stosować aktywizujące i praktyczne metody nauczania, jak gry dydaktyczne, metodę tekstu przewodniego, ćwiczenia oraz metodę projektów. Podczas ćwiczeń należy kształtować umiejętności obliczania spadków napięć, strat mocy i energii, analizowania metod regulacji napięcia i metod oszczędzania energii, a także dobierania metod kompensacji mocy biernej.

Ćwiczenia należy wykonywać indywidualnie lub w małych grupach (2 ÷ 4-osobowych).

Po zakończeniu realizacji programu jednostki modułowej nauczyciel powinien sprawdzić wiadomości i umiejętności za pomocą testu pisemnego. W tym celu w poradniku zamieszczono dwa przykładowe testy sprawdzające, razem z obudową metodyczną.

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej uczeń powinien umieć:

- rozróżniać podstawowe wielkości elektryczne i ich jednostki,
- stosować ważniejsze wzory z zakresu elektrotechniki,
- charakteryzować zjawiska zachodzące w polu elektrycznym i magnetycznym,
- odczytywać proste schematy i na ich podstawie dokonywać analizy,
- dobierać i obsługiwać przyrządy pomiarowe,
- łączyć układy na podstawie schematów,
- posługiwać się dokumentacją techniczną,
- korzystać z literatury technicznej, podręczników, norm oraz przepisów budowy i eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych,
- wykorzystywać technologię komputerową i informacyjną,
- pracować w grupie i indywidualnie,
- analizować i wyciągać wnioski,
- oceniać swoje umiejętności,
- uczestniczyć w dyskusji,
- przygotowywać prezentację,
- prezentować siebie i grupę, w której pracuje,
- stosować różne sposoby przekazywania przygotowanych informacji,
- przestrzegać przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- scharakteryzować parametry określające jakość energii elektrycznej,
- obliczyć straty mocy w sieciach rozdzielczych i przesyłowych,
- obliczyć spadki napięcia w sieciach elektroenergetycznych,
- rozróżnić i scharakteryzować metody regulacji napięcia,
- scharakteryzować metody oszczędzania energii elektrycznej,
- dobrać metody kompensacji mocy biernej w celu poprawy współczynnika mocy,
- scharakteryzować sposoby dystrybucji energii elektrycznej,
- posłużyć się katalogami, normami, przepisami i dokumentacją techniczną,
- zastosować zasady bhp i ochrony przeciwpożarowej podczas pracy.

4. PRZYKŁADOWE SCENARIUSZE ZAJĘĆ

Scenariusz zajęć 1

Osoba prowadząca

Modułowy program nauczania: Technik elektryk 311[08]

Moduł: „Budowa i eksploatacja sieci elektroenergetycznych” 311[08].Z3

Jednostka modułowa: „Prowadzenie racjonalnej gospodarki energetycznej” 311[08].Z3.05

Temat: Regulacja napięcia przez zmianę konfiguracji sieci

Cel ogólny: Kształtowanie umiejętności rozróżniania metod regulacji napięcia.

Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- rozróżnić metody regulacji napięcia,
- scharakteryzować metody regulacji napięcia.

Metody nauczania:

- wykład problemowy,
- metoda tekstu przewodniego.

Formy organizacyjne pracy uczniów:

- frontalna zbiorowa,
- w grupach dwuosobowych.

Czas: 90 minut.

Środki dydaktyczne:

- makiety dotyczące metod regulacji napięcia,
- tekst przewodni,
- podręcznik autorstwa W. Kotlarskiego „Sieci elektroenergetyczne”.

Przebieg zajęć:

1. Powitanie uczniów, sprawdzenie listy obecności.
2. Nawiązanie do tematu, przedstawienie celów zajęć, zapis tematu do zeszytów.
3. Krótki wykład problemowy na temat metod regulacji napięcia.
4. Zapoznanie uczniów z metodą tekstu przewodniego.
5. Podział uczniów na dwuosobowe grupy.
6. Podanie polecenia dla uczniów:
„Przedstaw sposób zbadania wpływu kondensatora włączonego szeregowo do sieci elektroenergetycznej na wartość spadku napięcia”.
7. Rozdanie uczniom arkuszy z tekstem przewodnim.
8. Praca uczniów z tekstem przewodnim.
9. Prezentacja liderów poszczególnych grup.
10. Podsumowanie zajęć, zapis wniosków do zeszytów.

Zakończenie zajęć

Praca domowa

Przygotuj krótką prezentację będącą odpowiedzią na pytanie:

„Co to są kompensatory i w jaki sposób ich praca wpływa na zmianę rozpręgu mocy biernej w sieciach?”

Sposób uzyskania informacji zwrotnej od ucznia po zakończonych zajęciach

– ankieta ewaluacyjna

Tekst przewodni:

dotyczący zagadnienia „Regulacja napięcia przez zmianę konfiguracji sieci”.

FAZA I – informacje:

Zanim przystąpisz do rozwiązania postawionego problemu, odpowiedz na pytania korzystając z wiadomości i umiejętności z dotychczasowych zajęć i dostępnej literatury:

1. Jaka jest definicja idealnego elementu obwodu elektrycznego?
2. Co to jest kondensator?
3. Jaka jest budowa kondensatora?
4. Jakim symbolem graficznym oznacza się kondensator?
5. Co to jest pojemność elektryczna i od czego zależy?
6. Jaki jest związek pojemności z reaktancją kondensatora?
7. Jakie znasz rodzaje mocy w obwodach prądu przemiennego?
8. Jaką mocą charakteryzuje się rezystor a jaką kondensator?

Jeżeli odpowiedziałeś na te pytania, zastanów się, jak można sprawdzić wpływ włączenia kondensatora na spadki napięcia w sieci (rozważ to teoretycznie).

FAZA II – planowanie:

Zanim przystąpisz do sprawdzenia właściwości kondensatora, odpowiedz na pytania, które ułatwią ci wykonanie zadania:

1. Jakimi parametrami charakteryzuje się każda linia przesyłowa?
2. Jaki schemat zastępczy można narysować dla linii WN?
3. Zaproponuj schemat zastępczy odcinka linii energetycznej, oznacz na nim charakterystyczne wielkości.
4. Zaproponuj wykres wektorowy do podanego schematu.
5. Co zauważyłeś?

6. Czy zaobserwowałeś różnicę między napięciem na początku linii i napięciem na jej końcu?
7. Pamiętając, w jaki sposób definiuje się spadek napięcia, zaznacz go na wykresie.

8. Jak zmieni się schemat linii, jeżeli włączysz do niej szeregowo kondensator?

9. Zaproponuj wykres wektorowy do podanego schematu.



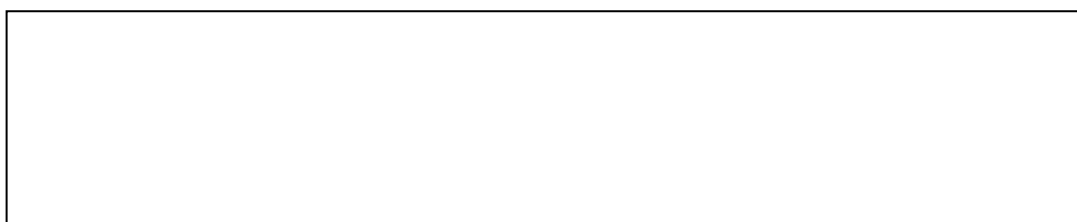
Co zaobserwowałeś? Czy z wykresu możesz już wnioskować o wpływie kondensatora na spadek napięcia? Jeżeli tak, to możesz przejść do następnego etapu.

