



MINISTERSTWO EDUKACJI
i NAUKI



Anna Kembłowska
Krzysztof Kembłowski

Montaż i badanie urządzeń energoelektronicznych **311[08].Z2.05**

Poradnik dla nauczyciela

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2005

Recenzenci:

mgr inż. Jan Krzemiński

mgr Joachim Strzałka

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Katarzyna Maćkowska

Konsultacja:

dr Bożena Zając

Korekta:

mgr inż. Jarosław Sitek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[08].Z2.05 „Montaż i badanie urządzeń energoelektronicznych” zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu technik elektryk.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2005

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	4
3. Cele kształcenia	5
4. Scenariusze zajęć	6
5. Ćwiczenia	11
5.1. Montaż i kontrola parametrów w półprzewodnikowych przyrządach mocy	11
5.1.1. Ćwiczenia	11
5.2. Prostowniki sterowane	13
5.2.1. Ćwiczenia	13
5.3. Falowniki	19
5.3.1. Ćwiczenia	19
5.4. Sterowniki prądu przemiennego	21
5.4.1. Ćwiczenia	21
5.5. Energoelektroniczne łączniki prądu stałego, przekształtniki pośrednie i bezpośrednie	24
5.5.1. Ćwiczenia	24
6. Ewaluacja osiągnięć ucznia	30
7. Literatura	43

1. WPROWADZENIE

Przekazujemy Państwu „Poradnik dla nauczyciela”, który będzie pomocny w prowadzeniu zajęć dydaktycznych w module „Montaż i badanie urządzeń energoelektronicznych” w szkole kształcącej w zawodzie technik elektryk 311[08].

W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne
- cele kształcenia
- przykładowe scenariusze zajęć,
- ćwiczenia,
- ewaluację osiągnięć ucznia,
- literaturę

Opracowanie ćwiczeń zawiera szczegółowe omówienie 22 ćwiczeń – prowadzący zajęcia każdorazowo może dostosować program do możliwości sprzętowych. Każde omówienie służy do powtórzenia i utrwalenia wiadomości oraz przygotowania ucznia do wykonania ćwiczenia w praktyce. Zawiera program badań, sposób opracowania wyników oraz wykaz sprzętu niezbędnego do wykonania ćwiczenia.

Przykładowe scenariusze uwzględniają metody zalecane w programie. W dziale „Ewaluacja osiągnięć ucznia” znajdziecie Państwo dwa przykładowe testy osiągnięć szkolnych.

Zamieszczone przykłady zawierają:

- plan testu sporządzony w formie tabelarycznej,
- proponowaną punktację zadań,
- propozycję norm wymagań,
- instrukcję dla nauczyciela,
- instrukcję dla ucznia,
- zadania testowe.

Szczególne uwagi należy zwrócić na zasady badania urządzeń energoelektronicznych, właściwy dobór sprzętu pomiarowego oraz zasady montażu i przestrzeganie zasad bezpieczeństwa przy wykonywaniu ćwiczeń.

Wskazane jest, aby zajęcia dydaktyczne prowadzone były różnymi metodami ze szczególnym uwzględnieniem: metody ćwiczeń, tekstu przewodniego, projektów i przypadków, wykładu konwersatoryjnego, programowanej z użyciem komputera.

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej uczeń powinien umieć:

- rozpoznawać elementy elektroniczne na podstawie wyglądu zewnętrznego, oznaczeń na nich stosowanych oraz na schematach,
- rozróżniać funkcje różnych elementów w układach elektronicznych,
- charakteryzować podstawowe parametry elementów elektronicznych biernych i czynnych,
- określać zastosowanie różnych elementów elektronicznych,
- łączyć elementy elektroniczne na podstawie schematów ideowych i montażowych,
- mierzyć parametry podstawowych elementów elektronicznych,
- ocenić stan techniczny elementów elektronicznych na podstawie oględzin i pomiarów,
- korzystać z literatury i kart katalogowych elementów elektronicznych,
- dobierać zamienniki elementów elektronicznych z katalogów,
- stosować podstawowe prawa i zależności dotyczące obwodów prądu stałego i zmiennego,
- opracowywać wyniki pomiarów wykorzystując technikę komputerową,
- stosować zasady bhp i ochrony ppoż. obowiązujące na stanowisku pracy.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji jednostki modułowej uczeń powinien umieć:

- sklasyfikować urządzenie energoelektroniczne,
- rozróżnić i scharakteryzować poszczególne rodzaje urządzeń energoelektronicznych,
- sklasyfikować półprzewodnikowe przyrządy mocy (ppm),
- zinterpretować podstawowe parametry i charakterystyki prądowo-napięciowe ppm,
- dobrać z katalogów ppm do warunków pracy,
- rozpoznać elementy i podzespoły urządzeń energoelektronicznych,
- zanalizować pracę wybranych urządzeń energoelektronicznych na schematach oraz na podstawie przebiegów czasowych prądów i napięć,
- scharakteryzować zabezpieczenia urządzeń energoelektronicznych,
- scharakteryzować rozwiązania konstrukcyjne urządzeń energoelektronicznych,
- dobrać filtry zabezpieczające przekształtniki przed zakłóceniami,
- dobrać przekształtniki do różnych rodzajów odbiorników,
- zorganizować stanowisko pracy do montażu i badania urządzeń energoelektronicznych zgodnie z przepisami bhp, ochrony ppoż., ochrony środowiska i wymaganiami ergonomii,
- dobrać przyrządy pomiarowe i metody pomiaru do badania urządzeń energoelektronicznych,
- zmontować i uruchomić podzespoły obwodu głównego w urządzeniu energoelektronicznym,
- wyznaczyć charakterystyki eksploatacyjne typowych przekształtników,
- zinterpretować przebiegi czasowe napięć i prądów w układach energoelektronicznych,
- zlokalizować i usunąć proste uszkodzenie w urządzeniach elektroenergetycznych,
- zastosować zasady eksploatacji urządzeń energoelektronicznych,
- zastosować zasady bhp podczas pracy przy urządzeniach elektrycznych,
- posłużyć się dokumentacją techniczną, normami oraz katalogami podzespołów i urządzeń energoelektronicznych.

4. SCENARIUSZE ZAJĘĆ

Scenariusz zajęć nr 1

Osoba prowadząca.....

Modułowy program nauczania: Technik elektryk 311[08]

Moduł: Montaż i eksploatacja maszyn i urządzeń elektrycznych 311[08].Z2.

Jednostka modułowa: Montaż i badanie urządzeń energoelektronicznych 311[08].Z2.05

Temat: Montaż zestawu: półprzewodnikowy przyrząd mocy - radiator

Cel ogólny: kształtowanie umiejętności montażu elementów elektronicznych.

Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- zorganizować stanowisko pracy do montażu urządzenia zgodnie z przepisami bhp i wymogami ergonomii,
- zmontować prawidłowo urządzenie,
- zastosować zasady bhp podczas pracy,
- dobrać prawidłowo narzędzia do danego rodzaju zestawu,
- zastosować prawidłowo narzędzia,
- posłużyć się dokumentacją techniczną,
- dobrać smar zgodnie z zaleceniami wytwórcy.

Metody nauczania – uczenia się:

- pokaz z objaśnieniem,
- ćwiczenia praktyczne.

Formy organizacyjne pracy uczniów:

- indywidualna zróżnicowana.

Czas: 45 minut.

Środki dydaktyczne:

- zestaw wkrętaków,
- zestaw kluczy,
- klucz dynamometryczny,
- zestaw radiator – półprzewodnikowy przyrząd mocy,
- ściereczka,
- smar,
- dokumentacja techniczna urządzenia.

Przebieg zajęć:

1. Powitanie uczniów, sprawdzenie listy obecności, podanie celu zajęć, sformułowanie tematu i zapis tematu do zeszytów,
2. Omówienie przez nauczyciela zasad montażu różnych typów zestawów ppm-radiator,
3. Omówienie przez nauczyciela sposobu posługiwania się kluczem dynamometrycznym,
4. Przypomnienie przez nauczyciela zasad bezpiecznej pracy na stanowisku,
5. Realizacja ćwiczenia zgodnie z instrukcją,
6. Sprawdzenie prawidłowości wykonanego połączenia,
7. Wykonanie ewentualnych zmian w wykonywanym połączeniu,
8. Podsumowanie wykonanego ćwiczenia.

Instrukcja do ćwiczenia.

Montaż zestawu: półprzewodnikowy przyrząd mocy – radiator.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zgromadzić na stanowisku pracy potrzebne elementy i przyrządy,
- 2) usunąć z miejsca styku wszystkie zanieczyszczenia i materiały obce,
- 3) oczyścić lub wypolerować powierzchnię,
- 4) miejsce styku nasmarować smarem zalecanym przez wytwórcę,
- 5) dokręcić diodę lub tyrystor do radiatora kluczem dynamometrycznym,
- 6) nadmiar smaru usunąć szmatką zmoczoną w alkoholu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zestaw wkrętaków,
- zestaw kluczy,
- klucz dynamometryczny,
- zestaw radiator – półprzewodnikowy przyrząd mocy,
- ściereczka,
- smar.

