



MINISTERSTWO EDUKACJI
i NAUKI



Eleonora Muszyńska

Charakteryzowanie procesów przesyłania i rozdzielania energii elektrycznej 311[08].O3.03

Poradnik dla nauczyciela

Wydawca

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

Recenzenci:

mgr inż. Maria Pierzchała

mgr Jerzy Chiciński

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Katarzyna Maćkowska

Konsultacja:

dr Bożena Zając

Korekta:

mgr inż. Jarosław Sitek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[08].O3.03 „Charakteryzowanie procesów przesyłania i rozdzielania energii elektrycznej” 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. Scenariusze zajęć	6
5. Ćwiczenia	12
5.1. Rodzaje sieci elektroenergetycznych i ich przeznaczenie	12
5.1.1. Ćwiczenia	12
5.2. Linie napowietrzne – rodzaje i części składowe	14
5.2.1. Ćwiczenia	14
5.3. Przewody, izolatory, konstrukcje wsporcze i osprzęt	15
5.3.1. Ćwiczenia	15
5.4. Kable elektroenergetyczne i typowy osprzęt kablowy	18
5.4.1. Ćwiczenia	18
5.5. Linie kablowe – sposoby układania kabli	19
5.5.1. Ćwiczenia	19
5.6. Stacje elektroenergetyczne – rodzaje i podstawowe układy połączeń	20
5.6.1. Ćwiczenia	20
5.7. Elementy obwodów głównych: transformatory energetyczne, szyny zbiorcze, wyłączniki, odłączniki, przekładniki, dławiki zwarciov	22
5.7.1. Ćwiczenia	22
5.8. Typowe rozwiązania konstrukcyjne stacji	23
5.8.1. Ćwiczenia	23
5.9. Ochrona przepięciowa i zwarciov	24
5.9.1. Ćwiczenia	24
5.10. Obwody pomocnicze stacji – rodzaje i przeznaczenie	25
5.10.1. Ćwiczenia	25
6. Ewaluacja osiągnięć ucznia	28
7. Literatura	41

1. WPROWADZENIE

Poniższy poradnik ma być skutecznym narzędziem do realizacji programu nauczania w zakresie charakteryzowania procesów przesyłania i rozdzielania energii elektrycznej.

Wiadomości i umiejętności z tej dziedziny zostały określone w jednostce modułowej 311[08].O3.03. „Charakteryzowanie procesów przesyłania i rozdzielania energii elektrycznej”. Jest to jednostka modułowa zawarta w module „Gospodarowanie energią elektryczną”.

W poradniku zamieszczono:

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

Treść programu jednostki modułowej zawiera podstawowe zagadnienia związane z budową i funkcjonowaniem linii oraz stacji elektroenergetycznych. W wyniku realizacji programu uczeń powinien opanować umiejętności:

- rozróżniania podstawowych pojęć z zakresu sieci elektroenergetycznych,
- klasyfikowania i rozpoznawania rodzajów linii i stacji elektroenergetycznych,
- rozpoznawania i charakteryzowania elementów linii oraz urządzeń rozdzielczych,
- czytania prostych schematów linii i stacji.

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 umiejętność czytania oznaczeń przewodów i kabli, schematów sieci elektroenergetycznych, przetwarzania odczytanych danych.

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 311[08].O3.03 „Charakteryzowanie procesów przesyłania i rozdzielania energii elektrycznej” uczeń powinien umieć:

- rozróżniać podstawowe wielkości elektryczne i ich jednostki,
- stosować ważniejsze wzory z zakresu elektrotechniki,
- charakteryzować zjawiska zachodzące w polu elektrycznym i magnetycznym,
- rozróżniać materiały stosowane w elektrotechnice,
- odczytywać proste schematy i na ich podstawie dokonywać analizy,
- korzystać z literatury technicznej, podręczników, norm, katalogów 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 przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej uczeń powinien umieć:

- sklasyfikować sieci elektroenergetyczne,
- odczytać proste schematy sieci elektroenergetycznych,
- sklasyfikować linie elektroenergetyczne,
- rozpoznać części składowe linii elektroenergetycznej na schemacie, modelu oraz w terenie,
- rozpoznać przewody i kable stosowane w liniach elektroenergetycznych po ich wyglądzie i oznaczeniu literowo-cyfrowym,
- rozróżnić podstawowe rodzaje słupów i izolatorów na rysunkach i w terenie,
- rozróżnić i scharakteryzować osprzęt do budowy linii napowietrznych i kablowych,
- rozróżnić podstawowe rodzaje stacji elektroenergetycznych,
- rozpoznać elementy obwodów głównych stacji elektroenergetycznej na schemacie i wskazać ich przeznaczenie,
- scharakteryzować proste rozwiązania konstrukcyjne stacji elektroenergetycznych,
- scharakteryzować typowe wysokonapięciowe urządzenia rozdzielcze,
- scharakteryzować ochronę przepięciową i zwarciovą stacji elektroenergetycznych,
- wyjaśnić funkcje obwodów pomocniczych w stacjach,
- skorzystać z literatury technicznej, norm, katalogów oraz przepisów budowy i eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych.

4. PRZYKŁADOWE 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 przesyłania i rozdzielania energii elektrycznej” 311[08].O3.O3

Temat: **Stacje elektroenergetyczne – rodzaje i podstawowe układy połączeń**

Cel ogólny: Kształtowanie umiejętności rozróżniania podstawowych rodzajów stacji elektroenergetycznych.

Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- rozróżnić podstawowe rodzaje stacji elektroenergetycznych,
- rozpoznać elementy obwodów głównych stacji elektroenergetycznej na schemacie, a także wskazać ich przeznaczenie,
- skorzystać z literatury technicznej, norm, katalogów oraz przepisów budowy i eksploatacji urządzeń elektrycznych.

Metody nauczania:

- wykład z elementami pogadanki heurystycznej,
- pokaz,
- metoda projektów.

Formy organizacyjne pracy uczniów:

- zbiorowa,
- w grupach.

Czas: 90 minut

Środki dydaktyczne:

- katalogi łączników i osprzętu, do projektowania stacji elektroenergetycznych,
- zdjęcia, makiety, modele i plany stacji elektroenergetycznych,
- podręczniki,
- normy i przepisy budowy i eksploatacji urządzeń elektrycznych.

Przebieg zajęć:

1. Powitanie uczniów.
2. Sprawdzenie listy obecności.
3. Nawiązanie do tematu, przedstawienie celów zajęć.
4. Zapisanie tematu do zeszytu.
5. Omówienie:
 - a) budowy typowych stacji elektroenergetycznych, ich roli w systemie elektroenergetycznym,
 - b) rodzajów stacji elektroenergetycznych i ich rozwiązań konstrukcyjnych,
 - c) roli poszczególnych elementów wyposażenia stacji.
6. Zapoznanie uczniów ze sposobami wykonywania projektów (patrz załączniki).
7. Podział uczniów na grupy.
8. Określenie czasu wykonania projektu.
9. Określenie kryteriów oceny projektów.
10. Sporządzenie pierwszych stron do projektu, sformułowanie koncepcji.
11. Zatwierdzenie projektów z uwzględnieniem stopnia trudności.

„Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego”

12. Zaplanowanie spotkań z poszczególnymi grupami.
13. Podpisanie kontraktów.
14. Podsumowanie zagadnień omawianych podczas lekcji.

Ad 5. W nawiązaniu do zagadnień, jakie będą omawiane na bieżącej lekcji, nauczyciel – wykorzystując pogadankę heurystyczną – przypomina wiadomości ogólne o stacjach, które już uczniowie znają. Zwraca szczególną uwagę na podział stacji ze względu na wartość napięcia znamionowego, sposób wykonania oraz spełnianą rolę. Nauczyciel odwołuje się do obserwacji z życia codziennego. Wskazany przez nauczyciela ochotnik omawia budowę stacji, korzystając ze środków dostępnych w pracowni (zdjęcia, modele, makiety).

Nauczyciel, poprzez zastosowanie wykładu problemowego, omawia podstawowe rodzaje stacji elektroenergetycznych. Wyjaśnia różne sposoby zasilania stacji.