FAZA III – ustalenia:

1. Czy kondensator spowodował zmianę rozplywu mocy czynnej, czy biernej?
2. Czy na podstawie wykonanych schematów i wykresów możesz wysnuć wnioski i przedstawić wyczerpujące informacje na temat wpływu kondensatora włączonego szeregowo do sieci na wartość napięcia?
3. Jak zamierzasz przedstawić uzyskane wyniki obserwacji?
4. Zastanów się, jak można całkowicie zlikwidować spadek napięcia za pomocą kondensatora? Czy jest to możliwe?

FAZA IV – realizacja:

Spróbuj udowodnić, że można skompensować spadek napięcia, przedstaw to graficznie wykorzystując wykres wektorowy.



Co możesz powiedzieć o reaktancji indukcyjnej i pojemnościowej?

FAZA V – sprawdzenie:

Przedstaw wyniki swoich analiz w postaci równania na spadek napięcia.



FAZA VI – analiza:

Jeżeli sprawnie przebrnąłeś przez wszystkie fazy, spróbuj odpowiedzieć na pytania:

1. Jak można obliczyć reaktancję kondensatora, aby przy znanych pozostałych parametrach sieci uzyskać pożądaną spadku napięcia?
2. Czy kondensatory umożliwiają również zwiększenie spadku napięcia?

Scenariusz zajęć 2

Osoba prowadząca

Modułowy program nauczania: Technik elektryk 311[08]

Moduł: „Budowa i eksploatacja sieci elektroenergetycznych” 311[08].Z3

Jednostka modułowa: „Prowadzenie racjonalnej gospodarki energetycznej” 311[08].Z3.05

Temat: **Regulacja napięcia przez zmianę przekładni transformatora**

Cel ogólny: Kształtowanie umiejętności doboru zaczepek w transformatorach.

Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- rozróżnić metody regulacji napięcia w transformatorach,
- scharakteryzować metody regulacji napięcia w transformatorach,
- dobrać zaczepek w celu uzyskania pożądanego napięcia wtórnego.

Metody nauczania:

- wykład problemowy,
- dyskusja związana z wykładem,
- elementy dyskusji panelowej.

Formy organizacyjne pracy uczniów:

- indywidualna i grupowa.

Czas: 45 minut

Środki dydaktyczne:

- rzeczywisty transformator trójfazowy wyposażony w przełącznik zaczepek,
- zdjęcia transformatorów trójfazowych,
- projektor,
- foliogramy przedstawiające schematy przełączników zaczepek.

Przebieg zajęć:

1. Powitanie uczniów, sprawdzenie listy obecności.
2. Wprowadzenie, przedstawienie celów zajęć, podanie tematu oraz zapisanie tematu do zeszytów, w nawiązaniu do zagadnień, jakie będą omawiane na zajęciach, nauczyciel, wykorzystując pogadankę heurystyczną, przypomina cele i zasady regulacji napięcia w sieciach.
3. Krótkie przypomnienie wiadomości o transformatorach trójfazowych – wskazany przez nauczyciela uczeń lub „ochotnik” omawia budowę i działanie transformatora, korzystając ze środków dydaktycznych będących wyposażeniem pracowni.
4. Zaznajomienie uczniów z możliwościami regulacji napięcia w transformatorach (podanie wzoru na przekładnię)
5. Pokaz przełączania zwojów w stanie beznapięciowym transformatora trójfazowego.
6. Dyskusja na temat wad i zalet regulacji pod napięciem i w stanie beznapięciowym.
7. Podział uczniów na grupy, praca nad ustaleniem wniosków.
8. Sformułowanie wniosków końcowych i zapisanie ich w zeszytach po uprzedniej stylistycznej korekcie.

Zakończenie zajęć

Praca domowa

Dany jest transformator trójfazowy o następujących parametrach:

Układ połączeń Yd11, $S_N = 630 \text{ kVA}$, $U_{GN} = 15750 \text{ V} \pm 5\%$, $U_{DN} = 520 \text{ V}$, $e' = 10 \text{ V/zw}$.

Należy obliczyć liczby zwojów fazowych oraz prądy przewodowe i fazowe na każdym zaczepek.

Sposób uzyskania informacji zwrotnej od ucznia po skończonych zajęciach:

- ankieta ewaluacyjna

Uwaga:

Lekcja trwa tylko 45 minut – proponowany czas trwania poszczególnych etapów lekcji:

- Etap 1 (wprowadzenie): około 5 minut.
- Etap 2 (przypomnienie wiadomości na temat budowy i działania transformatora): około 5 minut.
- Etap 3 (nowe treści związane z regulacją napięcia w transformatorach): około 15 minut.
- Etap 4 (praca uczniów w grupach i dyskusja): około 15 minut.
- Etap 5 (podsumowanie): około 5 minut.

5. ĆWICZENIA

5.1. Jakość energii elektrycznej

5.1.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Korzystając z informacji zawartych w różnych źródłach wyjaśnij:

1. Jaki wpływ na pracę silnika asynchronicznego ma zmiana wartości napięcia zasilającego?
2. Jaki wpływ na pracę przekształtników prądu i urządzeń energoelektronicznych mają wahania napięcia w sieci?

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wyjaśnić, jaki silnik elektryczny nazywamy asynchronicznym i co to są przekształtniki,
- 2) pracować w grupach dwuosobowych, wyszukując informacje związane z podanym tematem, mając do dyspozycji komputer z dostępem do Internetu, podręczniki, katalogi i czasopisma fachowe,
- 3) zaprezentować wyniki swojej pracy po zgromadzeniu i opracowaniu materiałów.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia lub metoda projektów.

Środki dydaktyczne:

- stanowisko z dostępem do Internetu,
- podręczniki, katalogi silników i przekształtników, czasopisma fachowe,
- zeszyt do ćwiczeń, długopis.

Uwaga: Czas na wykonanie ćwiczenia na zajęciach 30 minut. Pracę można wykonywać również indywidualnie w postaci projektu, w domu.

Ćwiczenie 2

Wyszukując informacje w różnych źródłach, przygotuj krótką prezentację zawierającą odpowiedzi na następujące pytania:

1. Jakie przyczyny powodują odchylenia napięcia w sieciach?
2. Czym spowodowane jest migotanie źródeł światła?
3. W jaki sposób można ograniczyć wahania napięcia w sieciach?
4. W jaki sposób uzyskuje się poprawę pewności zasilania?

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wyjaśnić, co to są wahania i odchylenia napięcia,
- 2) pracować samodzielnie, wyszukując informacje w różnych źródłach i zapisując odpowiedzi do zeszytu,
- 3) zaprezentować wyniki swojej pracy, zwracając uwagę na poprawność słownictwa.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- stanowisko z dostępem do Internetu,
- podręczniki, czasopisma fachowe,
- zeszyt do ćwiczeń, długopis.

Uwaga: Czas prezentacji nie powinien przekraczać 5 minut.

5.2. Obliczanie strat w sieciach przesyłowych i rozdzielczych

5.2.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Oblicz spadek napięcia $\Delta u\%$ oraz straty mocy ΔP w obwodzie jednofazowym o $U_N = 230\text{ V}$, zakładając, że przewód YDYp 3x1,5 mm² o długości $l = 12\text{ m}$ zasilą odbiór (o charakterze czysto rezystancyjnym) skupiony na końcu układu.