Zakończenie zajęć

Sposób uzyskania informacji zwrotnej od ucznia po zakończonych zajęciach:

- anonimowe ankiety ewaluacyjne dotyczące sposobu prowadzenia zajęć i zdobytych umiejętności.

Scenariusz zajęć nr 2

Osoba prowadząca.....

Modułowy program nauczania: Technik elektryk 311[08]

Moduł: Montaż i eksploatacja maszyn i urządzeń elektrycznych 311[08].Z2.

Jednostka modułowa: Montaż i badanie urządzeń energoelektronicznych 311[08].Z2.05

Temat: Badanie prostownika jedno- i dwupółówkowego sterowanego

Cel ogólny: kształtowanie umiejętności badania układów elektronicznych.

Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- rozpoznać układy elektroniczne na schematach,
- rozróżniać funkcje różnych elementów w układach elektronicznych,
- określić przeznaczenie podstawowych układów elektronicznych,
- zdefiniować podstawowe parametry układów elektronicznych,
- zanalizować działanie układów elektronicznych na podstawie schematów ideowych oraz przebiegów czasowych lub charakterystyk,
- objaśnić działanie układów elektronicznych na podstawie schematów blokowych,
- połączyć układy elektroniczne na podstawie schematów,
- zmierzyć parametry podstawowych układów elektronicznych na podstawie zadanego schematu układu pomiarowego,
- ocenić stan techniczny układów elektronicznych na podstawie pomiarów,
- zanalizować pracę układów elektronicznych na podstawie uzyskanych wyników pomiarów,

- zlokalizować i usunąć proste usterki układów elektronicznych,
- opracować wyniki pomiarów wykorzystując technikę komputerową,
- zastosować zasady bhp i ochrony ppoż. obowiązujące na stanowisku pracy.

Metody nauczania – uczenia się:

- instruktaż wstępny,
- pokaz,
- ćwiczenie praktyczne

Formy organizacyjne pracy uczniów:

- grupowa jednolita.

Czas: 135 minut.

Środki dydaktyczne:

- zestaw prostowników,
- autotransformator,
- transformator bezpieczeństwa,
- oscyloskop dwukanałowy,
- sondy pomiarowe,
- mierniki,
- kartki,
- długopis,
- linijka,
- papier milimetrowy,
- kalka techniczna,
- karty katalogowe układów tyrystorowych,
- stanowisko komputerowe z odpowiednim oprogramowaniem.

Przebieg zajęć

1. Powitanie uczniów, sprawdzenie listy obecności, podanie celu zajęć, sformułowanie tematu i zapis tematu do zeszytów.
2. Zapoznanie uczniów z zasadami bhp obowiązującymi na stanowisku pracy.
3. Omówienie przez nauczyciela sposobu posługiwania się kartami katalogowymi.
4. Omówienie przez nauczyciela sposobu posługiwania się oscyloskopem.
5. Omówienie przez nauczyciela podstawowych parametrów układów prostowniczych.
6. Realizacja ćwiczenia zgodnie z instrukcją.
7. Posumowanie wykonanego ćwiczenia.

Instrukcja do ćwiczenia.

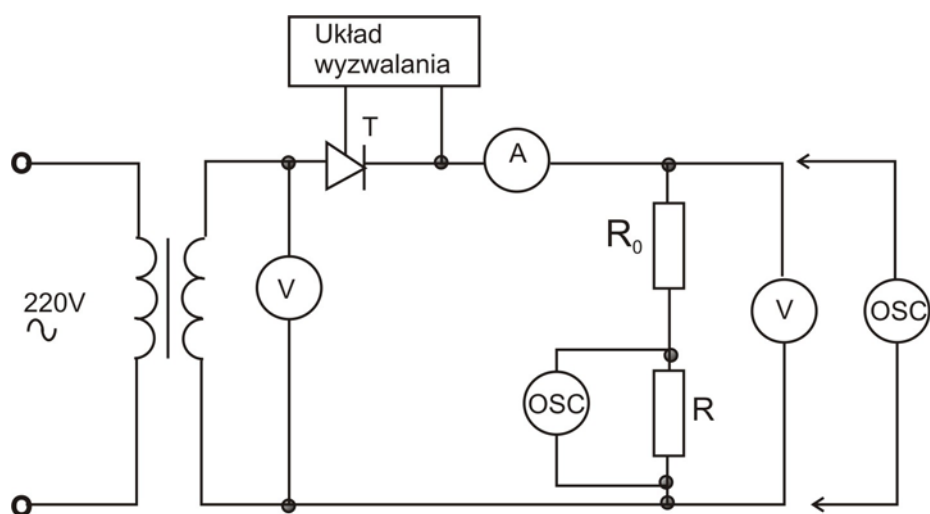
Zbadaj prostownik jednopółkowy i dwupółkowy.

Sposób wykonania ćwiczenia

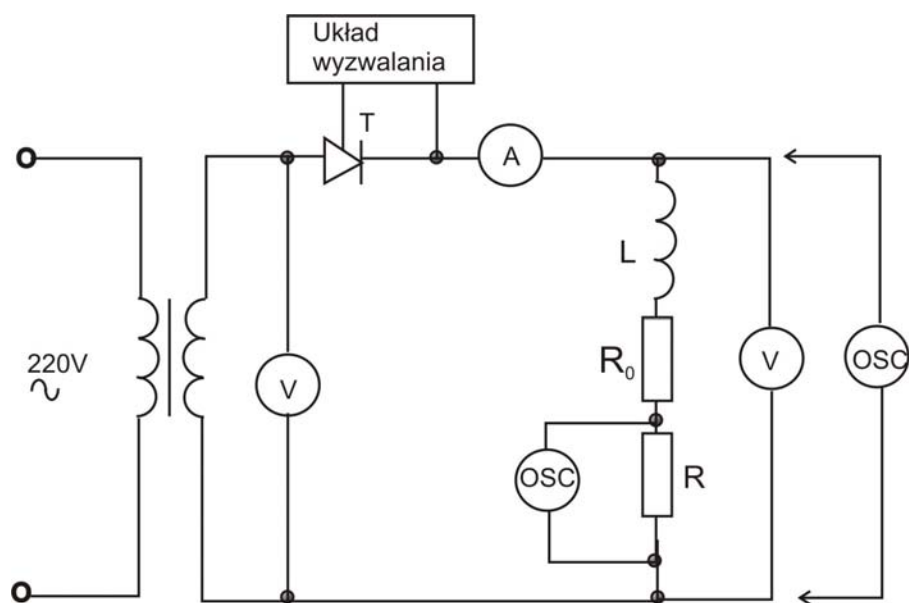
Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zmontować układy według schematów,
- 2) skalibrować oscyloskop przed pomiarem,
- 3) zbadać przebieg napięcia u_0 na uzwojeniu wtórnym transformatora,
- 4) zbadać przebieg napięcia dla prostownika jednopółkowego. Zbadać przebieg napięcia dla prostownika dwupółkowego analogicznie jak w punkcie 4,
- 5) zastąpić układ 4 diod ze schematu na rys.2 „gotowym” mostkiem Graetza, pomiary wykonać analogicznie jak w punkcie 4,

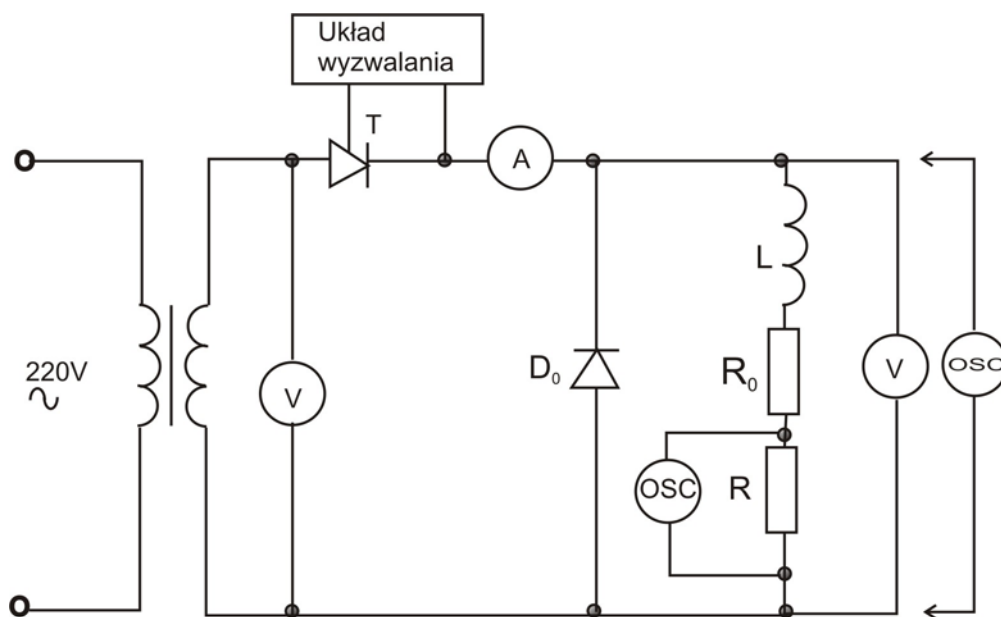
- oscylogramy oraz pozostałe krzywe wykonać na papierze milimetrowym.