Z pomocą uczniów następuje ustalenie najważniejszych elementów wyposażenia stacji i wskazanie ich roli w układzie.

Uwaga: Jeżeli nauczyciel zdecyduje się na realizację metody projektów, to temat lekcji powinien być omówiony w ciągu 90 minut (dużo czasu zajmuje bowiem omówienie samej metody, podział uczniów na grupy, zapisanie pierwszych stron do projektu).

Zakończenie zajęć

Praca domowa

Wykonaj projekt stacji elektroenergetycznej lub jej części

Sposób uzyskania informacji zwrotnej od ucznia po zakończonych zajęciach:

- ankieta ewaluacyjna

Załącznik 1 do scenariusza zajęć 1

Projekt w procesie kształcenia

Karta 1

Tytuł projektu: Projekt stacji elektroenergetycznej lub jej części

Czas na wykonanie projektu: 3 tygodnie.

Opis tematu:

W dzisiejszych czasach bardzo dużą wagę przywiązuje się do niezawodności zasilania odbiorców. Od tego, czy urządzenia służące do przetwarzania i rozdzielania energii są sprawne i nowoczesne, zależy czy zawsze i na czas otrzymamy energię elektryczną. W dużym stopniu zależy to od rozwiązania konstrukcyjnego i nowoczesnego wyposażenia stacji elektroenergetycznej.

Projekt:

Zapoznaj się z rodzajami stacji elektroenergetycznych, ich przeznaczeniem i wyposażeniem. W części praktycznej wykonaj projekt stacji. Wytwór końcowy projektu może obejmować dowolny fragment lub wydzieloną część stacji elektroenergetycznej.

Projekt w procesie kształcenia

Karta 2

Tytuł projektu: Projekt stacji elektroenergetycznej lub jej części

Podstawowe czynności przygotowawcze i organizacyjne nauczyciela:

1. Podanie tematu projektu, sformułowanie celów, określenie czasu wykonania.
2. Omówienie na zajęciach lekcyjnych:
 - a) budowy, rodzajów, zadań stacji w systemie,
 - b) budowy stacji i ich rozwiązań konstrukcyjnych,
 - c) roli poszczególnych elementów wyposażenia stacji.
3. Zapoznanie uczniów ze sposobami wykonywania projektów.
4. Podział uczniów na grupy.
5. Określenie czasu wykonania projektu.
6. Określenie kryteriów oceny projektów.
7. Zatwierdzenie projektów z uwzględnieniem stopnia trudności i zaplanowanie spotkań z poszczególnymi grupami uczniów.
8. Podpisanie kontraktu.

Podstawowe czynności ucznia:

1. Poznanie wiadomości na temat:
 - a) budowy, rodzajów, zadań stacji w systemie elektroenergetycznym,
 - b) budowy stacji i ich rozwiązań konstrukcyjnych,
 - c) roli poszczególnych elementów wyposażenia.
2. Zaakceptowanie tematu projektu.
3. Dokonanie (na podstawie literatury) przeglądu stacji elektroenergetycznych pod kątem ich rodzajów, przeznaczenia i wyposażenia.
4. Sporządzenie pierwszej strony raportu – sformułowanie koncepcji.
5. Potwierdzenie lub zanegowanie słuszności sformułowanej koncepcji – literatura, konsultacje.
6. Rozpoznanie źródeł porad i pomocy.
7. Zaplanowanie strategii działania.
8. Opracowanie szczegółowego planu działania.
9. Określenie sposobu komunikacji między członkami grupy.
10. Podejmowanie działań zmierzających do wykonania projektu.
11. Prezentacja i obrona projektu.

Projekt w procesie kształcenia

Karta 3

Tytuł projektu: Projekt stacji elektroenergetycznej lub jej części

Kształtowane umiejętności ucznia:

1. Wykorzystanie wiadomości dotyczących stacji elektroenergetycznych do działań projektowych.
2. Praca w grupie, podejmowanie działań zmierzających do rozwiązywania problemów.
3. Dokonywanie selekcji i ocenianie przydatności zgromadzonych informacji.
4. Prezentowanie siebie, grupy i podjętych działań.
5. Analizowanie popełnionych błędów.
6. Formułowanie wniosków do pracy przy wykonywaniu kolejnych projektów.

Czynności ewaluacyjne:

1. Dokonywanie systematycznej obserwacji i ocenianie postępów uczniów w pracy nad projektem.
2. Przeprowadzenie testu sprawdzającego wiadomości i umiejętności z zakresu budowy stacji elektroenergetycznych

Kryteria oceny projektu:

1. Oceniane są:
 - a) wytwór końcowy:
 - stopień trudności projektu,
 - poprawność techniczna i zgodność z normami,
 - estetyka wykonania,
 - własne rozwiązania i inwencja twórcza,
 - b) sposób prezentacji,
 - c) wiadomości i umiejętności z zakresu projektowania stacji elektroenergetycznej.
2. Każdy uczeń oceniany jest oddzielnie z uwzględnieniem wkładu jego pracy podczas wykonywania projektu. Każdy uczeń powinien mieć swoją wersję opisu projektu.

Scenariusz zajęć 2

Osoba prowadząca

Modułowy program nauczania: Technik elektryk 311[08]

Moduł: „Gospodarowanie energią elektryczną” 311[08].O3

Jednostka modułowa: „Charakteryzowanie procesów przesyłania i rozdzielania energii elektrycznej” 311[08].O3.03

Temat: **Linie kablowe – sposoby układania kabli**

Cel ogólny: Kształtowanie umiejętności rozpoznawania części składowych linii kablowych.

Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- rozpoznać części składowe elektroenergetycznej linii kablowej na schemacie, modelu oraz w terenie,
- rozpoznać kable stosowane w liniach elektroenergetycznych po ich wyglądzie i oznaczeniu literowo-cyfrowym,
- rozróżnić i scharakteryzować osprzęt do budowy linii kablowych.

Metody nauczania:

- pogadanka,
- dyskusja wielokrotna limitowana,
- elementy metody tekstu przewodniego.

Formy organizacyjne pracy uczniów:

- praca w grupach,
- zbiorowa.

Czas: 45 minut

Środki dydaktyczne:

- kable elektroenergetyczne,
- gablota pogładowa,
- podręcznik,
- plany i schematy linii kablowych.

Przebieg zajęć:

1. Powitanie uczniów, sprawdzenie listy obecności, przedstawienie celów zajęć (~2 min).
2. Krótki sprawdzian dotyczący materiału z ostatnich zajęć, czyli budowy kabli (~10 min).
3. Podanie nowego tematu lekcji, zapisanie tematu do zeszytu (~2 min)
4. Rozpoczęcie dyskusji wielokrotnej limitowanej przez nauczyciela (~ 2 min).
5. Podział uczniów na trzyosobowe grupy i rozdanie arkuszy prowadzących (~2 min).
6. Niezależna praca wszystkich grup na temat sposobów układania kabli, z wykorzystaniem pytań prowadzących przygotowanych przez nauczyciela (~15 min).
7. Podsumowanie pracy w grupach, wyciągnięcie wniosków (~ 5 min).
8. Zapis wspólnie ustalonych wniosków do zeszytów (~7 min).

Ad 2. Uczniowie pisemnie odpowiadają na pytanie:

Co symbolizują następujące oznaczenia literowo-cyfrowe?

- YKY-žo 0,6/1 kV 5x10 mm²
- AKnFtA 6/10 kV 3x120 RMC mm²
- YHKXS 15 kV 1x120 mm

Zakończenie zajęć

Praca domowa:

Zapisz w zeszytcie, ile powinna wynosić głębokość ułożenia kabla w ziemi

Sposób uzyskania informacji zwrotnej od ucznia po zakończonych zajęciach

– ankieta ewaluacyjna

Załącznik do scenariusza 2**Polecenie:**

Przedstaw zasady, jakimi według Ciebie należy się kierować podczas układania kabli elektroenergetycznych.

Faza I – informacje:

Wiadomo, że linie kablowe są obecnie bardzo powszechnie stosowanym środkiem służącym do przesyłu energii elektrycznej. Za ich pośrednictwem można dostarczyć energię do każdego, nawet najbardziej wymagającego i najbardziej oddalonego odbiorcy.