Obwód jest w pełni obciążony i przepływa przez niego prąd równy obciążalności długotrwałej przewodu $I_z = 16\text{ A}$. Przyjmij założenie, że: $X_L \ll R_L$.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) narysować schemat ideowy układu,
- 2) obliczyć rezystancję przewodu zasilającego pamiętając, że obwód jest w pełni obciążony,
- 3) obliczyć spadek napięcia w woltach i w %,
- 4) obliczyć straty mocy w watach i w %,
- 5) wyciągnąć wnioski z obliczeń.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia obliczeniowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator,
- zeszyt, długopis.

Uwaga: Czas na samodzielne wykonanie zadania na zajęciach – 15 minut.

Ćwiczenie 2

Dany jest układ trójfazowy linii napowietrznej 4xAL – 70 mm² o długości $l = 270$ m. Oblicz straty mocy czynnej ΔP i biernej ΔQ , wiedząc, że obwód jest obciążony odbiorem o mocy $P_{\text{obc}} = 40$ kW o $\cos\varphi = 0,8$.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) obliczyć rezystancję R_L i reaktancję X_L tej linii (korzystając z odpowiednich wzorów lub na podstawie parametrów jednostkowych dla linii napowietrznych dobranych z katalogu),
- 2) obliczyć straty mocy, korzystając z odpowiednich wzorów,
- 3) zaprezentować wyniki swoich obliczeń.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia obliczeniowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator,
- katalog przewodów linii napowietrznych,
- zeszyt, długopis.

Uwaga: Czas na samodzielne wykonanie zadania na zajęciach – 15 minut.

Ćwiczenie 3

Dany jest transformator trójfazowy o parametrach:

15/0,42 kV, $S_N = 630$ kVA, $u_{z\%} = 6\%$,

$I_{0\%} = 1\%$ (prąd stanu jałowego),

$\Delta P_{\text{obc}N} = 6,3$ kW (straty obciążeniowe mocy czynnej),

$\Delta P_{jN} = 0,8$ kW (znamionowe straty jałowe mocy czynnej),

$\Delta Q_{jN} = I_{0\%} S_N = 6,3$ kvar (znamionowe jałowe straty mocy biernej),

$R_T = 0,0028\Omega$, $X_T = 0,0160\Omega$ (są to parametry odniesione na stronę niskiego napięcia).

Obciążenie w ciągu doby wynosi:

$t_1 = 3$ h $S_1 = 500$ kVA

$t_2 = 6$ h $S_2 = 400$ kVA

$t_3 = 15$ h $S_3 = 300$ kVA

Oblicz dobowe straty energii czynnej i energii biernej.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) obliczyć dobowe jałowe straty energii biernej,
- 2) obliczyć dobowe jałowe straty energii czynnej,

- 3) obliczyć dobowe obciążeniowe straty energii biernej,
- 4) obliczyć dobowe obciążeniowe straty energii czynnej,
- 5) obliczyć całkowite straty energii czynnej i energii biernej
- 6) zaprezentować wyniki obliczeń.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator,
- zeszyt, długopis.

Uwaga: Czas na samodzielne wykonanie zadania na zajęciach – 20 minut.

5.3. Metody regulacji napięcia

5.3.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Transformator trójfazowy ma następujące dane:

$S_N = 630 \text{ kVA}$, $U_{GN}/U_{DN} = 15750 \pm 5\% / 5200 \text{ V}$ układ Yd5.

Oblicz napięcie w stanie jałowym po stronie DN, gdy napięcie sieci $U_{\text{sieć}} = 1500 \text{ V}$, a przełącznik zaczeów znajduje się:

- 1) w pozycji + 5%,
- 2) w pozycji – 5%.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) obliczyć napięcie wtórne na każdym zaczepie,
- 2) wyciągnąć wnioski znaczenia regulacji tą metodą,
- 3) zaprezentować wyniki swojej pracy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia obliczeniowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator,
- zeszyt do ćwiczeń, długopis.

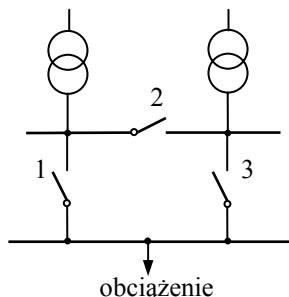
Uwaga: Czas na samodzielne wykonanie ćwiczenia – 10 minut.

Ćwiczenie 2

Przeprowadź analizę metody regulacji napięcia przez zmianę konfiguracji sieci w układzie przedstawionym na rys. 1.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.



Rys. 1. Fragment sieci elektroenergetycznej

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) pracować samodzielnie, mając 10 minut na wykonanie zadania,
- 2) narysować układ w godzinach obciążenia szczytowego,
- 3) narysować układ (układy) w godzinach „dolin nocnych”,
- 4) uzasadnić, że łączenie równoległe i rozcinanie połączeń wpływa na zmianę parametrów sieci,
- 5) uzasadnić, że zmiana parametrów sieci wpływa na zmianę spadków napięcia,
- 6) podać wady i zalety tej metody.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

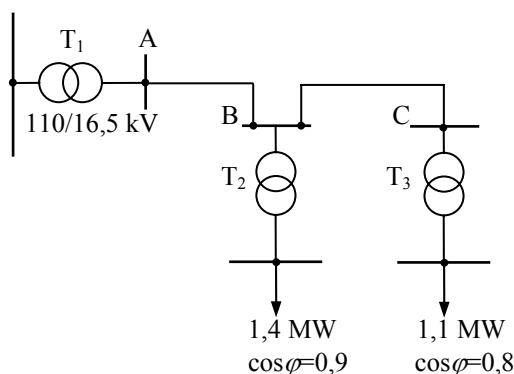
- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator, zeszyt do ćwiczeń, długopis.

Ćwiczenie 3

Zaprojektuj regulację napięcia w sieci 15 kV zasilanej z transformatora 110/16,5 kV, pokazanej na rys. 2.



Rys. 2. Fragment sieci elektroenergetycznej [3]

Dane: Linia AB wykonana przewodem AFL 70 mm², linia BC przewodem AFL 35mm²
 $T_2, T_3 - 1,6 \text{ MVA}$, $u_z\% = 4,5\%$, $\Delta P_{cu} = 1,2\%$; odcinek AB – 4 km, odcinek BC – 5 km.

Dane z rysunku dotyczą obciążenia szczytowego, natomiast obciążenie nocne należy przyjąć jako równe połowie obciążenia szczytowego.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przeanalizować sytuację w podanym fragmencie sieci, a następnie przystąpić do obliczeń,
- 2) wyznaczyć $\sin\varphi_B$ i $\sin\varphi_C$ oraz $\tan\varphi_B$ i $\tan\varphi_C$, mając dane $\cos\varphi_B$ i $\cos\varphi_C$,
- 3) obliczyć rozływ mocy – S_B , S_C oraz $S_{AB} = S_B + S_C$ pamiętając, że $Q/P = \tan\varphi$,
- 4) obliczyć rezystancję i reaktancję odcinków AB i BC, przyjmując reaktancję jednostkową linii $X_0 = 0,4 \Omega / \text{km}$,
- 5) obliczyć spadki napięcia na odcinkach AB i BC przy obciążeniu szczytowym według wzoru:

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U},$$

- 6) obliczyć procentowe spadki napięcia według wzoru:

$$\Delta u_{\%} = \frac{\Delta U}{U_N} 100\%,$$

- 7) obliczyć spadki napięcia na transformatorach T2 i T3 według wzoru:

$$\Delta u_{\%} = (\Delta u_{CU} \% \cdot \cos\varphi + \Delta u_X \% \cdot \sin\varphi) \cdot \beta \quad \text{gdzie: } \beta = \frac{S}{S_N}$$