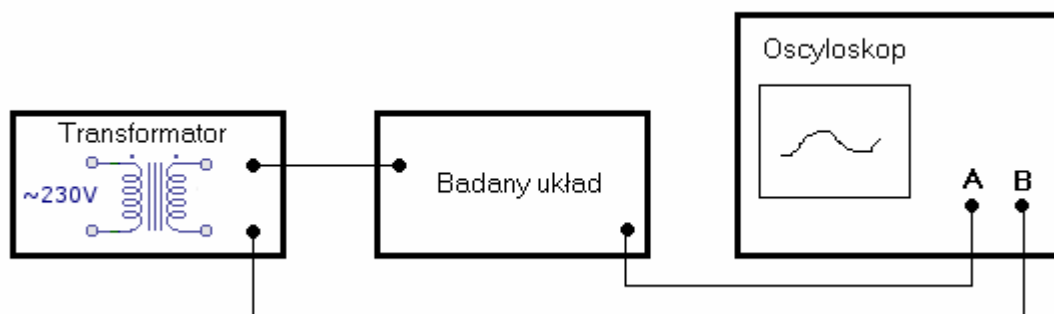
Rys. 4.2.11 Prostownik jednopulsowy z obciążeniem R [3]



Rys. 4.2.12 Prostownik jednopulsowy z obciążeniem RL [3]



Rys. 4.2.13 Prostownik jednopulsowy z obciążeniem RL i diodą zerową [3]



Rys. 4.2.14 Blokowy schemat pomiarowy [4]

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zestaw prostowników,
- oscyloskop dwukanałowy,
- sondy pomiarowe,
- mierniki,
- kartki,
- długopis,
- linijka,
- papier milimetrowy,
- kalka techniczna.

Zakończenie zajęć

Praca domowa

Wykonaj sprawozdanie z wykonanego ćwiczenia.

Sposób uzyskania informacji zwrotnej od ucznia po zakończonych zajęciach:

- anonimowe ankiety ewaluacyjne dotyczące sposobu prowadzenia zajęć i zdobytych umiejętności.

5. ĆWICZENIA

5.1. Montaż i kontrola parametrów w półprzewodnikowych przyrządach mocy

5.1.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1.

Sprawdź parametry załączania bramkowego.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania. Zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zmierzyć szczytową wartość bramkowego napięcia zasilającego,
- 2) zmierzyć wartość szczytową prądu bramki,
- 3) wyznaczyć stromość narastania czoła impulsu bramki,
- 4) wyznaczyć czas trwania impulsu prądu bramki,
- 5) wyznaczyć prąd załączający bramki,
- 6) porównać wartości otrzymane z pomiarów z wartościami granicznymi podawanym w katalogach dla badanych przyrządów,
- 7) wyniki i wnioski umieścić w sprawozdaniu.

Badanie należy przeprowadzić wykorzystując oscyloskop.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia pomiarowe.

Środki dydaktyczne:

- zestaw przekształtników,
- oscyloskop z sondą,
- amperomierz z przekładnikiem kleszczowym,
- miernik magnetoelektryczny,
- zestaw boczników,
- kartki papieru,
- kalka techniczna,
- ołówek,
- linijka.

Ćwiczenie 2.

Sprawdź równomierność rozplywu prądów przy połączeniach równoległych.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania. Zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) dokonać wyboru metody pomiarowej,
- 2) zdefiniować pojęcie równomierności przepływu prądów,
- 3) podać warunki niezbędne do spełnienia równomierności przepływu,
- 4) zgromadzić na stanowisku zestaw przyrządów do wykonania pomiarów wybraną metodą,
- 5) wykonać niezbędne pomiary,
- 6) wyciągnąć wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia pomiarowe.

Środki dydaktyczne:

- zestaw przekształtników,
- oscyloskop z sondą,
- amperomierz z przekładnikiem kleszczowym,
- miernik magnetoelektryczny,
- zestaw boczników,
- kartki papieru,
- kalka techniczna,
- ołówek,
- linijka.

Ćwiczenie 3.

Zmontuj zestaw: półprzewodnikowy przyrząd mocy – radiator.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania. Zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zgromadzić na stanowisku pracy potrzebne elementy i przyrządy,
- 2) usunąć z miejsca styku wszystkie zanieczyszczenia i materiały obce,
- 3) oczyścić lub wypolerować powierzchnię,
- 4) miejsce styku nasmarować smarem zalecanym przez wytwórcę,
- 5) dokręcić diodę lub tyrystor do radiatora kluczem dynamometrycznym,
- 6) nadmiar smaru usunąć szmatką zmoczoną w alkoholu.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- zestaw wkrętaków,
- zestaw kluczy,
- klucz dynamometryczny,
- zestaw radiator – półprzewodnikowy przyrząd mocy,
- ściereczka,
- smar.

Ćwiczenie 4.

Dobierz zamienniki podzespołów z katalogu.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wyszukać z katalogu półprzewodnikowy przyrząd mocy, który ma wymienić,
- 2) wypisać jego parametry elektryczne,
- 3) wyszukać zamiennik:
 - ustalić niezbędne wartości prądów i napięć zamiennika,
 - ustalić dopuszczalny zakres temperatur,
 - sprawdzić czy rozmiary umożliwiają zainstalowanie go na zamontowanych radiatorach,
 - sprawdzić właściwości dynamiczne.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- karty katalogowe ppm,
- kartki papieru,
- długopis,
- ołówek.

5.2. Prostowniki sterowane

5.2.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1.

Narysuj schematy układów prostowniczych:

- a) prostownika sterowanego 1-fazowego,
 - b) prostownika sterowanego 3-fazowego
- przy obciążeniu R i RL.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) określić rodzaj prostownika,
- 2) dobrać elementy elektroniczne, ich symbole,
- 3) narysować schematy ideowe układów prostowniczych.

- Zalecane metody nauczania – uczenia się:
- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- katalog elementów elektronicznych,
- zeszyt do ćwiczeń,
- ołówek,
- linijka,
- inne przyrządy kreślarskie.

Ćwiczenie 2.

Rozpoznaj elementy elektroniczne na schemacie układu elektronicznego:

- a) prostownika sterowanego jednofazowego,
- b) prostownika sterowanego trójfazowego,
- c) dowolnego schematu układu elektronicznego zawierające układy zasilające.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) określić rodzaj układu elektronicznego,
- 2) zidentyfikować elementy układu na podstawie katalogu,
- 3) objaśnić, jaką funkcję spełniają elementy w danym układzie,
- 4) zdefiniować ich parametry.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- schematy ideowe układów prostowniczych,
- schematy ideowe układów elektronicznych,
- katalog elementów elektronicznych,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przyrządy kreślarskie.

Ćwiczenie 3.

Narysuj przebiegi napięć wyjściowych dla prostowników:

- a) sterowanego 1-fazowego bez filtra z obciążeniem R,
- b) sterowanego 1-fazowego bez filtra z obciążeniem RL,
- c) sterowanego 1-fazowego z obciążeniem R i filtrem RC,
- d) sterowanego 3-fazowego bez filtra.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zidentyfikować schematy ideowe układów prostowniczych,
- 2) ustalić napięcia wyjściowe w poszczególnych układach,
- 3) narysować przebiegi tych napięć na papierze milimetrowym,
- 4) uzasadnić przebiegi tych napięć w poszczególnych układach prostowniczych,
- 5) zweryfikować ewentualne pomyłki,
- 6) objaśnić działanie układów prostowniczych na podstawie schematów ideowych oraz przebiegów napięcia wyjściowego.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- schematy ideowe układów prostowniczych.
- papier milimetrowy,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przyrządy kreślarskie.

Ćwiczenie 4.