Ustalając zasady, jakimi należy się kierować podczas układania kabli, zwróćcie uwagę na budowę kabli, ich ciężar, materiały, z których wykonane są poszczególne warstwy i ich właściwości.

Przypomnicie sobie, jakie skutki wywołuje przepływ prądu przez przewodnik i jaki to może mieć wpływ na kabel, zwłaszcza przy przesyłach dużych mocy.

Faza II – planowanie:

Planując prezentację odpowiedzcie sobie na następujące pytania:

1. Jakie czynniki mogą decydować o zastosowaniu linii kablowej zamiast napowietrznej?
2. Czy dla kabla obojętne jest, na jakim gruncie się go układa?
3. Czy dla odbiorców energii obojętne jest, gdzie przebiega linia kablowa?
4. Jak według Ciebie powinna przebiegać trasa kabla?
5. Jak sposób ułożenia może zapewnić niezawodność zasilania?
6. W jakich warunkach atmosferycznych najlepiej jest układać kabel?
7. Czy można zginać kabel podczas jego układania?
8. Czy kabel ułożony ma być naprężony czy też nie?
9. Jak można oznaczyć trasę linii kablowej?

Faza III – ustalenia:

Przedstawcie swoje propozycje dotyczące zasad układania kabli i podczas prezentacji postarajcie się przekonać nauczyciela, że macie dość informacji na temat postawionego problemu.

Faza IV – analiza i podsumowanie:

Wiecie już, jakie są ustalenia poszczególnych grup na temat zasad układania kabli. Wyciągając odpowiednie wnioski, zapiszcie teraz notatkę w zeszytach.

5. ĆWICZENIA

5.1. Rodzaje sieci elektroenergetycznych i ich przeznaczenie

5.1.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Narysuj schematy sieci elektroenergetycznych:

- z punktem neutralnym uziemionym,
- z punktem neutralnym izolowanym względem ziemi,
- z punktem neutralnym uziemionym przez impedancję Z .

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wyjaśnić, co to jest punkt neutralny, jaka jest jego rola i na czym polega jego uziemienie,
- 2) narysować zadane układy sieci elektroenergetycznych,
- 3) podać definicje i właściwości narysowanych sieci.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

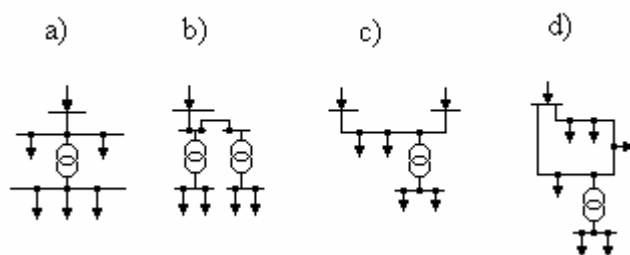
- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- zeszyt do ćwiczeń, przybory do pisania i rysowania.

Ćwiczenie 2

Scharakteryzuj przedstawione na rysunkach przykłady sieci elektroenergetycznych. Wyjaśnij, które sieci zaliczamy do otwartych, a które do zamkniętych.



Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wyjaśnić, które sieci zaliczamy do otwartych, a które do zamkniętych,
- 2) odpowiedź uzasadnić.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- zeszyt do ćwiczeń, długopis.

Ćwiczenie 3

Scharakteryzuj krajowy system sieci elektroenergetycznych najwyższych napięć.

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przygotować kontur mapy Polski,
- 2) zaznaczyć, z pomocą nauczyciela, najważniejsze centra wytwarzania energii,
- 3) zaznaczyć sieci 400 kV i 750 kV,
- 4) zaprezentować wyniki pracy, wyciągając wnioski dotyczące sposobu pracy sieci.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- kontur mapy Polski,
- przybory kreślarskie.

Uwaga: Ćwiczenie można wykonać pod kierunkiem nauczyciela bądź też w formie projektu dotyczącego schematu całej krajowej sieci (nie tylko 400 kV).

Ćwiczenie 4

Korzystając z przepisów prawa energetycznego wyszukaj informacje na temat prowadzenia ruchu sieciowego i eksploatacji sieci.

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wymienić zadania operatora sieci przesyłowej,
- 2) wyjaśnić na podstawie jakiego dokumentu prowadzona jest eksploatacja sieci i ruch sieciowy (jakie informacje zawarte są w tym dokumencie?).

- Zalecane metody nauczania–uczenia się:
- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 20 grudnia 2004 r. w sprawie szczegółowych warunków przyłączenia podmiotów do sieci elektroenergetycznej, ruchu i eksploatacji tych sieci (Dz. U. z 2005 r. Nr 2, poz. 6).

5.2. Linie napowietrzne – rodzaje i części składowe

5.2.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Korzystając z normy „Elektroenergetyczne linie napowietrzne” wyszukaj informacje na temat:

- 1) Jak warunki klimatyczne wpływają na projektowanie linii?
- 2) Jakie są oddziaływania linii napowietrznych?
- 3) Jakie są najmniejsze dopuszczalne odległości między przewodami?

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zapoznać się z układem normy (5 minut),
- 2) wyszukać informacje na dany temat (~15 minut),
- 3) zaprezentować krótko opracowany materiał, zwracając uwagę na poprawność wypowiedzi (5 minut).

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- Polska Norma „Elektroenergetyczne linie napowietrzne”,
- kartka i długopis.

Ćwiczenie 2

Przedstaw różne sposoby rozmieszczania przewodów w liniach napowietrznych.

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zapoznać się ze sposobami rozmieszczania przewodów,
- 2) wyjaśnić pojęcia: układ płaski, układ trójkątny, układ jedno- i dwutorowy,
- 3) sporządzić notatkę i zaprezentować wyniki swojej pracy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- podręczniki, katalogi, normy.

Ćwiczenie 3

Korzystając z informacji zawartych w podręczniku lub innych źródłach, przygotuj prezentację na temat: „Co to jest naprężenie przewodu, w jakich wyraża się jednostkach, od czego zależy i w jakich warunkach występuje największe naprężenie w przewodzie?”

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) pracować w grupach dwuosobowych (lub pojedynczo w domu),
- 2) wyszukać w różnych źródłach wiadomości na temat naprężenia,
- 3) zaprezentować wyniki swojej pracy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia projektowe.

Środki dydaktyczne:

- podręczniki, katalogi, normy.

5.3. Przewody, izolatory, konstrukcje wsporcze, osprzęt

5.3.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Zgromadzony na Twoim stanowisku pracy osprzęt jest stosowany w liniach napowietrznych. Podziel dostępne Ci elementy na cztery grupy: osprzęt przewodowy, ochronny, przeciwdrganiowy i izolatorowy.

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) na podstawie wyglądu zewnętrznego nazwać wszystkie elementy osprzętu i zakwalifikować je do odpowiedniej grupy,
- 2) wyjaśnić rolę poszczególnych elementów osprzętu i sposób montażu.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- skrzynka zawierająca co najmniej 24 elementy osprzętu.

Ćwiczenie 2

Spośród dostępnych Ci próbek przewodów znajdź:

- linkę stalowo-aluminiową,
- przewód samonośny,
- linkę aluminiową,
- linkę stalową,
- przewód przeciwdrganiowy,
- przewód odgromowy z wbudowanym światłowodem.

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) na podstawie wyglądu zewnętrznego wybrać właściwe przewody spośród wielu pozostałych,
- 2) podać nazwę i symbol wybranego przewodu,
- 3) omówić rolę poszczególnych przewodów w liniach napowietrznych.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

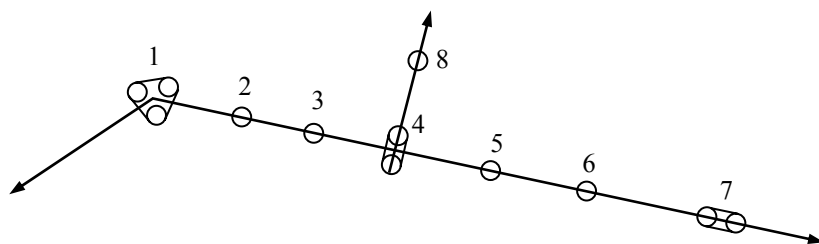
- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- próbki różnych przewodów stosowanych w elektroenergetyce (na stanowisku mogą być zgromadzone nie tylko przewody stosowane w liniach napowietrznych).