S – obciążenie transformatora, S_N – moc znamionowa transformatora,

- 8) obliczyć spadki napięcia w dolinie nocnej,
- 9) wyznaczyć procentowe napięcie na szynach A transformatora T1,
- 10) obliczyć spadki napięcia dla odbioru B, a następnie dla odbioru C według wzoru:

$$\delta U = U_N - U_A - \delta U_{TN} + (\Delta U_{\max} + \Delta U_{\min})/2,$$

U_N – napięcie znamionowe, U_A – napięcie na szynach zasilających A, δU_{TN} – napięcie dodawcze wynikłe z przekładni znamionowej transformatora, $\Delta U_{\max}$, $\Delta U_{\min}$ – spadki napięć na linii i transformatorze między punktem A a rozpatrywanym punktem odbioru (B lub C)

- 11) dobrać odpowiednie zaczepty dla transformatorów T_2 i T_3 ,
- 12) dobrać odpowiednie zaczepty transformatora 110/16,5 kV,
- 13) wyciągnąć wnioski z przeprowadzonych obliczeń,
- 14) zaprezentować wyniki swojej pracy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia obliczeniowe,
- praca projektowa.

Środki dydaktyczne:

- zeszyt do ćwiczeń,
- kalkulator, długopis.

Uwaga: Ćwiczenie należy do trudniejszych, jego samodzielne rozwiązanie i właściwe wyciągnięcie wniosków jest równoznaczne z oceną celującą.

5.4. Metody oszczędzania energii elektrycznej

5.4.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Dokonaj analizy metod oszczędzania energii elektrycznej:

- a) w Twoim domu,
- b) w najbliższym zakładzie produkcyjnym.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przeanalizować ostatnie rachunki za energię elektryczną,
- 2) oszacować czas pracy poszczególnych urządzeń,
- 3) obliczyć koszty pracy różnych urządzeń elektrycznych w określonym czasie,
- 4) przeprowadzić bilans energii, wykazując, jaki procent zużytej energii stanowi energia pobierana przez poszczególne odbiorniki,
- 5) przygotować różne propozycje dotyczące oszczędzania energii razem z kalkulacją cenową,
- 6) zaprezentować na zajęciach wyniki swojej analizy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator,
- rachunki za energię elektryczną,
- zeszyt do ćwiczeń i długopis.

Uwaga: Ćwiczenie należy wykonywać w formie pracy projektowej, indywidualnie lub też (w przypadku b) w grupach dwu-, trzyosobowych. Czas na wykonanie projektu –1 tydzień.

Ćwiczenie 2

Porównaj w okresie jednego roku koszty oświetlenia za pomocą tradycyjnej żarówki 100 W i równoważnej świetlówki kompaktowej 20 W.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zgromadzić informacje na temat cen obu źródeł światła,
- 2) zgromadzić informacje na temat parametrów znamionowych obu źródeł światła,

- 3) obliczyć koszty pracy obu źródeł światła w ciągu roku,
- 4) porównać zebrane informacje,
- 5) zaprezentować wyniki swojej analizy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia obliczeniowe.

Środki dydaktyczne:

- katalogi i prospekty porównywanych źródeł.

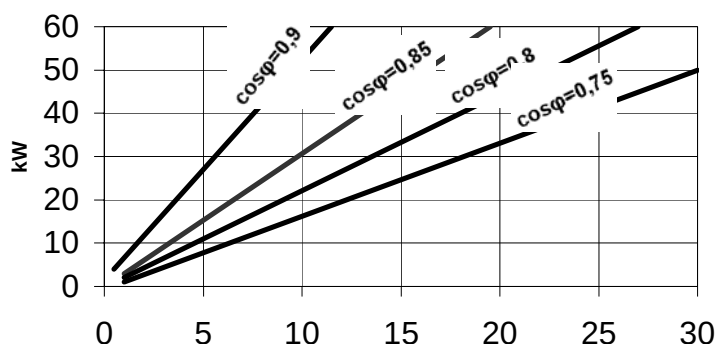
Uwaga: Czas na wykonanie ćwiczenia na zajęciach – 20 minut.

5.5. Poprawa współczynnika mocy

5.5.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Na podstawie rys. 3 dobierz moc kondensatora do kompensacji mocy biernej silnika o napięciu $U_N = 400$ V, mocy $P_N = 10$ kW, jeżeli współczynnik mocy $\cos\varphi = 0,85$. Oblicz jego pojemność i rezystancję rezystorów rozładowczych.



Rys. 3. Zależność mocy biernej kondensatorów od mocy czynnej silników indukcyjnych [1]

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) odczytać moc kondensatora z załączonego wykresu,
- 2) obliczyć pojemność kondensatora C ,
- 3) obliczyć wartość rezystorów rozładowczych korzystając z zależności

$$u = U_m e^{-\frac{t}{RC}} \text{ co po przekształceniach pozwala obliczyć } R = \frac{t}{C} \ln \frac{U_m}{u},$$

gdzie: $u = 50$ V – wartość napięcia bezpiecznego,

$t = 60 \text{ s}$ – maksymalny czas rozładowania baterii.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator, zeszyt, długopis.

Ćwiczenie 2

Ustalić moc znamionową baterii kondensatorów do kompensacji indywidualnej transformatora o danych $U_{GN}/U_{DN} = 6/0,4 \text{ kV}$, $S_N = 125 \text{ kVA}$, $I_0\% = 6,8\%$

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) obliczyć moc bierną Q_0 pobieraną przez transformator w stanie jałowym według wzoru:

$$Q_0 = \frac{I_{0\%}}{100} S_N,$$

- 2) dobrać moc baterii kondensatorów korzystając z zależności: $Q_N \leq Q_0$,
- 3) korzystając z katalogu dobrać moc kondensatorów do kompensacji indywidualnej w zależności od typu transformatora,
- 4) porównać wyniki.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- katalogi kondensatorów,
- zeszyt do ćwiczeń.

Ćwiczenie 3

Indukcyjny silnik przy napięciu $U = 230 \text{ V}$ pobiera prąd $I = 26 \text{ A}$, przy $\cos\varphi = 0,7$. W celu poprawienia współczynnika mocy do wartości $\cos\varphi_1 = 1$ włączono równolegle kondensator. Oblicz pojemność i moc tego kondensatora oraz prąd pobierany z sieci.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) narysować schemat układu połączeń i wykres wektorowy,
- 2) obliczyć prąd płynący przez kondensator I_c , jego pojemność C i moc Q_c ,
- 3) obliczyć prąd pobierany z sieci po kompensacji,
- 4) wyciągnąć odpowiednie wnioski.

- Zalecane metody nauczania–uczenia się:
- ćwiczenia.

- Środki dydaktyczne:
- zeszyt do ćwiczeń, kalkulator, długopis.

Ćwiczenie 4

Obciążenie zakładu przemysłowego zasilanego napięciem 400/230 V wynosi $P = 100\text{kW}$ przy $\cos\varphi_1 = 0,8$. Ustalić moc baterii kondensatorów włączonych równolegle, aby $\cos\varphi_2 = 0,95$. Ponadto ustalić pojemność kondensatorów przy połączeniu baterii w trójkąt oraz w gwiazdę.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) określić φ_1 i φ_2 mając dany $\cos\varphi_1$ i $\cos\varphi_2$,
- 2) obliczyć szukaną moc baterii kondensatorów,
- 3) obliczyć pojemność baterii połączonej w trójkąt i w gwiazdę.

- Zalecane metody nauczania–uczenia się:
- ćwiczenia.