Dokonaj badania prostownika jedno- i dwupołkowego.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania. Zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zmontować układy według schematów przedstawionych,
- 2) skalibrować oscyloskop przed pomiarem,
- 3) zbadać przebieg napięcia u_0 na uzwojeniu wtórnym transformatora,
- 4) zbadać przebieg napięcia dla prostownika jednopółkowego, zbadać przebieg napięcia dla prostownika dwupołkowego analogicznie jak w punkcie 4,
- 5) zastąpić układ 4 diod ze schematu na rys.2 „gotowym” mostkiem Graetza, pomiary wykonać analogicznie jak w punkcie 4.
 - oscylogramy oraz pozostałe krzywe wykonać na papierze milimetrowym

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

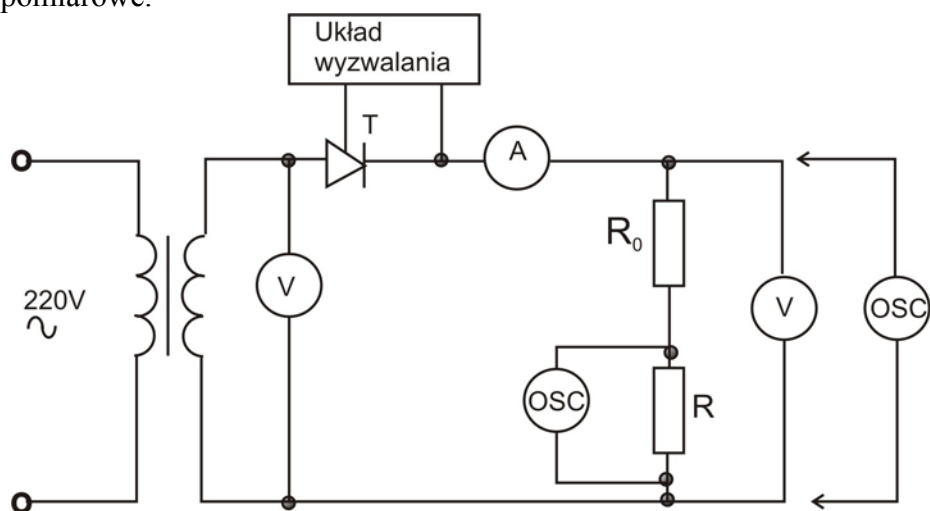
- ćwiczenia pomiarowe.

Środki dydaktyczne:

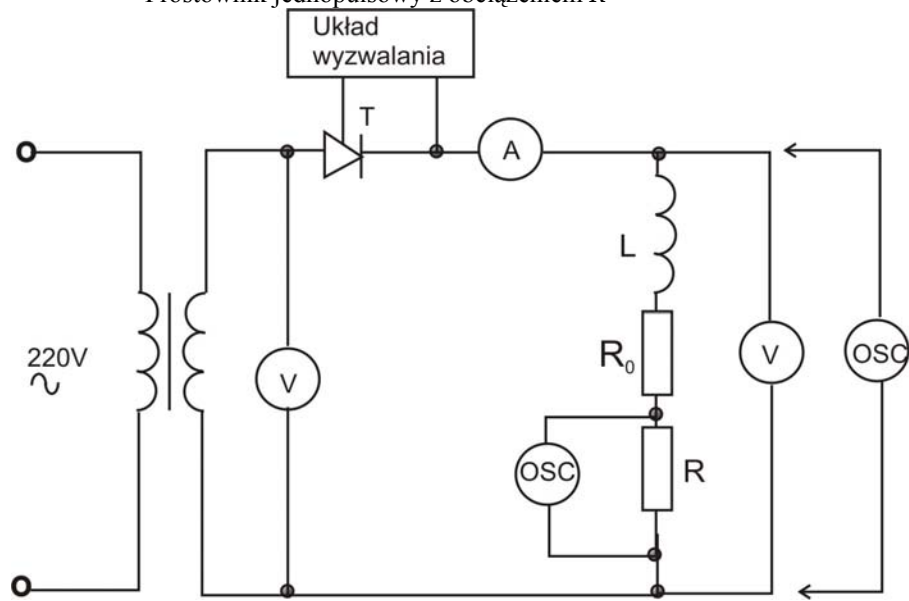
- zestaw prostowników,
- oscyloskop dwukanałowy,
- sondy pomiarowe,
- mierniki,
- kartki,
- długopis,

- linijka,
- papier milimetrowy,
- kalka techniczna.

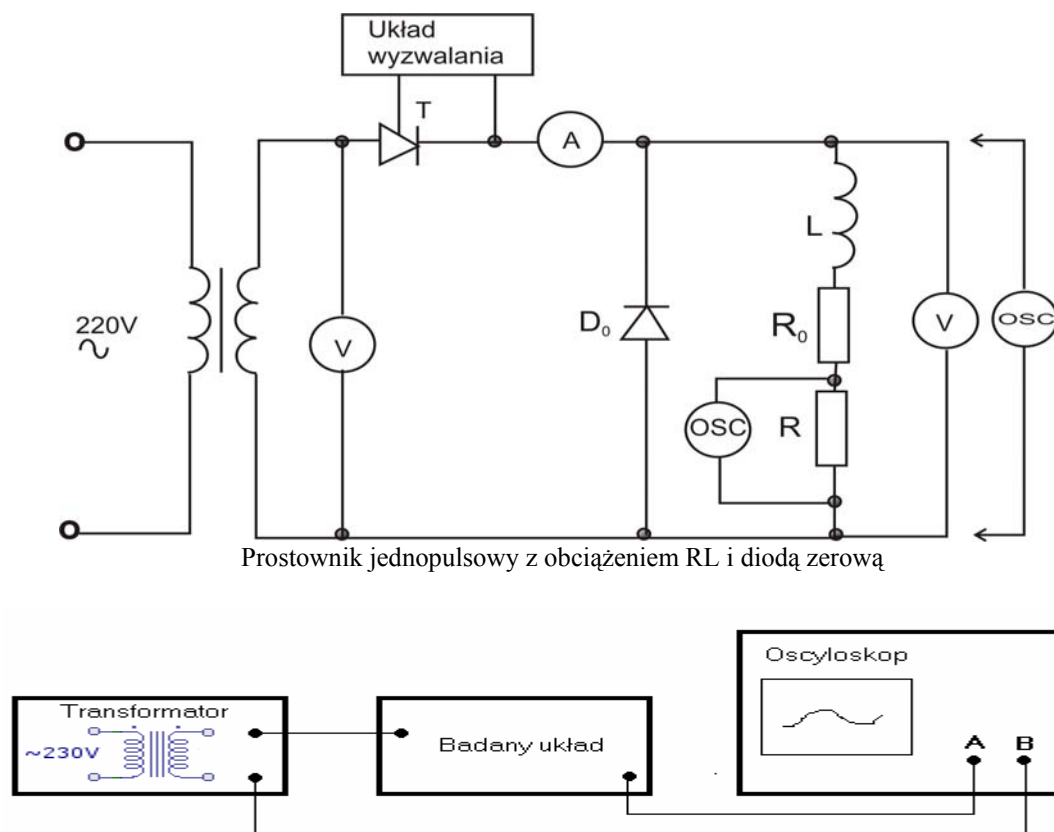
Schematy pomiarowe.



Prostownik jednopulsowy z obciążeniem R



Prostownik jednopulsowy z obciążeniem RL



Blokowy schemat pomiarowy

Ćwiczenie 5.

Dokonaj badania prostownika trójpulsowego jednokierunkowego.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania. Zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zmontować układy według schematów przedstawionych poniżej,
- 2) skalibrować oscyloskop przed pomiarem,
- 3) zbadać przebieg napięcia u_0 na uzwojeniu wtórnym transformatora,
- 4) zbadać przebieg napięcia dla prostownika,
- 5) pomiary i obserwacje przeprowadzić dla obciążenia R i RL,
- 6) wydrukować lub narysować obserwowane przebiegi czasowe,
- 7) wyskalować współrzędne,
- 8) zaznaczyć na rysunku charakterystyczne wartości chwilowe.

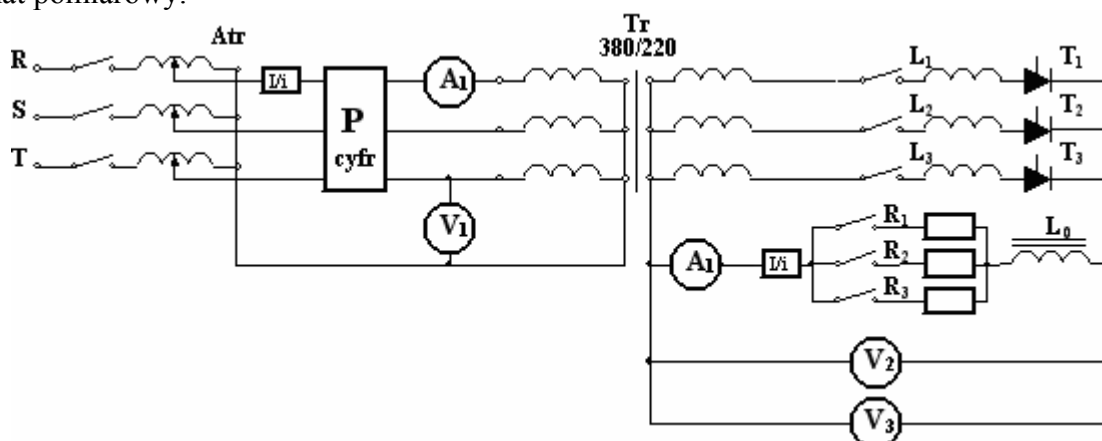
Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia pomiarowe.