Ćwiczenie 3

Wyjaśnij, jakie rodzaje słupów przedstawione są na podanym niżej fragmencie trasy linii napowietrznej.



Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) podać nazwę wszystkich konstrukcji wsporczych, przedstawionych na rysunku,
- 2) wyjaśnić, co to jest sekcja odciągowa i zaznaczyć ją na rysunku.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- zeszyt do ćwiczeń, podręcznik z elektroenergetyki.

Ćwiczenie 4

Korzystając z informacji dostępnych w podręczniku przygotuj miniprojekt na temat rodzajów, budowy i działania osprzętu przeciwdrganiowego. Notatkę uzupełnij o dodatkowe informacje zaczerpnięte z różnych źródeł lub też z obserwacji (możesz zamieścić stosowne zdjęcia).

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wyszukać informacje na podany temat,
- 2) zaprezentować wyniki swojej pracy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- metoda projektów.

Środki dydaktyczne:

- stanowisko z dostępem do Internetu, podręczniki, poradniki.

Uwaga: Podobne projekty można polecić uczniom z zakresu izolatorów lub konstrukcji wsporczych. Ćwiczenie można wykonywać na zajęciach lekcyjnych lub w postaci pracy domowej.

5.4. Kable elektroenergetyczne i typowy osprzęt kablowy

5.4.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Odczytaj oznaczenia literowo-cyfrowe kabli i rozpoznaj ich rodzaj:

- KWOy,
- YKYFoy 0,6/1 kV 4x50 mm²,
- XHAKXS 10 kV 1x400 mm²,
- YKY-žo 0,6/1 kV 5x10 mm²,
- AKnFtA 6/10 kV 3x120 RMC mm²,
- YHKXS 15 kV 1x120 mm²,
- HKnFt 12/20 kV 3x240 RMC mm²,
- YKSYFoy-žo 0,6/1 kV 25x1,5 RE mm².

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) dla każdego podanego symbolu zapisać pełną nazwę kabla w zeszycie do ćwiczeń,
- 2) zapisać pełną nazwę kabla do zeszytu ćwiczeń.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- zeszyt do ćwiczeń, długopis

Ćwiczenie 2

Spośród dostępnych Ci próbek kabli wybierz pięć i na podstawie ich wyglądu zewnętrznego podaj właściwy symbol.

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) pracować samodzielnie mając 10 minut na wykonanie ćwiczenia,
- 2) na podstawie wyglądu zewnętrznego nazwać wszystkie wybrane próbki kabla zwracając uwagę na poprawność nazewnictwa,
- 3) wyjaśnić rolę poszczególnych warstw w kablu.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- skrzynka zawierająca co najmniej 10 różnych odcinków kabli elektroenergetycznych.

Ćwiczenie 3

Wśród dostępnych Ci elementów wyposażenia mechanicznego znajdź elementy zaliczane do osprzętu kablowego. Omów rolę poszczególnych elementów osprzętu dla kabli do 1 kV.

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) pracować samodzielnie mając 10 minut na wykonanie ćwiczenia,
- 2) na podstawie wyglądu zewnętrznego nazwać wszystkie elementy osprzętu,
- 3) podać przeznaczenie poszczególnych elementów osprzętu i sposób montażu,
- 4) zwracać szczególną uwagę na poprawność wypowiedzi.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- skrzynka zawierająca różne elementy osprzętu kablowego.

5.5. Linie kablowe – sposoby układania kabli

5.5.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Zaprojektuj sposób ułożenia kabli elektroenergetycznych w kanale i tunelu kablowym. Uwzględnij możliwość układania kabli o różnych napięciach znamionowych (rodzaj i ilość kabli, a także rodzaj kanału lub tunelu dowolna).

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) pracować w grupach dwuosobowych mając 30 minut na wykonanie zadania,
- 2) zapoznać się z definicją kanału i tunelu,
- 3) zapoznać się z różnymi sposobami rozmieszczenia kabli z uwzględnieniem ich napięcia znamionowego,
- 4) narysować i opisać odpowiednie rysunki,
- 5) zaprezentować wyniki swojego projektu.

- Zalecane metody nauczania–uczenia się:
- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- podręcznik lub poradnik elektroenergetyka,
- przepisy odpowiednich norm,
- przybory kreślarskie.

Ćwiczenie 2

Narysuj przekrój poprzeczny, trasy ułożonych w ziemi 3 kabli niskiego napięcia i 2 kabli średniego napięcia, oznaczając dokładnie położenie poszczególnych kabli względem siebie oraz folii lub siatki. Podczas wykonywania zadania korzystaj z podręczników oraz norm dotyczących zasad układania kabli.

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zapoznać się z przepisami odpowiednich norm dotyczących zasad układania kabli w ziemi, z uwzględnieniem kabli o różnych napięciach znamionowych,
- 2) narysować przekrój wykopu, dostosowując jego wymiary do liczby kabli i ich napięcia znamionowego,
- 3) zaznaczyć położenie kabli w wykopie oraz poziome i pionowe odległości między nimi.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- praca projektowa.

Środki dydaktyczne:

- Polska Norma PN- 76/E – 05125 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe”,
- podręczniki i poradniki.

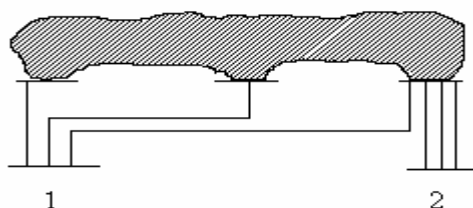
5.6. Stacje elektroenergetyczne – rodzaje i podstawowe układy połączeń

5.6.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Która ze stacji przedstawionych na rysunku (stacja 1 czy stacja 2) zapewnia większą pewność działania?

Odpowiedź uzasadnij.



Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przeanalizować sposób zasilania odbiorników w stacji nr 1,
- 2) przeanalizować sposób zasilania odbiorników w stacji nr 2,
- 3) porównać oba sposoby zasilania, zaprezentować wyniki swojej analizy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- zeszyt do ćwiczeń, podręcznik.

Ćwiczenie 2

Wykonaj projekt stacji elektroenergetycznej lub jej części.

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zapoznać się z rodzajami stacji elektroenergetycznych, ich przeznaczeniem i wyposażeniem,
- 2) w części praktycznej wykonaj projekt stacji elektroenergetycznej.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia projektowe.

Środki dydaktyczne:

- podręczniki, poradniki, katalogi, czasopisma fachowe.

Uwaga: Wytwór końcowy projektu może obejmować dowolny fragment lub wydzieloną część stacji elektroenergetycznej.

Czas przeznaczony na wykonanie projektu: 3 tygodnie.

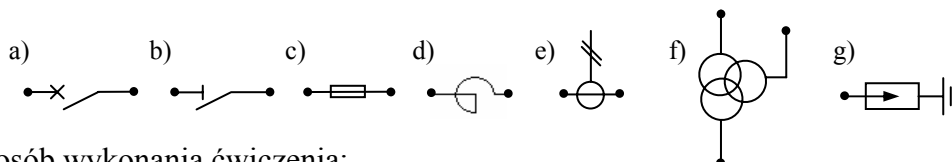
Nauczyciel powinien zaznajomić uczniów ze sposobami wykonywania projektów.

5.7. Elementy obwodów głównych: transformatory energetyczne, szyny zbiorcze, wyłączniki, odłączniki, przekładniki i dławiki zwarciorowe

5.7.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Nazwij przedstawione poniżej symbole urządzeń stacyjnych, wyjaśnij rolę tych elementów w stacjach.