- Środki dydaktyczne:
- zeszyt do ćwiczeń, kalkulator, długopis.

Ćwiczenie 5

Korzystając z dostępnych Ci katalogów oraz innych źródeł, wyszukaj informacje na temat:

- a) rodzajów, budowy, danych technicznych, właściwości i cech charakterystycznych, a także obsługi nowoczesnych zestawów kondensatorów do kompensacji mocy biernej,
- b) rodzajów, budowy, danych technicznych, właściwości i cech charakterystycznych, a także obsługi regulatorów mocy biernej.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) pracować samodzielnie wyszukując informacje na podany temat,
- 2) przygotować krótką prezentację,
- 3) zaprezentować wyniki swojej pracy, mając na to czas – 10 minut.

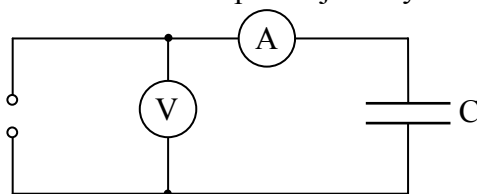
- Zalecane metody nauczania–uczenia się:
- ćwiczenia projektowe.

Środki dydaktyczne:

- zeszyt do ćwiczeń, długopis,
- stanowisko z dostępem do Internetu,
- katalogi zestawów do kompensacji mocy biernej i prospekty regulatorów.

Ćwiczenie 6

Wyznacz pojemność C kondensatora do kompensacji mocy biernej.



Rys. 4. Schemat układu do pomiaru pojemności

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zastosować zasady bhp i ochrony przeciwpożarowej podczas pracy,
- 2) sprawdzić czy obwód baterii jest rozładowany przed przystąpieniem do pomiaru,
- 3) połączyć układ zgodnie z przedstawionym na rys. 4 schematem,
- 4) zasilić układ napięciem zbliżonym do znamionowego,
- 5) odczytać wskazania mierników,
- 6) obliczyć pojemność kondensatora według wzoru: $C = \frac{I}{2\pi f U}$,
- 7) porównać wyniki pomiaru z danymi katalogowymi,
- 8) zaprezentować wyniki badań.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- kondensator jednofazowy wskazany przez nauczyciela,
- amperomierz o klasie dokładności nie mniejszej niż 0,5,
- woltomierz o klasie dokładności nie mniejszej niż 0,5.

Uwaga: czas na wykonanie zadania – około 30 minut.

Ćwiczenie 7

Zbadaj wpływ kondensatora na wartość współczynnika mocy w układzie obciążonym silnikiem indukcyjnym trójfazowym klatkowym.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zapoznać się z danymi znamionowymi silnika,
- 2) na podstawie danych znamionowych silnika dobrać moc i pojemność układu kondensatorów do kompensacji indywidualnej,
- 3) zaproponować układy pomiarowe przed i po włączeniu kondensatorów pamiętając, że silnik jest odbiornikiem trójfazowym symetrycznym,
- 4) zgromadzić aparaty i urządzenia niezbędne do wykonania zadania,
- 5) po akceptacji prowadzącego, połączyć układ bez kondensatorów i wykonać niezbędne pomiary,
- 6) połączyć układ z zamontowanym układem kondensatorów i wykonać pomiary,
- 7) zastosować zasady bhp podczas pracy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

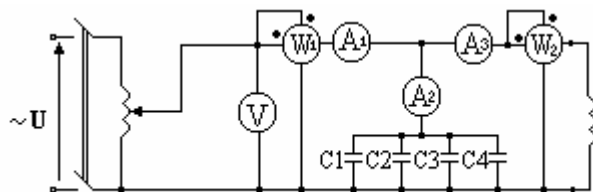
- układ kondensatorów do kompensacji mocy biernej,
- silnik indukcyjny trójfazowy o mocy do 1 kW,
- watomierz, amperomierz, woltomierz.

Uwaga: Ćwiczenie należy wykonać w dwóch etapach:

etap I to faza projektowania (może być wykonywana jako indywidualna praca domowa lub w formie projektów w grupach),
etap II to faza pomiarów, wykonywana w pracowni, po akceptacji nauczyciela prowadzącego.

Ćwiczenie 8

Kompensacja mocy biernej pobieranej przez dławik oraz odpowiedni dobór baterii kondensatora.



Rys. 5. Schemat układu do kompensacji mocy biernej

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przypomnieć cel i zasady kompensacji mocy biernej,
- 2) wyjaśnić, w jaki sposób można wyznaczyć współczynnik mocy $\cos\phi$ na podstawie pomiaru prądu, napięcia oraz mocy czynnej w układzie jednofazowym,

- 3) połączyć układ wg schematu z rys. 5 bez włączonych kondensatorów oraz mierników A_2 , A_3 , W_2 ,
- 4) wykonać niezbędne pomiary umożliwiające wyznaczenie $\cos\varphi$, a także obliczenie mocy biernej pobieranej przez dławik przed kompensacją,
- 5) włączać kolejno kondensatory, wykonywać pomiary zgodnie ze schematem z rys. 5, wyniki zapisać w tabeli:

C	U	P_1	P_2	I_1	I_2	I_3	$\cos\varphi$
μF	V	W_1	W_2	A_1	A_2	A_3	–
przed kompensacją			–		–	–	

- 6) wykonać obliczenia i zaprezentować wyniki swojej pracy, dokonując analizy wskazań mierników podczas wszystkich pomiarów,
- 7) zachować zasady bhp podczas pracy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- kondensatory wskazane przez nauczyciela w zależności od parametrów dławika,
- dławik,
- woltomierz,
- dwa watomierze,
- autotransformator.

Uwaga: Ćwiczenie należy wykonywać w zespołach dwuosobowych, mając 120 minut na całkowite wykonanie zadania.

5.6 Dystrybucja energii elektrycznej

5.6.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Posługując się przepisami Ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 roku „Prawo Energetyczne”, wyszukaj informacje na temat: „Zakres obowiązków przedsiębiorstw energetycznych zajmujących się dystrybucją energii elektrycznej”.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) odszukać w Internecie treść właściwej ustawy i jej ewentualne aktualizacje,
- 2) wybrać informacje związane z treścią ćwiczenia,
- 3) zaprezentować wyniki swojej pracy, mając 10 minut na prezentację.

- Zalecane metody nauczania–uczenia się:
- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- stanowisko z dostępem do Internetu.
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. „Prawo Energetyczne”.

Ćwiczenie 2

Wyszukując informacje w różnych źródłach, przygotuj prezentację na temat zakresu działalności dowolnego Zakładu Energetycznego z terenu Polski.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i sposób wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) odszukać adres internetowy dowolnego Zakładu Energetycznego,
- 2) wypisać informacje na temat:
 - podstawowych kierunków działalności firmy,
 - terenu objętego działalnością,
 - struktury sieci rozdzielczej, w tym:
 - a) długości linii napowietrznych i kablowych,
 - b) ilości stacji, ich mocy i sposobów zasilania,
 - c) ilości przyłączy,
- 3) zaprezentować wyniki swojej pracy mając 30 minut na przygotowanie oraz 10 minut na prezentację.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- stanowisko z dostępem do Internetu,
- zeszyt do ćwiczeń, długopis.

Uwaga: W celu pełnego scharakteryzowania zagadnień związanych z dystrybucją energii elektrycznej w Polsce, nauczyciel może wskazać uczniom, do analizy konkretne Zakłady Energetyczne.