Środki dydaktyczne:

- zestaw prostowników,
- oscyloskop dwukanałowy,
- sondy pomiarowe,
- mierniki,
- kartki,
- długopis,
- linijka,
- papier milimetrowy,
- kalka techniczna.

Schemat pomiarowy.



Ćwiczenie 6.

Dokonaj badania prostownika mostkowego.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania. Zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zmontować układy według schematów przedstawionych,
- 2) skalibrować oscyloskop przed pomiarem,
- 3) zbadać przebieg napięcia u_0 na uzwojeniu wtórnym transformatora,
- 4) zbadać przebieg napięcia dla prostownika,
- 5) pomiary i obserwacje przeprowadzić dla obciążenia R i RL,
- 6) wydrukować lub narysować obserwowane przebiegi czasowe,
- 7) wyskalować współrzędne,
- 8) zaznaczyć na rysunku charakterystyczne wartości chwilowe.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

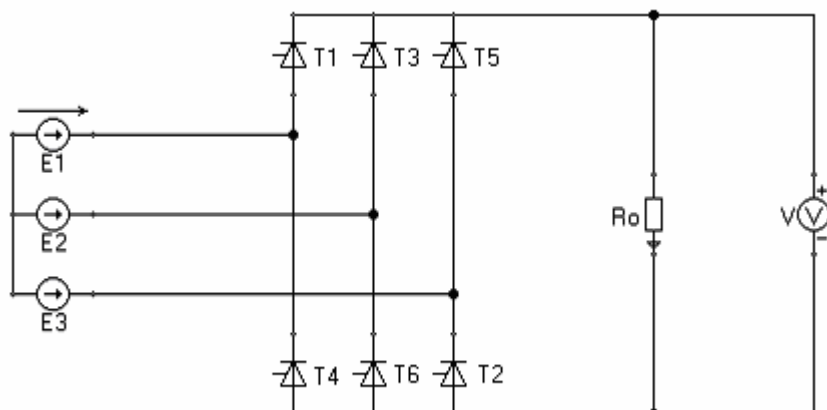
- ćwiczenia pomiarowe.

Środki dydaktyczne:

- zestaw prostowników,
- oscyloskop dwukanałowy,

- sondy pomiarowe,
- mierniki,
- kartki,
- długopis,
- linijka,
- papier milimetrowy,
- kalka techniczna.

Schemat pomiarowy.



5.3. Falowniki

5.3.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1.

Dokonaj pomiaru i obserwacji napięć i przebiegów czasowych w układzie jednofazowego falownika.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania. Zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) połączyć układ pomiarowy umożliwiający zdjęcie przebiegów,
- 2) do oscyloskopu podłączyć sygnały z wyjść U- dla pomiaru i obserwacji napięcia,
- 3) dokonać pomiaru i obserwacji przebiegów na wyjściu przy obciążeniach,
 - a) rezystancyjnym,
 - b) indukcyjnym,
 - c) rezystancyjno-indukcyjnym,
- 4) dokonać pomiaru i obserwacji przebiegów prądu na obciążeniu wykorzystując układ bocznika,
- 5) pomiary i obserwacje przeprowadzić dla obciążenia o charakterze:
 - a) rezystancyjnym,
 - b) indukcyjnym,
 - c) rezystancyjno-indukcyjnym,
- 6) dokonać pomiarów przy różnych częstotliwościach wyzwalania tyrystorów,

- 7) zarejestrować wszystkie dostępne przebiegi,
- 8) wyciągnąć wnioski z przeprowadzonych badań.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia pomiarowe.

Środki dydaktyczne:

- układ falownika jednofazowego,
- oscyloskop,
- sondy pomiarowe,
- boczniki pomiarowe,
- rezystor,
- cewka,
- mierniki,
- kartki,
- długopis,
- linijka,
- papier milimetrowy,
- kalka techniczna.

Ćwiczenie 2.

Dokonaj pomiaru i obserwacji napięć i przebiegów czasowych w układzie trójfazowego falownika napięcia dla różnych obciążeń.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania. Zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) połączyć układ pomiarowy umożliwiający zdjęcie przebiegów,
- 2) do oscyloskopu podłączyć sygnały z wyjść U- dla pomiaru i obserwacji napięcia,
- 3) dokonać pomiaru i obserwacji przebiegów na wyjściu przy obciążeniach,
 - a) rezystancyjnym
 - b) indukcyjnym
 - c) rezystancyjno-indukcyjnym
- 4) dokonać pomiaru i obserwacji przebiegów prądu na obciążeniu wykorzystując układ bocznika,
- 5) pomiary i obserwacje przeprowadzić dla obciążenia o charakterze:
 - a) rezystancyjnym,
 - b) indukcyjnym,
 - c) rezystancyjno-indukcyjnym,
- 6) dokonać pomiarów przy różnych częstotliwościach wyzwalania tyrystorów,
- 7) zarejestrować wszystkie dostępne przebiegi,
- 8) wyciągnąć wnioski z przeprowadzonych badań.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia pomiarowe.

Środki dydaktyczne:

- układ falownika jednofazowego,
- oscyloskop,
- sondy pomiarowe,
- boczniki pomiarowe,
- rezystor,
- cewka,
- mierniki,
- kartki,
- długopis,
- linijka,
- papier milimetrowy,
- kalka techniczna.

5.4. Sterowniki prądu przemiennego

5.4.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1.

Narysuj przebiegi napięć wyjściowych dla sterowników prądu przemiennego:

- a) 1-fazowego z obciążeniem R,
- b) 1-fazowego z obciążeniem RL,
- c) 3-fazowego z obciążeniem R,
- d) 3-fazowego z obciążeniem RL.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zidentyfikować schematy ideowe układów sterownika,
- 2) ustalić napięcia wyjściowe w poszczególnych układach,
- 3) narysować przebiegi tych napięć na papierze milimetrowym,
- 4) uzasadnić przebiegi tych napięć w poszczególnych układach sterownika,
- 5) zweryfikować ewentualne pomyłki,
- 6) objaśnić działanie układów sterownika na podstawie schematów ideowych oraz przebiegów napięcia wyjściowego.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia rysunkowe.

Środki dydaktyczne:

- schematy ideowe układów prostowniczych,
- papier milimetrowy,
- zeszyt do ćwiczeń, przyrządy kreślarskie

Ćwiczenie 2.

Dokonaj badania sterownika prądu przemiennego.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania. Zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

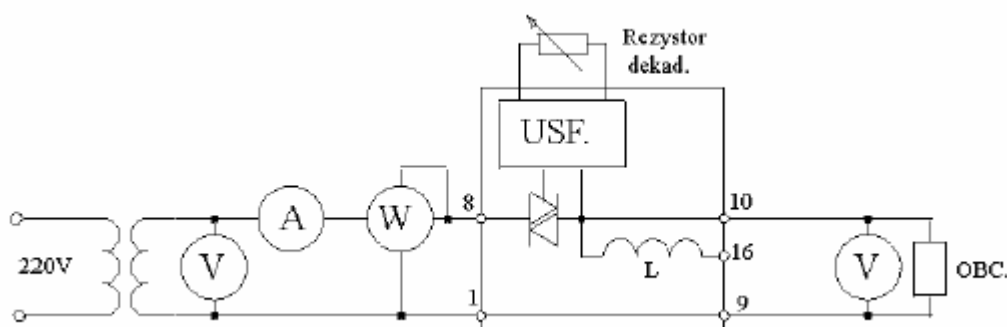
- 1) zmierzyć charakterystyki sterowania stosując jako obciążenie rezystor suwakowy,
- 2) powtórzyć pomiary według punktu 1 stosując jako obciążenie dławik wbudowany do układu,
- 3) powtórzyć pomiary według punktu 1 stosując jako obciążenie rezystor suwakowy połączony szeregowo z dławikiem wbudowanym do układu,
- 4) powtórzyć pomiary według punktu 1 stosując jako obciążenie rezystor nieliniowy,
- 5) zmierzyć charakterystyki zewnętrzne sterownika stosując jako obciążenie rezystor suwakowy, dla dwu wartości kąta wysterowania,
- 6) obliczyć parametry obciążeń stosowanych w pomiarach według p.1 do p.4 wyznaczając rezystancję, reaktancję i kąt fazowy na podstawie pomiarów przeprowadzanych przy zbocznikowanym tyrystorze,
- 7) narysować charakterystyki.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

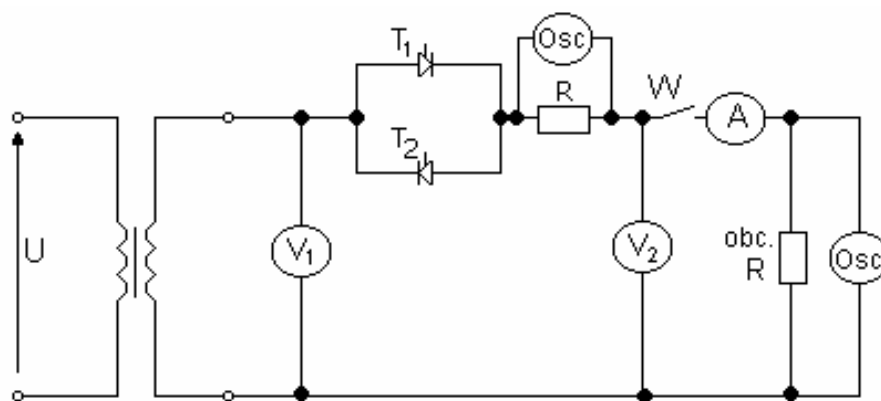
- ćwiczenia pomiarowe.