Sposób wykonania ćwiczenia:

Uczeń powinien:

- 1) rozpoznać wszystkie urządzenia na podstawie symbolu graficznego,
- 2) wskazać przeznaczenie rozpoznanych urządzeń.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

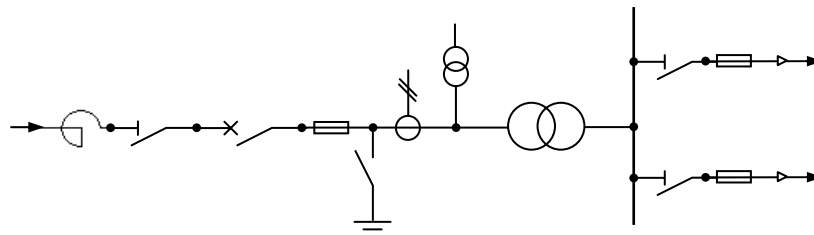
- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- zeszyt do ćwiczeń,
- podręcznik lub poradnik elektroenergetyka.

Ćwiczenie 2

Na schemacie przedstawiona jest stacja 15/0,4 kV. Wyjaśnij rolę wszystkich elementów wyposażenia.



Sposób wykonania ćwiczenia:

Uczeń powinien:

- 1) rozpoznać wszystkie urządzenia na podstawie symbolu graficznego,
- 2) wskazać przeznaczenie rozpoznanych urządzeń.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- zeszyt do ćwiczeń,
- podręcznik lub poradnik elektroenergetyka.

Ćwiczenie 3

Narysuj i objaśnij schemat układu połączeń rozdzielnic o pojedynczym systemie szyn zbiorczych:

- 1) niesekcjonowany,
- 2) sekcjonowany.

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) narysować schematy jednokreskowe obu systemów szyn,
- 2) wymienić wszystkie elementy tych systemów,
- 3) dokonać analizy pod kątem wad i zalet obu układów.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- zeszyt do ćwiczeń,
- podręcznik lub poradnik elektroenergetyka.

5.8. Typowe rozwiązania konstrukcyjne stacji

5.8.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Mając do dyspozycji katalogi różnych stacji elektroenergetycznych (kontenerowej, słupowej, podziemnej, jednotransformatorowej, dwutransformatorowej) przygotuj krótką prezentację dotyczącą jednej konkretnej stacji. Twoja prezentacja powinna zawierać informacje na temat:

- a) konstrukcji stacji,
- b) posadowienia stacji,
- c) parametrów elektrycznych stacji,
- d) wyposażenia rozdzielnic.

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przeznaczenia i konstrukcji stacji,
- 2) posadowienia stacji,
- 3) parametrów elektrycznych stacji,

4) wyposażenia rozdzielnic.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- elementy metody projektów.

Środki dydaktyczne:

- katalogi różnych stacji elektroenergetycznych,
- zeszyt do ćwiczeń.

Uwaga:

Czas na wykonanie zadania – 30 minut

Sposób prezentacji dowolny, możesz wykorzystać różne metody i środki prezentacji.

5.9. Ochrona przepięciowa i zwarciorowa stacji elektroenergetycznych

5.9.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Przygotuj prezentację na temat ochrony stacji za pomocą:

- a) zwodów poziomych,
- b) zwodów pionowych.

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) pracować indywidualnie,
- 2) zapoznać się z rodzajami i budową zwodów,
- 3) narysować obiekt budowlany (stację wewnętrzną) i zaznaczyć na nim elementy składowe instalacji odgromowej,
- 4) narysować strefę ochronną pochodzącą od jednego, dwóch i trzech zwodów pionowych,
- 5) zaprezentować wyniki swojej pracy.

Uwaga: Zadanie można wykonywać w grupach dwuosobowych pracując na zajęciach lekcyjnych. Można też przydzielić grupom jedno z dwóch zadań: a) lub b).

Ćwiczenie 2

Korzystając z informacji zawartych w Internecie i różnych innych źródłach, przygotuj krótką prezentację na następujące tematy:

- 1) Co to jest koordynacja izolacji i jak ją zapewnić?
- 2) Jakie wady i zalety charakteryzują iskierniki i odgromniki zaworowe?

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wyszukać informacje na zadany temat,
- 2) przygotować prezentację i zaprezentować wyniki swojej pracy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

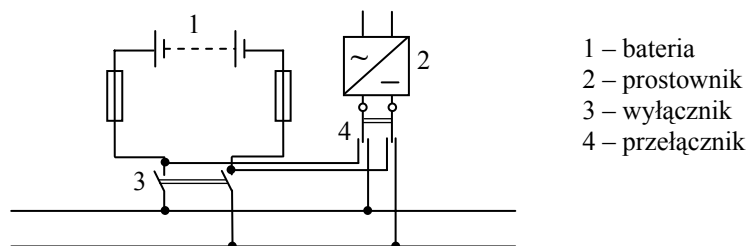
- stanowisko z dostępem do Internetu,
- podręczniki lub poradniki, zeszyt do ćwiczeń.

5.10. Obwody pomocnicze stacji – rodzaje i przeznaczenie

5.10.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Przedstawiony na rysunku schemat przedstawia buforowy układ do zasilania rozdzielnic prądu stałego w stacjach. Przeanalizuj działanie tego układu



Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) podać cel stosowania baterii akumulatorów i prostowników,
- 2) wyjaśnić zasadę współpracy baterii i prostownika w czasie normalnej pracy,
- 3) wyjaśnić zasadę działania układu w czasie awarii,
- 4) wyjaśnić zasadę działania układu po ponownym pojawieniu się napięcia,
- 5) zaprezentować wyniki swojej analizy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

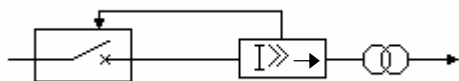
Środki dydaktyczne:

- podręczniki, poradniki, katalogi i prospekty,
- zeszyt do ćwiczeń, długopis.

Uwaga: Czas na wykonanie ćwiczenia (łącznie z prezentacją) 15 minut.

Ćwiczenie 2

Przeanalizuj działanie nadprądowego bezzwłocznego zabezpieczenia transformatora na podstawie przedstawionego poniżej schematu.



Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wyjaśnić znaczenie wszystkich symboli z rysunku,
- 2) dokonać analizy działania układu,
- 3) zaprezentować wyniki pracy.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

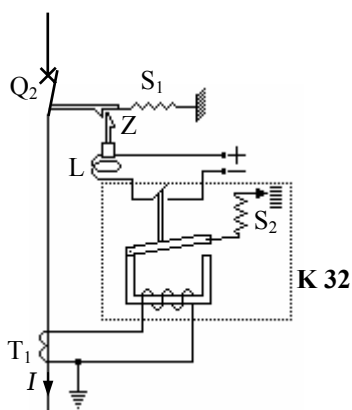
Środki dydaktyczne:

- podręczniki, poradniki, katalogi i prospekty,
- zeszyt do ćwiczeń, długopis.

Uwaga: Czas na wykonanie ćwiczenia (łącznie z prezentacją) 15 minut.

Ćwiczenie 3.

Przeanalizuj zasadę działania najprostszego przekaźnika nadprądowego K32 współpracującego z wyłącznikiem:



- S1 – sprężyna wyłączająca
- S2 – sprężyna zwrotna
- Z – zapadka zamka wyłącznika
- L – cewka wyłączająca
- T₁ – przekładnik prądowy
- Q2 – wyłącznik

Wskazówki do realizacji

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

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wyjaśnić, co to jest elektromagnes i jaką rolę może pełnić ruchoma zwora,
- 2) rozpoznawać budowę wyłącznika i rolę zapadki wyłącznika,

- 3) przeanalizować działanie układu,
- 4) zaprezentować wyniki swojej analizy,
- 5) wyjaśnić, co to jest elektromagnes i jaką rolę może pełnić ruchoma zwora,
- 6) rozpoznawać budowę wyłącznika i rolę zapadki wyłącznika,
- 7) przeanalizować działanie układu,
- 8) zaprezentować wyniki swojej analizy,

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- podręcznik lub poradnik zawierający informacje o przekaźnikach,
- zeszyt do ćwiczeń.