6. EWALUACJA OSIĄGNIĘĆ UCZNIA

Przykłady narzędzi pomiaru dydaktycznego

Dwa testy dwustopniowe do jednostki modułowej „Prowadzenie racjonalnej gospodarki energetycznej”

Test 1

Test składa się z 20 zadań wielokrotnego wyboru, z których:

- zadania 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20 są z poziomu podstawowego,
- zadania 13, 14 są z poziomu ponadpodstawowego.

Punktacja zadań: 0 lub 1 punkt

Za każdą poprawną odpowiedź uczeń otrzymuje 1 punkt, za błędną odpowiedź lub jej brak uczeń otrzymuje 0 punktów.

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

- dopuszczający – za rozwiązanie co najmniej 8 z poziomu podstawowego,
- dostateczny – za rozwiązanie co najmniej 12 zadań z poziomu podstawowego,
- dobry – za rozwiązanie co najmniej 15 zadań, w tym przynajmniej 1 z poziomu ponadpodstawowego,
- bardzo dobry – za rozwiązanie co najmniej 18 zadań, w tym przynajmniej 2 z poziomu podstawowego.

Klucz odpowiedzi: 1. b, 2. a, 3. b, 4. d, 5. d, 6. d, 7. c, 8. d, 9. a, 10. b, 11. a, 12. a, 13. a, 14. b, 15. c, 16. d, 17. b, 18. b, 19. a, 20. d.

Plan testu 1

Nr zadania	Cel operacyjny (mierzone osiągnięcia uczniów)	Kategoria celu	Poziom wymagań	Poprawna odpowiedź
1.	Wymienić parametry określające jakość energii elektrycznej	B	P	b
2.	Zdefiniować spadek napięcia w sieciach elektroenergetycznych	A	P	a
3.	Rozróżnić metody regulacji napięcia w sieciach elektroenergetycznych	B	P	b
4.	Scharakteryzować metody kompensacji mocy biernej	B	P	d
5.	Scharakteryzować straty mocy w układach przesyłowych	B	P	d

6.	Rozróżnić metody oszczędzania energii	B	P	d
7.	Rozróżnić sposoby kompensacji mocy biernej w celu poprawy współczynnika mocy	B	P	c
8.	Scharakteryzować rodzaje kompensacji mocy biernej w celu poprawy współczynnika mocy	B	P	d
9.	Wyjaśnić metody kompensacji mocy biernej	B	PP	a
10.	Obliczyć straty energii w sieciach elektroenergetycznych	C	P	b
11.	Podać wzór na straty mocy czynnej w sieciach trójfazowych niskiego napięcia	B	P	a
12.	Obliczyć straty mocy czynnej w obwodach jednofazowych	C	P	a
13.	Podać wzór na pojemność baterii kondensatorów do kompensacji mocy biernej	C	PP	a
14.	Obliczyć spadek napięcia w linii elektroenergetycznej	C	PP	b
15.	Obliczyć procentowy spadek napięcia w linii	C	P	c
16.	Wyjaśnić wpływ kondensatora na pracę silnika	B	P	d
17.	Analizować efekt finansowy energooszczędnej gospodarki	C	P	b
18.	Wyjaśnić, w jaki sposób zwiększyć napięcie w transformatorze	B	P	b
19.	Określić przyczynę odkształcenia napięcia sieciowego	B	P	a
20.	Rozróżnić rodzaje kompensacji mocy biernej	B	P	d

P – poziom podstawowy, PP – poziom ponadpodstawowy

Przebieg testowania

Instrukcja dla nauczyciela

1. Ustal z uczniami termin przeprowadzenia sprawdzianu z wyprzedzeniem co najmniej tygodniowym.
2. Uczeń rozwiązuje 20 zadań testowych wielokrotnego wyboru.
3. W każdym zadaniu jest tylko jedna poprawna odpowiedź.
4. Uczeń wybiera poprawną odpowiedź, zaznaczając właściwe pole w karcie odpowiedzi.
5. W przypadku pomyłki bierze złą odpowiedź w kółko i zaznacza właściwą.
6. Uczeń może korzystać z kalkulatora.
7. Na rozwiązanie testu uczeń ma 40 minut oraz 5 minut na zapoznanie się z instrukcją.
8. Po zakończeniu testu uczeń podnosi rękę i czeka, aż nauczyciel odbierze od niego pracę.

Instrukcja dla ucznia

1. Przeczytaj uważnie instrukcję – masz na tę czynność 5 minut.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test składa się z 20 zadań dotyczących prowadzenia racjonalnej gospodarki energetycznej.
5. Na rozwiązanie wszystkich zadań masz 40 minut.
6. Odpowiedzi udzielaj wyłącznie na załączonej karcie odpowiedzi.
7. Wszystkie zadania to zadania wielokrotnego wyboru. Zawierają cztery możliwe odpowiedzi, z których tylko jedna jest poprawna. Zaznacz poprawną odpowiedź, zaczerniając właściwe pole w karcie odpowiedzi. Jeśli się pomyliłeś, to otocz błędną odpowiedź kółkiem i zaznacz nową odpowiedź.
8. W niektórych zadaniach, udzielenie prawidłowej odpowiedzi wymaga wykonania pomocniczych obliczeń (możesz wykorzystać kalkulator).
9. Pamiętaj, że pracujesz samodzielnie.
10. Możesz uzyskać maksymalnie 20 punktów.
11. Po zakończeniu testu podnieś rękę i zaczekaj, aż nauczyciel odbierze od Ciebie pracę.

Powodzenia!

Materiały dla ucznia:

- instrukcja,
- zestaw zadań testowych,
- karta odpowiedzi.

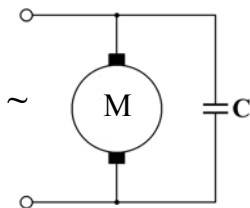
ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Jakość dostarczanej energii elektrycznej określa:
 - a) sposób wytwarzania pola magnetycznego,
 - b) częstotliwość,
 - c) sposób wykonania ochrony przeciwporażeniowej,
 - d) rezystancja odbiornika.
2. Spadek napięcia w odróżnieniu od straty napięcia jest różnicą:
 - a) algebraiczną między napięciem na początku i na końcu toru przesyłowego,
 - b) geometryczną między napięciem na początku i na końcu toru przesyłowego,
 - c) geometryczną między napięciem na końcu i na początku toru przesyłowego,
 - d) algebraiczną między napięciem na końcu i na początku toru przesyłowego.
3. Do metod regulacji napięcia stosowanych w praktyce zaliczamy:
 - a) regulację przez zmianę liczby odbiorników,
 - b) regulację przez zmianę konfiguracji sieci,
 - c) regulację przez zmianę częstotliwości napięcia zasilającego,
 - d) regulację przez zmianę rozptywu mocy czynnej.