Środki dydaktyczne:

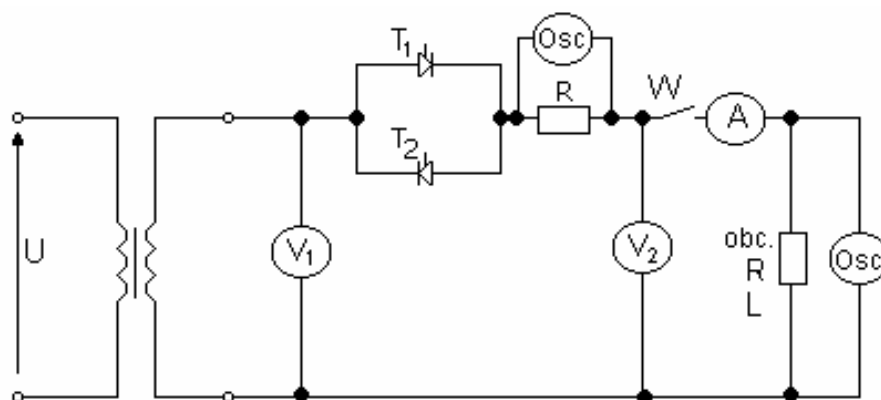
- płyta ze zmontowanym tyrystorem dwukierunkowym, układem sterowania i dławikiem,
- elementy obciążenia - opornik suwakowy i żarówka,
- transformator sieciowy 220/24V,
- rezystor dekadowy do układu sterowania fazowego,
- woltomierze, amperomierz i watomierz,
- oscyloskop dwukanałowy.



Schemat pomiarowy



Schemat pomiarowy z obciążeniem R



Schemat pomiarowy z obciążeniem RL

Ćwiczenie 3.

Dokonaj badania sterownika prądu przemiennego-różne rodzaje obciążeń.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania. Zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) podłączyć jako obciążenie sterownika opornik laboratoryjny,
- 2) zmierzyć wartość skuteczną prądu obciążenia,
- 3) zmierzyć moc czynną wydzielaną na obciążeniu,
- 4) zaobserwować zmiany amplitudy sinusoidy prądu i ,
- 5) punkty 1-4 wykonać dla 3 różnych kątów wysterowania,
- 6) zmienić obciążenie na żarówkę (obciążenie nieliniowe),
- 7) wykonać pomiary według punktów 1-5,
- 8) zmienić obciążenie na RL,
- 9) wykonać pomiary według punktów 1-5,
- 10) wykonać charakterystyki $I=f(\alpha)$ i $P=f(\alpha)$ dla wszystkich wykonanych kombinacji,

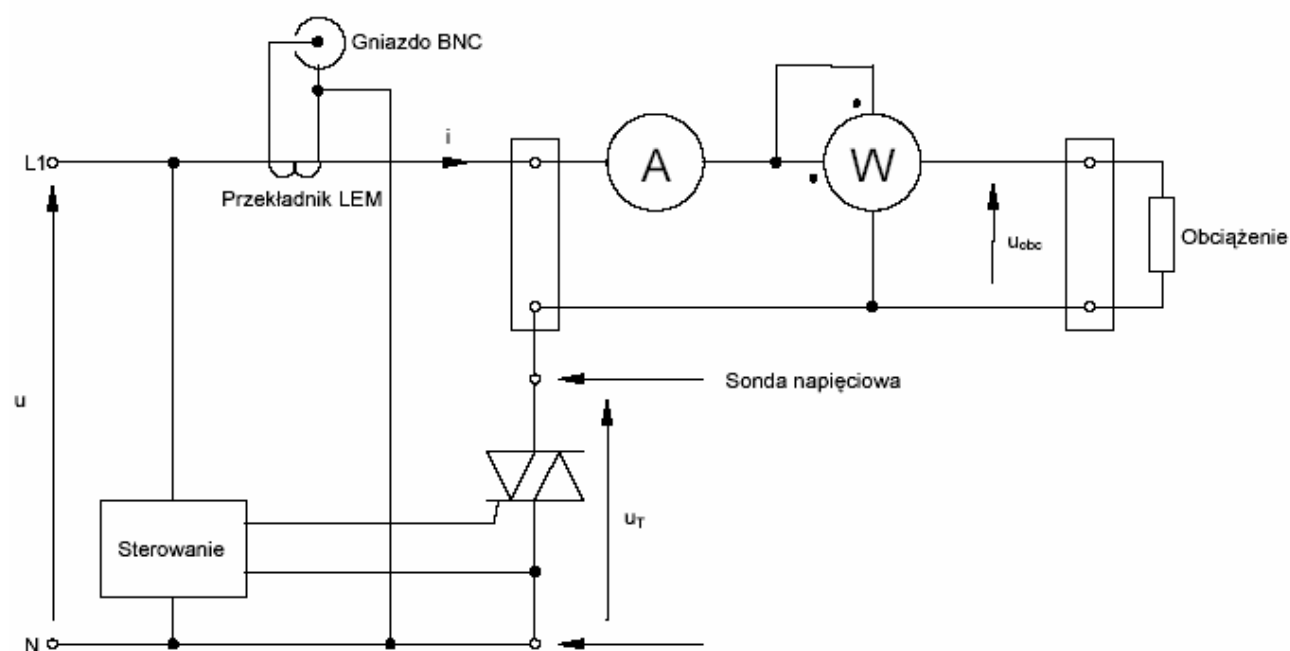
- 11) przeanalizować wykresy i wyciągnąć wnioski,
- 12) porównać otrzymane przebiegi,
- 13) wyniki i opracowania umieścić w sprawozdaniu.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia pomiarowe.

Środki dydaktyczne:

- płyta ze zmontowanym tyrystorem dwukierunkowym, układem sterowania i dławikiem,
- elementy obciążenia - opornik suwakowy i żarówka,
- transformator sieciowy 220/24V,
- rezystor dekadowy do układu sterowania fazowego,
- woltomierz, amperomierz i watomierz,
- oscyloskop dwukanałowy.



Schemat układu pomiarowego

5.5. Energoelektroniczne łączniki prądu stałego, przekształtniki pośrednie i bezpośrednie

5.5.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1.

Narysuj schemat układu przekształtnika prądu stałego obniżającego napięcie.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) określić rodzaj przekształtnika,
- 2) dobrać elementy elektroniczne, ich symbole,
- 3) narysować schematy ideowe układów przekształtnika obniżającego napięcie.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia rysunkowe.

Środki dydaktyczne:

- katalog elementów elektronicznych,
- zeszyt do ćwiczeń,
- ołówek,
- linijka,
- inne przyrządy kreślarskie.

Ćwiczenie 2.

Narysuj przebiegi prądów i napięć wyjściowych dla przekształtnika obniżającego napięcie przy:

- a) przewodzeniu ciągłym,
- b) przewodzeniu impulsowym.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania. Zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) zidentyfikować schematy ideowe układów przekształtnika,
- 2) ustalić napięcia wyjściowe w poszczególnych układach,
- 3) narysować przebiegi tych napięć na papierze milimetrowym,
- 4) uzasadnić przebiegi tych napięć w poszczególnych układach przekształtnika,
- 5) zweryfikować ewentualne pomyłki,
- 6) objaśnić działanie układów na podstawie schematów ideowych oraz przebiegów napięcia wyjściowego.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia rysunkowe.

Środki dydaktyczne:

- schematy ideowe układów przekształtnika,
- papier milimetrowy,
- zeszyt do ćwiczeń, przyrządy kreślarskie.

Ćwiczenie 3.

Dokonaj badania przekształtnika z przerywaczem tranzystorowym.