6. EWALUACJA OSIĄGNIĘĆ UCZNIA

Przykłady narzędzi pomiaru dydaktycznego

Dwa testy dwustopniowe do jednostki modułowej „Charakteryzowanie procesów przesyłania i rozdzielania energii elektrycznej”

Test 1

Test składa się z 21 zadań wielokrotnego wyboru, z których:

- zadania 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20 są z poziomu podstawowego,
- zadania 11, 14, 16, 21 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 zadań z poziomu podstawowego,
- dostateczny – za rozwiązanie co najmniej 12 zadań z poziomu podstawowego,
- dobry – za rozwiązanie od 15 do 18 zadań, w tym co najmniej 2 z poziomu ponadpodstawowego,
- bardzo dobry – za rozwiązanie co najmniej 19 zadań, w tym co najmniej 3 z poziomu ponadpodstawowego.

Klucz odpowiedzi: 1. d, 2. a, 3. c, 4. b, 5. b, 6. b, 7. d, 8. d, 9. a, 10. c, 11. c, 12. b, 13. b, 14. d, 15. a, 16. a, 17. c, 18. a, 19. b, 20. d, 21. b.

Plan testu 1

Nr zadania	Cel operacyjny (mierzone osiągnięcia uczniów)	Kategoria celu	Poziom wymagań	Poprawna odpowiedź
1	Rozpoznać kable po oznaczeniu literowo-cyfrowym	A	P	d
2	Rozpoznać kable po oznaczeniu literowo-cyfrowym	A	P	a
3	Rozpoznać elementy obwodów głównych stacji	A	P	c
4	Scharakteryzować przewody w liniach napowietrznych	B	P	b
5	Sklasyfikować sieci elektroenergetyczne	A	P	b
6	Scharakteryzować właściwości linii napowietrznych	B	P	b
7	Rozpoznać przewody linii napowietrznych po oznaczeniu literowym	A	P	d

„Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego”

8	Scharakteryzować zasady układania kabli w ziemi	A	P	d
9	Scharakteryzować ochronę przepięciową	B	P	a
10	Scharakteryzować typowe urządzenia rozdzielcze	B	P	c
11	Rozróżnić podstawowe rodzaje stacji elektroenergetycznej	B	PP	c
12	Wskazać przeznaczenie elementów obwodów głównych stacji elektroenergetycznej	B	P	b
13	Rozpoznać części składowe linii napowietrznej	A	P	b
14	Wskazać przeznaczenie elementów obwodów głównych stacji	B	PP	d
15	Rozróżnić osprzęt do budowy linii kablowych	A	P	a
16	Scharakteryzować osprzęt do budowy linii napowietrznych	B	PP	a
17	Scharakteryzować układ z rezerwą ukrytą	B	P	c
18	Rozpoznać elementy obwodów głównych w stacji elektroenergetycznej	A	P	a
19	Scharakteryzować ochronę przepięciową	B	P	b
20	Rozpoznać elementy obwodów głównych w stacjach	B	P	a
21	Rozpoznać elementy obwodów głównych w stacjach i wskazać ich przeznaczenie	B	PP	b

Przebieg testowania

Instrukcja dla nauczyciela

1. Ustal z uczniami termin przeprowadzenia sprawdzianu z wyprzedzeniem co najmniej tygodniowym.
2. Uczeń rozwiązuje 21 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.

„Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego”

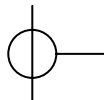
4. Test składa się z 21 zadań dotyczących charakteryzowania procesów przesyłania i rozdzielania energii elektrycznej.
5. Na rozwiązanie wszystkich zadań masz 40 minut.
6. Odpowiedzi udzielaj wyłącznie na załączonej karcie odpowiedzi.
7. Wszystkie zadania to zadania wielokrotnego wyboru. Zawierają cztery możliwe odpowiedzi, z których tylko jedna jest poprawna. Zaznacz poprawną odpowiedź, zaznaczając właściwe pole w karcie odpowiedzi. Jeśli się pomyliłeś, to otocz błędną odpowiedź kółkiem i zaznacz nową odpowiedź.
8. Za każdą poprawną odpowiedź otrzymasz 1 punkt, za złą odpowiedź lub brak odpowiedzi 0 punktów.
9. Możesz uzyskać maksymalnie 21 punktów.
10. Pamiętaj, że pracujesz samodzielnie.
11. Po zakończeniu testu podnieś rękę i zaczekaj, aż nauczyciel odbierze od Ciebie pracę.

Powodzenia !

Materiały dla ucznia:

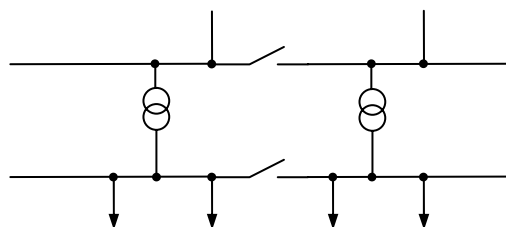
- instrukcja,
- zestaw zadań testowych,
- karta odpowiedzi.

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Kabel o żyłach miedzianych w izolacji polietylenowej i powłoce polwinitowej oznacza się symbolem:
 - a) YAKY,
 - b) YKY,
 - c) YKXS,
 - d) YKX.
2. Symbolem AKnFtA oznacza się:
 - a) kabel z żyłami aluminiowymi o izolacji papierowej przesyczonej syciwem nieściekającym i powłoce ołowianej, opancerzony taśmami stalowymi, z osłoną włóknistą,
 - b) kabel z żyłami miedzianymi o izolacji papierowej przesyczonej syciwem nieściekającym i powłoce ołowianej, opancerzony taśmami stalowymi, z osłoną włóknistą,
 - c) kabel z żyłami aluminiowymi o izolacji papierowej przesyczonej syciwem nieściekającym i powłoce ołowianej, opancerzony drutami okrągłymi, z osłoną włóknistą,
 - d) kabel z żyłami miedzianymi o izolacji papierowej przesyczonej syciwem nieściekającym i powłoce ołowianej, opancerzony taśmami stalowymi, z osłoną polwinitową.
3. Pokazany obok symbol oznacza:
 - a) dławik,
 - b) przekładnik napięciowy,
 - c) przekładnik prądowy,
 - d) odłącznik.
4. Przewody w liniach napowietrznych powinny charakteryzować się:
 - a) dużą rezystywnością,
 - b) dużą konduktywnością,
 - c) dużą przenikalnością dielektryczną,
 - d) dużą przenikalnością magnetyczną.
5. Sieci przesyłowe mają w Polsce napięcia znamionowe:
 - a) 110 kV, 220 kV, 400 kV, 750 kV,
 - b) 220 kV, 400 kV, 750 kV,
 - c) 110 kV, 220 kV,
 - d) 230/400 V.
6. Największy zwis przewodu linii napowietrznej występuje w temperaturze:
 - a) -25°C i $+25^{\circ}\text{C}$,
 - b) $+25^{\circ}\text{C}$ i -5°C ,
 - c) $+40^{\circ}\text{C}$ i -25°C ,
 - d) -5°C i $+40^{\circ}\text{C}$.
7. Przewód oznaczony symbolem AsXS oznacza
 - a) linkę stalowo-aluminiową,
 - b) przewód izolowany stosowany w sieciach średnich napięć,
 - c) linkę stosowaną jako przewód odgromowy,
 - d) samonośny przewód izolowany stosowany w liniach niskich napięć.

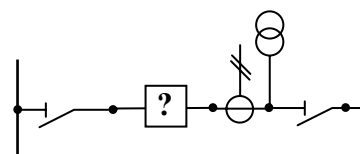
8. Kabel na napięciu powyżej 15 kV układa się na głębokości?
- 70 cm,
 - 80 cm,
 - 90 cm,
 - 100 cm.
9. Wadą iskiernika jest to, że:
- każde przebiegnięcie powoduje zwarcie doziemne i przerwę w dostawie energii,
 - każde przebiegnięcie powoduje przeskok między elektrodami,
 - każde przebiegnięcie powoduje przebiegnięcie izolacji chronionego urządzenia,
 - każde przebiegnięcie powoduje wydzielanie się dużej ilości gazów.
10. Sprzęgło podłużne w stacji łączy:
- dwa systemy szyn zbiorczych,
 - dwa transformatory energetyczne,
 - dwie sekcje jednego systemu szyn,
 - dwa pola rozdzielcze.

11. Przedstawiony obok schemat oznacza:
- stację rozdzielczą,
 - stację transformatorową,
 - stację transformatorowo-rozdzielczą,
 - stację przekształtnikową.