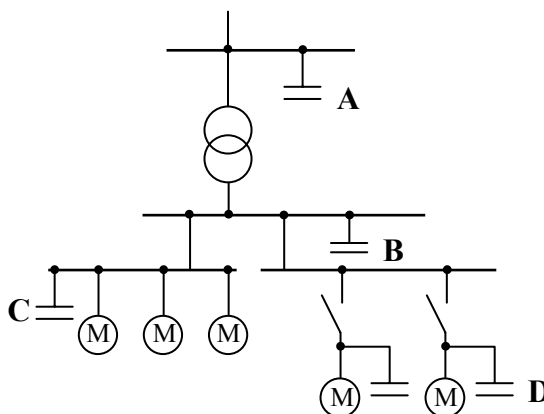
4. Kompensatory mogą być stosowane do:
 - a) zmniejszania spadków napięć,
 - b) zwiększania spadków napięć,
 - c) zmniejszania mocy czynnej,
 - d) zmniejszania i zwiększania spadków napięć.
5. Zmniejszenie strat mocy w układach przesyłowych osiągnąć można przez:
 - a) zmniejszenie napięcia, którym przesyłana jest energia,
 - b) zmniejszenie przekroju przewodów wiodących prąd,
 - c) zwiększenie liczby odbiorników przyłączonych do sieci,
 - d) podwyższenie napięcia przy którym przesyłana jest energia.
6. Do czynników wpływających na zwiększone zużycie energii elektrycznej zaliczamy:
 - a) wysoki stopień automatyzacji,
 - b) stosowanie racjonalnych schematów układów sieciowych,
 - c) utrzymanie napięcia zaliczającego na wysokim poziomie,
 - d) niedociążenie transformatorów i silników.
7. Do naturalnych sposobów kompensacji mocy biernej zaliczamy:
 - a) zamianę silników synchronicznych na indukcyjne,
 - b) przełączanie niedociążonych silników asynchronicznych z gwiazdy w trójkąt,
 - c) przełączanie niedociążonych silników asynchronicznych z trójkąta w gwiazdę,
 - d) zwiększenie czasu pracy w stanie jałowym.
8. Zaletą kompensacji centralnej w porównaniu z kompensacją indywidualną jest:
 - a) możliwość zastosowania dużej liczby kondensatorów,
 - b) ograniczenie przepływu mocy tylko w sieci zasilającej,
 - c) możliwość zainstalowania baterii w pobliżu odbiornika,
 - d) możliwość zainstalowania baterii w pomieszczeniach ruchu elektrycznego.
9. Zadaniem regulatora współczynnika mocy jest:
 - a) pomiar $\cos\varphi$ obciążenia określonej linii, załączanie i wyłączanie cewki styczników, które załączają i wyłączają odpowiednie człony baterii,
 - b) pomiar natężenia prądu określonej linii, załączanie i wyłączanie cewki styczników, które załączają i wyłączają odpowiednie człony baterii,
 - c) pomiar wartości napięcia w określonej linii, załączanie i wyłączanie cewki styczników, które załączają i wyłączają odpowiednie człony baterii,
 - d) pomiar mocy czynnej określonej linii, załączanie i wyłączanie cewki styczników, które załączają i wyłączają odpowiednie człony baterii.
10. Jeżeli w pewnym obwodzie straty mocy czynnej ΔP są stałe i wynoszą 500 W, to straty energii czynnej w ciągu 8 godzin wynoszą:
 - a) 40 kWh,
 - b) 4 kWh,
 - c) 400 kWh,
 - d) 4000 kWh.

11. Obciążeniowe straty mocy czynnej w układzie symetrycznym trójfazowym obliczyć można ze wzoru:
- $\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R,$
 - $\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} X,$
 - $\Delta P = \frac{U^2}{P^2 + Q^2} X,$
 - $\Delta P = \frac{U^2}{P^2 + Q^2} R.$
12. Straty mocy czynnej w obwodzie jednofazowym o $U_N = 230 \text{ V}$, $I = 12 \text{ A}$, rezystancji przewodu $R = 0,2 \text{ } \Omega$ i $\cos\varphi = 1$
- 57,6 W,
 - 576 W,
 - 5,76 W,
 - 0,57 W.
13. Pojemność baterii kondensatorów można obliczyć ze wzoru:
- $C = Q_C : (\omega U^2),$
 - $C = Q_C \cdot (\omega U^2),$
 - $C = (\omega U^2) : Q_C,$
 - $C = (\omega U^2) \cdot Q_C.$
14. Parametry pewnego odcinka linii wynoszą $U = 15 \text{ kV}$, $R_L = 1,23 \text{ } \Omega$, $X_L = 1,2 \text{ } \Omega$, $P_{\text{obc}} = 2,4 \text{ W}$, $Q_{\text{obc}} = 1,29 \text{ var}$. Spadek napięcia przy obciążeniu szczytowym wynosi:
- 30 V,
 - 0,3 kV,
 - 3 kV,
 - 3 V.
15. Jeżeli napięcie znamionowe linii wynosi 15 kV, a spadek napięcia wynosi 0,25 kV to procentowy spadek napięcia wynosi:
- 25%,
 - 0,6%,
 - 1,67%,
 - 10%

16. W układzie jak na rysunku, do zacisków silnika włączono kondensator o pojemności C .
W efekcie takiego połączenia:



- a) wzrosła moc silnika i wzrosła jego prędkości obrotowej.
 - b) wzrosła moc silnika i zmniejszyła się jego prędkości obrotowej.
 - c) wzrosła prędkości obrotowej silnika bez zmiany jego mocy.
 - d) moc silnika i jego prędkość obrotowa nie zmieniły się.
17. Jeżeli silnik o mocy 6,4 kW i sprawności 64% zastąpimy innym o takiej samej mocy, ale o sprawności 80% to po 10 godzinach pracy zaoszczędzimy:
- a) 2 kWh energii,
 - b) 20 kWh energii,
 - c) 200 kWh energii,
 - d) 2000 kWh energii
18. W celu zwiększenia wartości napięcia po stronie wtórnej transformatora, przy niezmienionym napięciu zasilającym należy:
- a) zwiększyć liczbę zwojów pierwotnych,
 - b) zmniejszyć liczbę zwojów pierwotnych,
 - c) zmniejszyć liczbę zwojów wtórnych,
 - d) zwiększyć rozmiary rdzenia.
19. Przyczyną odkształcenia napięcia sieciowego jest włączenie do tej sieci:
- a) odbiorników zasilanych za pośrednictwem przekształtników tyrystorowych,
 - b) odbiorników zasilanych za pośrednictwem transformatorów jednofazowych,
 - c) silników indukcyjnych trójfazowych,
 - d) rezystancyjnych urządzeń grzejnych,
20. Kompensacja indywidualna zaznaczona jest na rysunku w punkcie:



KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Prowadzenie racjonalnej gospodarki energetycznej

Zaznacz poprawną odpowiedź

Nr zadania	Odpowiedź				Punkty
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					

Test 2

Test składa się z 16 zadań wielokrotnego wyboru, z których:

- zadania 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16 są z poziomu podstawowego,
- zadania 7, 14 są z poziomu ponadpodstawowego.

Punktacja zadań: 0 lub 1 punkt

Za każdą poprawną odpowiedź uczeń otrzymuje 1 punkt, za błędną odpowiedź lub jej brak uczeń otrzymuje 0 punktów.

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

- dopuszczający – za rozwiązanie co najmniej 7 z poziomu podstawowego,
- dostateczny – za rozwiązanie co najmniej 10 zadań z poziomu podstawowego,
- dobry – za rozwiązanie co najmniej 12 zadań, w tym przynajmniej 1 z poziomu ponadpodstawowego,
- bardzo dobry – za rozwiązanie co najmniej 15 zadań, w tym obu z poziomu podstawowego.

Klucz odpowiedzi: 1. b, 2. a, 3. d, 4. a, 5. c, 6. c, 7. c, 8. a, 9. d, 10. d, 11. d, 12. c, 13. b, 14. d, 15. c, 16. c.