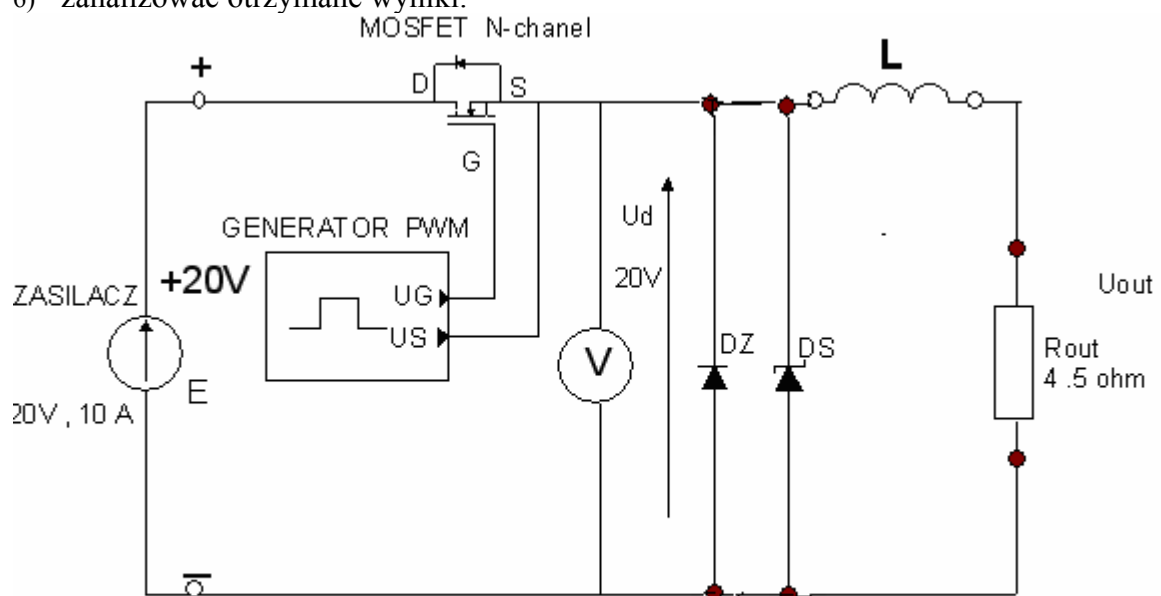
Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania. Zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) dobrać przyrządy pomiarowe,
- 2) zmontować układ według schematu,
- 3) zmieniając współczynnik wypełnienia zmierzyć wartości napięcia wyjściowego,
- 4) pomiary wykonać przy różnych wartościach częstotliwości,
- 5) sporządzić wykres $U_d = f(d)$,
- 6) zanalizować otrzymane wyniki.



Schemat układu pomiarowego

Ćwiczenie 4.

Dokonaj pomiaru i obserwacji czasowych przebiegów napięć i prądów w przekształtniku prądu stałego obniżającym napięcie.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania. Zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) dobrać przyrządy pomiarowe,
- 2) podłączyć przyrządy pomiarowe do zestawu przekształtnikowego,
- 3) zmierzyć wartości minimalnego i maksymalnego współczynnika wypełnienia i odpowiednich napięć sterujących,
- 4) zaobserwować na ekranie oscyloskopu czasowe przebiegi u_{we} i u_{wy} ,
- 5) zmieniając współczynnik wypełnienia wyznaczyć charakterystyki: $U_{wy} = f(U_{ster})$ i $P_{wy} = f(U_{ster})$,
- 6) zaobserwować na ekranie oscyloskopu czasowe przebiegi prądu i napięcia na łączniku,

- 7) wydrukować lub narysować obserwowane przebiegi czasowe,
- 8) wyskalować osie współrzędnych i zaznaczyć na rysunkach charakterystyczne wartości chwilowe,
- 9) zaobserwować na ekranie oscyloskopu przebieg czasowy prądu obciążenia,
- 10) wyskalować osie współrzędnych i zaznaczyć na rysunku charakterystyczne wartości chwilowe,
- 11) wyciągnąć wnioski z przeprowadzonych badań.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia pomiarowe.

Środki dydaktyczne:

- schematy ideowe układów przekształtnika,
- zestaw laboratoryjny przekształtnika prądu stałego obniżającego napięcie,
- oscyloskop dwukanałowy,
- sondy pomiarowe,
- uniwersalne mierniki cyfrowe,
- generator przebiegu prostokątnego z regulowanym współczynnikiem wypełnienia impulsów,
- zasilacz stabilizowany napięcia stałego,
- papier milimetrowy,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przyrządy kreślarskie.

Ćwiczenie 5.

Dokonaj pomiaru i obserwacji czasowych przebiegów napięć i prądów w przekształtniku prądu stałego podwyższającym napięcie.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania. Zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) dobrać przyrządy pomiarowe,
- 2) podłączyć przyrządy pomiarowe do zestawu przekształtnikowego,
- 3) zmierzyć wartości minimalnego i maksymalnego współczynnika wypełnienia i odpowiednich napięć sterujących,
- 4) zaobserwować na ekranie oscyloskopu czasowe przebiegi u_{we} i u_{wy} ,
- 5) zmieniając współczynnik wypełnienia wyznaczyć charakterystyki: $U_{wy}=f(U_{ster})$ i $P_{wy}=f(U_{ster})$,
- 6) zaobserwować na ekranie oscyloskopu czasowe przebiegi prądu i napięcia na łączniku,
- 7) wydrukować lub narysować obserwowane przebiegi czasowe,
- 8) wyskalować osie współrzędnych i zaznaczyć na rysunkach charakterystyczne wartości chwilowe,
- 9) zaobserwować na ekranie oscyloskopu przebieg czasowy prądu obciążenia,
- 10) wyskalować osie współrzędnych i zaznaczyć na rysunku charakterystyczne wartości chwilowe,
- 11) wyciągnąć wnioski z przeprowadzonych badań.

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

Środki dydaktyczne:

- schematy ideowe układów przekształtnika,
- zestaw laboratoryjny przekształtnika prądu stałego obniżającego napięcie,
- oscyloskop dwukanałowy,
- sondy pomiarowe,
- uniwersalne mierniki cyfrowe,
- generator przebiegu prostokątnego z regulowanym współczynnikiem wypełnienia impulsów,
- zasilacz stabilizowany napięcia stałego,
- papier milimetrowy,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przyrządy kreślarskie.

Ćwiczenie 6.

Dokonaj pomiaru i obserwacji czasowych przebiegów napięć i prądów w przekształtniku prądu stałego obniżająco – podwyższającym napięcie.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania. Zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) dobrać przyrządy pomiarowe,
- 2) podłączyć przyrządy pomiarowe do zestawu przekształtnikowego,
- 3) zmierzyć wartości minimalnego i maksymalnego współczynnika wypełnienia i odpowiednich napięć sterujących,
- 4) zaobserwować na ekranie oscyloskopu czasowe przebiegi u_{we} i u_{wy} ,
- 5) zmieniając współczynnik wypełnienia wyznaczyć charakterystyki: $U_{wy} = f(U_{ster})$ i $P_{wy} = f(U_{ster})$,
- 6) zaobserwować na ekranie oscyloskopu czasowe przebiegi prądu i napięcia na łączniku,
- 7) wydrukować lub narysować obserwowane przebiegi czasowe,
- 8) wyskalować osie współrzędnych i zaznaczyć na rysunkach charakterystyczne wartości chwilowe,
- 9) zaobserwować na ekranie oscyloskopu przebieg czasowy prądu obciążenia,
- 10) wyskalować osie współrzędnych i zaznaczyć na rysunku charakterystyczne wartości chwilowe,
- 11) wyciągnąć wnioski z przeprowadzonych badań.

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

Środki dydaktyczne:

- schematy ideowe układów przekształtnika,
- zestaw laboratoryjny przekształtnika prądu stałego obniżającego napięcie,

- oscyloskop dwukanałowy,
- sondy pomiarowe,
- uniwersalne mierniki cyfrowe,
- generator przebiegu prostokątnego z regulowanym współczynnikiem wypełnienia impulsów,
- zasilacz stabilizowany napięcia stałego,
- papier milimetrowy,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przyrządy kreślarskie.

Ćwiczenie 7.

Dokonaj pomiaru i obserwacji czasowych przebiegów napięć i prądów w przekształtniku prądu stałego zmieniającym polaryzację napięcia.

Wskazówki do realizacji:

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić jego zakres i techniki wykonania. Zapoznać uczniów z zasadami bezpiecznej pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) dobrać przyrządy pomiarowe,
- 2) podłączyć przyrządy pomiarowe do zestawu przekształtnikowego,
- 3) zmierzyć wartości minimalnego i maksymalnego współczynnika wypełnienia i odpowiednich napięć sterujących,
- 4) zaobserwować na ekranie oscyloskopu czasowe przebiegi u_{we} i u_{wy} ,
- 5) zmieniając współczynnik wypełnienia wyznaczyć charakterystyki: $U_{wy} = f(U_{ster})$ i $P_{wy} = f(U_{ster})$,
- 6) zaobserwować na ekranie oscyloskopu czasowe przebiegi prądu i napięcia na łączniku,
- 7) wydrukować lub narysować obserwowane przebiegi czasowe,
- 8) wyskalować osie współrzędnych i zaznaczyć na rysunkach charakterystyczne wartości chwilowe,
- 9) zaobserwować na ekranie oscyloskopu przebieg czasowy prądu obciążenia,
- 10) wyskalować osie współrzędnych i zaznaczyć na rysunku charakterystyczne wartości chwilowe,
- 11) wyciągnąć wnioski z przeprowadzonych badań.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia pomiarowe.