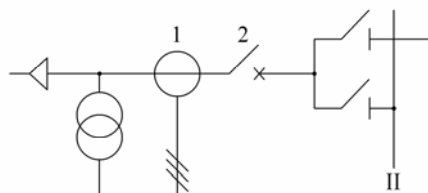
12. Odłączniki stosowane w stacjach mają za zadanie:
- wyłączać prądy zwarciorowe,
 - wyłączać prądy jałowe transformatorów niedużych mocy,
 - wyłączać prądy przeciążeniowe,
 - wyłączać prądy zwarciorowe i przeciążeniowe.
13. Sekcja odciągowa to odcinek linii elektroenergetycznej zawarty między:
- dwoma kolejnymi słupami przelotowymi,
 - dwoma kolejnymi słupami mocnymi,
 - słupem przelotowym a słupem mocnym,
 - stacją a najbliższym słupem przelotowym.

14. W przedstawionym niżej układzie pola liniowego brakuje:
- odłącznika szynowego,
 - przekładnika prądowego,
 - odłącznika liniowego,
 - wyłącznika.

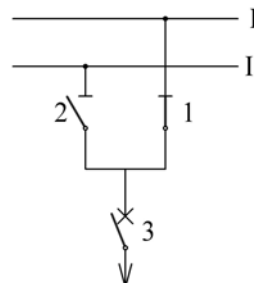


15. Mufę kablową oznacza się na schematach symbolem:
- -
 -
 -

16. Izolator nieprzebijalny to izolator, w którym:
- a) długość drogi przebicia jest większa niż połowa drogi przeskoku w powietrzu,
 - b) długość drogi przeskoku w powietrzu jest większa niż połowa drogi przebicia,
 - c) długość drogi przebicia jest mniejsza niż połowa drogi przeskoku w powietrzu,
 - d) długość drogi przeskoku w powietrzu jest mniejsza niż połowa drogi przebicia.
17. Układ z rezerwą ukrytą charakteryzuje się tym, że:
- a) jeden system nie jest obciążony w czasie normalnej pracy i podczas awarii przejmuje na siebie zasilanie wszystkich odbiorców,
 - b) jeden system nie jest obciążony w czasie normalnej pracy i podczas awarii przejmuje na siebie zasilanie tylko ważniejszych odbiorców,
 - c) dwa systemy są obciążone w czasie normalnej pracy, a podczas awarii jednego systemu drugi przejmuje zasilanie wszystkich lub ważniejszych odbiorców,
 - d) dwa systemy są obciążone w czasie normalnej pracy, a podczas awarii jednego systemu drugi automatycznie wyłącza się.
18. Symbol Yyd transformatora oznacza:
- a) transformator trójfazowy trójzwojeniowy w układzie gwiazda–gwiazda–trójkąt,
 - b) transformator trójfazowy dwuzwojeniowy w układzie gwiazda–trójkąt,
 - c) transformator trójfazowy trójzwojeniowy w układzie gwiazda–trójkąt–trójkąt,
 - d) transformator trójfazowy trójzwojeniowy w układzie trójkąt–gwiazda–trójkąt.
19. W celu ograniczenia przepięć do bezpiecznej wartości stosuje się:
- a) przekładniki pomiarowe,
 - b) odgromniki zaworowe,
 - c) transformatory obniżające,
 - d) wyłączniki.
20. W podanym układzie dwusystemowym element oznaczony cyfrą 1 i 2 oznacza odpowiednio:
- a) przekładnik prądowy i wyłącznik,
 - b) transformator i uziemnik,
 - c) przekładnik napięciowy i odłącznik,
 - d) przekładnik prądowy i odłącznik.



21. W przedstawionej sytuacji, aby przejść z zasilania systemu I na system II, należy:
- a) otworzyć 1, wyłączyć 3, zamknąć 2, załączyć 3,
 - b) wyłączyć 3, otworzyć 1, zamknąć 2, załączyć 3,
 - c) zamknąć 2, wyłączyć 3, otworzyć 1, załączyć 3,
 - d) wyłączyć 3, zamknąć 2, załączyć 3, otworzyć 1.



KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Charakteryzowanie procesów przesyłania i rozdzielania energii elektrycznej

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	
21	a	b	c	d	
Razem					

Test 2

Test składa się z 15 zadań, z których 11 zadań ma postać testu wielokrotnego wyboru, a dalsze 4 zadania wymagają udzielenia pisemnej odpowiedzi:

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

Punktacja zadań od 1 do 11: 0 lub 1 punkt

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

Punktacja zadań od 12 do 15: 0 lub 2 punkty

Za każdą poprawną odpowiedź uczeń otrzymuje 2 punkty, za błędną lub niepełną odpowiedź albo za jej brak uczeń otrzymuje 0 punktów.

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

- dopuszczający – za rozwiązanie co najmniej 8 zadań poziomu podstawowego
- dostateczny – za rozwiązanie co najmniej 10 zadań z poziomu podstawowego
- dobry – za rozwiązanie od 11 do 12 zadań, w tym co najmniej 2 z poziomu ponadpodstawowego
- bardzo dobry – za rozwiązanie co najmniej 14 zadań, w tym co najmniej 3 z poziomu ponadpodstawowego.

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

Zadanie 12

Uczeń może otrzymać 2 punkty:

- za prawidłowe rozpoznanie schematu,
- za krótką charakterystykę układu.

Zadanie 13

Uczeń może otrzymać 2 punkty:

- za prawidłowe podanie przeznaczenia dławika,
- za poprawne narysowanie symbolu dławika oraz wskazanie miejsca lokalizacji dławików.

Zadanie 14

Uczeń może otrzymać 2 punkty:

- za prawidłowe nazwanie układu,
- za wyjaśnienie zasady działania układu.

Zadanie 15

Uczeń może otrzymać 2 punkty:

- za prawidłowe nazwanie wszystkich elementów,
- za podanie ich przeznaczenia.

Plan testu 2

Nr zadania	Cel operacyjny (mierzone osiągnięcia uczniów)	Kategoria celu	Poziom wymagań	Poprawna odpowiedź
1.	Rozróżnić elementy budowy linii napowietrznej	A	P	b
2.	Sklasyfikować sieci elektroenergetyczne i określić ich przeznaczenie	A	P	c
3.	Rozróżnić podstawowe rodzaje słupów	A	P	c
4.	Rozróżnić podstawowe rodzaje izolatorów	A	P	c
5.	Rozróżnić osprzęt do budowy linii napowietrznej	A	P	d
6.	Rozpoznać kable po oznaczeniu literowo-cyfrowym	A	P	d
7.	Rozróżnić podstawowe rodzaje stacji elektroenergetycznych	B	P	d
8.	Rozpoznać elementy obwodów głównych stacji elektroenergetycznych	B	P	b
9.	Wskazać przeznaczenie elementów obwodów głównych stacji elektroenergetycznych	A	P	a
10.	Scharakteryzować typowe wysokonapięciowe urządzenie rozdzielcze	B	P	b
11.	Rozpoznać elementy obwodów głównych stacji elektroenergetycznych	A	P	d
12.	Rozpoznać i scharakteryzować obwody główne stacji	B	PP	Jest to pojedynczy sekcjonowany system szyn zbiorczych
13.	Rozpoznać i wskazać przeznaczenie elementów obwodów głównych stacji elektroenergetycznych	B	PP	
14.	Wyjaśnić funkcję automatyki zabezpieczeniowej	B	PP	Jest to układ z rezerwą jawną
15.	Rozpoznać wszystkie elementy obwodów głównych i wskazać ich przeznaczenie	A	PP	– wyłącznik – odłącznik – bezpiecznik – transformator trójzwojeniowy – przekładnik prądowy – odgromnik - zaworowy