Plan testu 2

Nr zadania	Cel operacyjny (mierzone osiągnięcia uczniów)	Kategoria celu	Poziom wymagań	Poprawna odpowiedź
1	Wymienić parametry określające jakość energii elektrycznej	A	P	b
2	Scharakteryzować straty mocy w liniach przesyłowych	B	P	a
3	Podać wzór na współczynnik mocy $\cos\varphi$	B	P	d
4	Wyjaśnić przyczyny zmian napięcia w sieciach	B	P	a
5	Wyjaśnić skutki obniżenia się napięcia w sieciach	B	P	c
6	Scharakteryzować zmianę konfiguracji sieci	B	P	c
7	Obliczyć pojemność baterii kondensatorów do poprawy $\cos\varphi$	C	PP	c
8	Dobrać metodę kompensacji mocy biernej	C	P	a
9	Wyjaśnić na czym polega regulacja napięcia przez włączenie dodatkowe reaktancji	B	P	d
10	Wyjaśnić co to jest dystrybucja energii	B	P	d
11	Obliczyć spadek napięcia w obwodzie jednofazowym	C	P	d

12	Obliczyć straty mocy w sieciach elektroenergetycznych	C	P	c
13	Obliczyć spadek napięcia w linii	C	P	b
14	Obliczyć napięcie w transformatorze przy zmianie przełącznika zaczeów	C	PP	d
15	Dokonać analizy metody oszczędzania energii	D	P	c
16	Wyjaśnić wpływ zmiany liczby zwojów na wartość napięcia w transformatorze	B	P	c

P – poziom podstawowy, PP – poziom ponadpodstawowy

Przebieg testowania

Instrukcja dla nauczyciela

1. Ustal z uczniami termin przeprowadzenia sprawdzianu z wyprzedzeniem co najmniej tygodniowym.
2. Uczeń rozwiązuje 16 zadań testowych wielokrotnego wyboru.
3. W każdym zadaniu jest tylko jedna poprawna odpowiedź.
4. Uczeń wybiera poprawną odpowiedź, zaznaczając właściwe pole w karcie odpowiedzi.
5. W przypadku pomyłki bierze złą odpowiedź w kółko i zaznacza właściwą.
6. Uczeń może korzystać z kalkulatora.
7. Na rozwiązanie testu uczeń ma 30 minut oraz 5 minut na zapoznanie się z instrukcją.
8. Po zakończeniu testu uczeń podnosi rękę i czeka, aż nauczyciel odbierze od niego pracę.

Instrukcja dla ucznia

1. Przeczytaj uważnie instrukcję – masz na tę czynność 5 minut.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test składa się z 16 zadań dotyczących prowadzenia racjonalnej gospodarki energetycznej.
5. Na rozwiązanie wszystkich zadań masz 30 minut.
6. Odpowiedzi udzielaj wyłącznie na załączonej karcie odpowiedzi.
7. Wszystkie zadania to zadania wielokrotnego wyboru. Zawierają cztery możliwe odpowiedzi, z których tylko jedna jest poprawna. Zaznacz poprawną odpowiedź, zaznaczając właściwe pole w karcie odpowiedzi. Jeśli się pomyliłeś, to otocz błędną odpowiedź kółkiem i zaznacz nową odpowiedź.
8. W niektórych zadaniach, udzielenie prawidłowej odpowiedzi wymaga wykonania pomocniczych obliczeń (możesz wykorzystać kalkulator).
9. Pamiętaj, że pracujesz samodzielnie.
10. Możesz uzyskać maksymalnie 16 punktów.
11. Po zakończeniu testu podnieś rękę i zaczekaj, aż nauczyciel odbierze od Ciebie pracę.

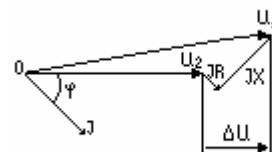
Powodzenia!

Materiały dla ucznia:

- instrukcja,
- zestaw zadań testowych,
- karta odpowiedzi.

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Znormalizowana wartość napięcia zasilającego w publicznych sieciach rozdzielczych powinna wynosić:
 - a) 380 / 220V,
 - b) 400 / 230 V,
 - c) 400 V,
 - d) 230 V.
2. Straty mocy wywołane przepływem prądu przez linie przesyłowe można zmniejszyć przez:
 - a) podwyższenie napięcia, przy którym przesyłana jest energia,
 - b) zwiększenie rezystywności przewodu,
 - c) zwiększenie natężenia prądu,
 - d) zwiększenie mocy pobieranej przez odbiorniki.
3. Wartość współczynnika mocy $\cos\varphi$ określa zależność:
 - a) $\cos\varphi = \frac{P}{I^2 R}$,
 - b) $\cos\varphi = \frac{UI}{P}$,
 - c) $\cos\varphi = \frac{I^2 R}{P}$,
 - d) $\cos\varphi = \frac{P}{UI}$.
4. Przyczyną zmiany wartości napięcia w sieciach jest:
 - a) zmienność obciążenia sieci w czasie,
 - b) stosowanie filtrów rezonansowych,
 - c) rozdzielanie zasilania odbiorników niespokojnych,
 - d) stosowanie dostępnych metod regulacji napięcia.
5. Skutkiem obniżenia się napięcia w sieciach jest:
 - a) zwarcie po stronie dolnego napięcia transformatora,
 - b) starzenie się dielektryka,
 - c) zwiększenie strat przesyłu w liniach i transformatorach,
 - d) zmniejszenie strat mocy biernej w sieciach.
6. Zmiana konfiguracji sieci polega na:
 - a) doprowadzeniu do uzwojenia zasilającego napięcia sieci,
 - b) podłączeniu dodatkowej liczby silników indukcyjnych,
 - c) łączeniu równoległym linii i transformatorów w godzinach szczytu,
 - d) zmianie przekładni transformatorów.



14. Jeżeli w transformatorze trójfazowym $U_{GN} = 15750 \pm 5\%$, a $U_{DN} = 5200 \text{ V}$ to $U_{GN+5\%}$ wynosi:
- a) 15750 V,
 - b) 5200 V,
 - c) 14962,5 V,
 - d) 16537,5 V.
15. Jeżeli dzięki prowadzeniu racjonalnej gospodarki energetycznej zaoszczędzimy w ciągu roku 3 kW energii, to licząc po 30 groszy za kWh i przyjmując 2500 h użytkowania energii w roku zaoszczędzimy:
- a) 25 zł,
 - b) 250 zł,
 - c) 2250 zł,
 - d) 225 zł.
16. Zwiększenie liczby zwojów po stronie pierwotnej transformatora powoduje:
- a) wzrost napięcia wtórnego,
 - b) zmniejszenie strumienia w rdzeniu,
 - c) zmniejszenie napięcia wtórnego,
 - d) utrzymanie napięcia wtórnego na stałym poziomie.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Prowadzenie racjonalnej gospodarki energetycznej

Zaznacz poprawną odpowiedź

Nr zadania	Odpowiedź				Punkty
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	
Razem					

7. LITERATURA

1. Grad J.: Aparaty i urządzenia elektryczne. Ćwiczenia. WSiP, Warszawa 1996
2. Informacje o Normach i Przepisach Elektrycznych. Biuletyn SEP Nr 50/2003
3. Kałuża E., Bartodziej G.: Aparaty i urządzenia elektryczne. WSiP, Warszawa 1980
4. Kotlarski W.: Sieci elektroenergetyczne. WSiP, Warszawa 2002
5. Kupras K., Ślirz W.: Pomiary w elektroenergetyce do 1 kV w roku 2000. KS KRAK, Kraków 2000
6. Musiał E.: Instalacje i urządzenia elektroenergetyczne. WSiP, Warszawa 1999
7. Muszyńska E.: Pakiet Edukacyjny „Regulacja napięcia w sieciach elektroenergetycznych”. ŁCDNiKP, Łódź 2003