Przebieg testowania

Instrukcja dla nauczyciela

1. Ustal z uczniami termin przeprowadzenia sprawdzianu z wyprzedzeniem co najmniej tygodniowym.
2. Uczeń rozwiązuje 11 zadań wielokrotnego wyboru oraz 4 zadań wymagające udzielenia odpowiedzi.
3. W każdym z 11 pierwszych zadań jest tylko jedna poprawna odpowiedź. Uczeń wybiera poprawną odpowiedź, zaznaczając właściwe pole w karcie odpowiedzi. W przypadku pomyłki bierze złą odpowiedź w kółko i zaznacza właściwą.
4. W zadaniach od 12 do 15 uczeń powinien udzielić wyczerpującej odpowiedzi na dany temat.
5. Uczeń udziela odpowiedzi wyłącznie na karcie odpowiedzi.
6. Na rozwiązanie testu uczeń ma 40 minut oraz 5 minut na zapoznanie się z instrukcją.
7. 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 15 zadań dotyczących procesów przetwarzania i rozdzielania energii elektrycznej.
5. Na rozwiązanie wszystkich zadań masz 40 minut.
6. Zadania od 1 do 11 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, zaznacz błędną odpowiedź kółkiem i wpisz nową odpowiedź.
7. W zadaniach od 12 do 15 musisz zgodnie z poleceniem udzielić wyczerpującej odpowiedzi na dany temat (należy rozróżnić, scharakteryzować lub wyjaśnić jakiś problem).
8. Odpowiedzi należy wpisać w odpowiednie miejsce na karcie odpowiedzi.
9. Pamiętaj, że pracujesz samodzielnie.
10. Możesz uzyskać 19 punktów, w tym z zakresu wymagań:
 - a) podstawowych – 11 punkty (zadania od 1 do 11)
 - b) ponadpodstawowych – 8 punktów (zadania od 12 do 15)
11. Po zakończeniu testu podnieś rękę i zaczekaj, aż nauczyciel odbierze od Ciebie pracę.

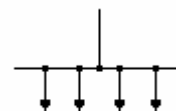
Powodzenia!

Materiały dla ucznia:

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

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Elektroenergetyczna linia napowietrzna składa się z:
 - a) konstrukcji wsporczych, izolatorów, osprzętu, łączników i zabezpieczeń,
 - b) konstrukcji wsporczych, przewodów, osprzętu, izolatorów, łączników i zabezpieczeń,
 - c) konstrukcji wsporczych, przewodów, osprzętu,
 - d) konstrukcji wsporczych, przewodów, izolatorów i osprzętu.
2. Sieci rozdzielcze mają za zadanie:
 - a) łączyć duże centra wytwarzania energii,
 - b) przesyłać energię na duże odległości,
 - c) doprowadzać energię elektryczną do odbiorców finalnych,
 - d) rozdzielać energię wyprowadzaną z elektrowni.
3. Słup przelotowy przeznaczony jest do:
 - a) przejmowania naciągu przewodu,
 - b) przejmowania naciągu i podtrzymywania przewodu,
 - c) podtrzymywania przewodu,
 - d) podtrzymywania przewodu i rozgałęziania linii.
4. Przedstawiony obok element oznacza:
 - a) izolator liniowy stojący deltowy,
 - b) izolator liniowy wiszący kołpakowy,
 - c) izolator liniowy wiszący pniowy,
 - d) izolator liniowy stojący pniowy.
5. Uchwyty, złączki, zaciski i odstępniki zalicza się w liniach napowietrznych do osprzętu:
 - a) izolatorowego,
 - b) ochronnego,
 - c) przeciwdrganiowego,
 - d) przewodowego.
6. Symbol YAKXS oznacza:
 - a) kabel o żyłach miedzianych w izolacji i powłoce polwinitowej,
 - b) kabel o żyłach miedzianych w izolacji polietylenowej i powłoce polwinitowej,
 - c) kabel o żyłach aluminiowych w izolacji z polwinitu i powłoce z polietylenu usieciowanego,
 - d) kabel o żyłach aluminiowych w izolacji z polietylenu usieciowanego i powłoce polwinitowej.
7. Przedstawiony obok symbol oznacza:
 - a) stację transformatorową,
 - b) stację transformatorowo-rozdzielczą,
 - c) stację przekształtnikową,
 - d) stację rozdzielczą.



8. Na przedstawionym schemacie pola rozdzielczego symbole łączników od strony szyn oznaczają:

- a) odłącznik, wyłącznik,
- b) odłącznik, bezpiecznik,
- c) wyłącznik, odłącznik,
- d) wyłącznik, bezpiecznik.

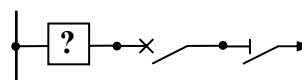


9. Wyłączniki stosowane w stacjach mają za zadanie:

- a) łączyć prądy robocze i wyłączać prądy zwarciove,
- b) łączyć prądy robocze i wyłączać prądy przeciążeniowe,
- c) łączyć prądy robocze i wyłączać prądy jałowe,
- d) pracować w stanie beznapięciowym.

10. Na przedstawionym obok schemacie pola liniowego brakuje:

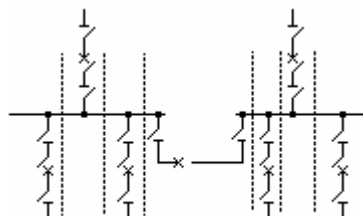
- a) wyłącznika,
- b) odłącznika,
- c) bezpiecznika,
- d) rozłącznika.



11. Zaciski pierwotne przekładnika prądowego oznaczają się literami:

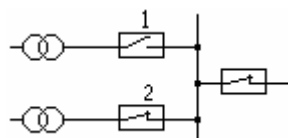
- a) k, l,
- b) M, N,
- c) M, n,
- d) K, L.

12. Rozpoznaj i krótko scharakteryzuj przedstawiony niżej schemat:

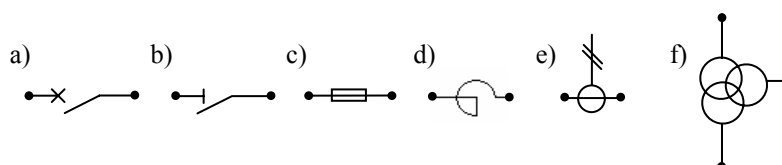


13. Wyjaśnij przeznaczenie dławików przeciwzwarciovych w stacjach, narysuj symbol i podaj miejsca ich lokalizacji.

14. Podany schemat przedstawia jeden z dwóch rodzajów zasilania rezerwowego. Rozpoznaj, jaki to układ, nazwij go i wyjaśnij jego działanie.



15. Rozpoznaj na schemacie elementy obwodów głównych i wskaż ich przeznaczenie:



KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Charakteryzowanie procesów przesyłania i rozdzielania energii elektrycznej

Zaznacz poprawną odpowiedź, wpisz brakującą odpowiedź, wykonaj rysunek

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	Rozpoznanie: jest to				
	Charakterystyka:				
13	Przeznaczenie:				
	Symbol:				
	Miejsca lokalizacji:				
14	Nazwa układu:				
	Działanie układu:				
15	Rozpoznanie: a) b) c) d) e) f)				
	Przeznaczenie: a) b) c) d) e) f)				

7. LITERATURA

1. Bartodziej G., Kałuża E.: Aparaty i urządzenia elektryczne. WSiP, Warszawa 1980
2. Grad J.: Aparaty i urządzenia elektryczne – ćwiczenia. WSiP, Warszawa 1996
3. Kotlarski W., Grad J.: Aparaty i urządzenia elektryczne. WSiP, Warszawa 1997
4. Kotlarski W.: Sieci elektroenergetyczne. WSiP, Warszawa 1997
5. Laskowski J.: Poradnik elektroenergetyka przemysłowego. COSiW SEP, Warszawa 1999
6. Musiał E.: Instalacje i urządzenia elektroenergetyczne. WSiP, Warszawa 1998
7. Orlik W.: Egzamin kwalifikacyjny elektryka w pytaniach i odpowiedziach. Wydawnictwo KaBe, Krosno 2001
8. Poradnik: Aktywizacja ucznia w procesie kształcenia. ŁCDNiKP, Łódź 2002
9. Praca zbiorowa: Elektroenergetyczne układy przesyłowe. WNT, Warszawa 1997
10. Praca zbiorowa: Projektowanie stacji elektroenergetycznych. WNT, Warszawa 1980
11. PN-E-01002: 1997 Słownik terminologiczny elektryki – kable i przewody
12. PN-75/E-05100 Elektroenergetyczne linie napowietrzne