Środki dydaktyczne:

- schematy ideowe układów przekształtnika,
- zestaw laboratoryjny przekształtnika prądu stałego obniżającego napięcie,
- oscyloskop dwukanałowy,
- sondy pomiarowe,
- uniwersalne mierniki cyfrowe,
- generator przebiegu prostokątnego z regulowanym współczynnikiem wypełnienia impulsów,
- zasilacz stabilizowany napięcia stałego,
- papier milimetrowy,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przyrządy kreślarskie.

6. EWALUACJA OSIĄGNIĘĆ UCZNIA

Przykłady narzędzi pomiaru dydaktycznego

Test 1.

Test sumatywny pisemno-praktyczny z zakresu prostowników sterowanych

Punktacja zadań:

Za każde poprawne wykonanie zadania uczeń otrzymuje punkty, zgodnie z arkuszem rozwiązań.

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

- niedostateczny – 0 – 3 pkt,
- dopuszczający – 4 – 7 pkt,
- dostateczny – 8 – 11 pkt,
- dobry – 12 – 14 pkt,
- bardzo dobry – 15 – 17 pkt,

Plan testu

Nr zadania	Cel operacyjny	Kategoria celu	Poziom wymagań
1	Zdefiniować parametry prostownika sterowanego	A	P
2	Łączyć układ na podstawie schematu	C	P
3	Zmierzyć wielkości pozwalające wyznaczyć parametry sterownika	C	P
4	Wykreślić przebiegi czasowe prostownika	C	P
5	Obliczyć parametry prostownika	C	P
6	Porównać praktycznie uzyskane parametry z obliczonymi	C	P
7	Zmodyfikować układ w celu zwiększenia wartości średniej prądu i napięcia	C	PP
8	Sprawdzić poprawność modyfikacji	C	P
9	Zanalizować pracę układu na podstawie uzyskanych wyników	C	PP
10	Opracować wyniki pomiarów	C	P

Arkusz oceny rozwiązania testu

Nr	Nazwa czynności	Liczba punktów	Kryterium oceny	Liczba punktów		
				Uczeń 1	Uczeń 2	Uczeń 3
1.	Podanie definicji i wzoru:	1	Podanie: definicji, wzoru v_z , U_d , λ .			
		0	błędne			
2.	Połączenie układu pomiarowego	2	Połączenie układu do wyznaczenia v_z , U_d , λ			
		0	z błędami			
3.	Pomiar wielkości	2	Pomiar : v_z , U_d , λ			
		0	Brak pomiarów lub pomiary błędne			
4.	Narysowanie przebiegów czasowych	2	Narysowanie przebiegów $U_d=f(t)$ i oznaczenie U_{dmax} , v_z , λ			
		0	błędne			
5.	Obliczenie parametrów	2	Obliczenie: U_d , λ , I_d ,			
		0	nie obliczony żaden parametr lub błędy w obliczeniu			
6.	Porównanie parametrów z danymi technicznymi	1	Porównanie parametrów U_d , λ , I_d ,			
		0	błędnie			
7.	Modyfikacja układu w celu zwiększenia wartości średniej napięcia i prądu	2	Zmiana λ			
		0	błędy lub brak modyfikacji			
8.	Sprawdzenie modyfikacji zgodnie z założeniami	1	Porównanie parametrów U_d , I_d na podstawie przebiegów lub obliczeń			
		0	z błędami			
9.	Analiza pracy układu	2	Analiza układu na podstawie pomiarów i określenie jego parametrów			
		0	z błędami			

Nr	Nazwa czynności	Liczba punktów	Kryterium oceny	Liczba punktów		
				Uczeń 1	Uczeń 2	Uczeń 3
10.	Sporządzenie sprawozdania	2	Sprawozdanie zawiera: schematy pomiarowe, przyrządy pomiarowe, obliczenia, charakterystyki, analizę pracy układu, wnioski			
		0	z błędami			
Suma						

Przebieg testowania

Instrukcja dla nauczyciela

Test składa się z dziesięciu zadań – zadanie numer 1 jest zadaniem pisemnym, pozostałe zadania są zadaniami praktycznymi. Uczniowie wykonują zadania indywidualnie, a zatem nauczyciel musi przygotować stanowiska pomiarowe i zapewnić sprzęt pomiarowy dla każdego ucznia. Test należy przeprowadzić w czasie jednej jednostki metodycznej – w czasie nie dłuższym niż 90 minut. Pozostałe informacje dotyczące przeprowadzenia badań sumatywnych przy użyciu tego testu znajdują się w instrukcji dla ucznia.

Instrukcja dla ucznia

Przystępujesz do wykonania zadania, sprawdzającego w jakim stopniu opanowałeś wiadomości i jakie posiadasz umiejętności z działu „Prostowniki sterowane”.

Wynik tego testu pozwoli ci stwierdzić, jakie jeszcze masz braki w danej dziedzinie, czyli nad czym jeszcze musisz popracować.

Przystępując do rozwiązania podanego zadania:

1. Przeczytaj uważnie instrukcję – masz na tą czynność 5 minut, jeżeli są wątpliwości zapytaj nauczyciela.
2. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
3. Na rozwiązanie zadań masz 90 minut.
4. W czasie rozwiązywania zadań możesz korzystać z katalogów.
5. Test zawiera 10 zadań. Zadania od nr 1 do 6 wykonujesz według podanej kolejności.
6. Jeśli nie potrafiłbyś wykonać zadań od 7 do 9 przejdź do rozwiązania zadania 10.
7. Przeliczenie punktów na ocenę szkolną przedstawi nauczyciel po zakończeniu testu.

Materiały dla ucznia:

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

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Podaj definicje i wzory:
 - kąta załączenia tyrystora α_z ,
 - średniej wartości napięcia wyprostowanego U_d ,
 - kąta przewodzenia λ .(1 punkt)
2. Zbuduj układ do pomiaru wielkości charakteryzujących prostownik sterowany jednopołówkowy. (2 punkty)
3. Zmierz wielkości potrzebne do wyznaczenia tych parametrów tego układu. (2 punkty)
4. Wydrukuj lub narysuj obserwowane przebiegi czasowe przy obciążeniu rezystancyjno-indukcyjnym. Wskałuj osie współrzędnych i zaznacz na rysunku :
 - maksymalne napięcie obciążenia ,
 - kąt fazowy rozpoczęcia przewodzenia,
 - kąt fazowy zakończenia przewodzenia,
 - kąt przewodzenia.Wartości zapisz w tabeli. (2 punkty)
5. Oblicz parametry prostownika. (2 punkty)
6. Porównaj uzyskane praktycznie parametry z obliczonymi. (1 punkt)
7. Zmodyfikuj układ prostownika w celu zwiększenia wartości średniej napięcia i prądu. (2 punkty)
8. Sprawdź poprawność modyfikacji. (1 punkt)
9. Zanalizuj pracę układu na podstawie uzyskanych wyników pomiarów. (2 punkty)
10. Na podstawie wykonanych pomiarów i obliczeń sporządź sprawozdanie. (2 punkty)

Test 2.

Test pisemny jednostopniowy do badań sumatywnych z zakresu montażu i badania urządzeń energoelektronicznych

Punktacja zadań:

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

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

- niedostateczny – 0 – 7 pkt,
- dopuszczający – 8 – 12 pkt,
- dostateczny – 13 – 15 pkt,
- dobry – 16 – 18 pkt,
- bardzo dobry – 19 – 20 pkt,
- celujący – nie przewiduje się.

Plan testu

Nr zadania	Cel operacyjny (mierzone osiągnięcia uczniów)	Kategoria celu	Poziom wymagań	Poprawna odpowiedź
1	Zdefiniować urządzenia energoelektroniczne	A	P	1a
5	Zdefiniować rodzaje urządzeń energoelektronicznych	A	P	5d
7	Zinterpretować podstawowe parametry	C	P	7c
9	Podać podstawowe parametry	A	P	9a
11		A	P	11c
13	Wymienić podstawowe parametry	A	P	13b
2	Zdefiniować pracę wybranych urządzeń energoelektronicznych	A	P	2c
10		A	P	10b
16		A	P	16d
8	Zidentyfikować pracę wybranych urządzeń energoelektronicznych	A	P	8d
18	Zanalizować pracę wybranych urządzeń energoelektronicznych	C	P	18c
6	Zidentyfikować przebiegi czasowe napięć i prądów w układach	A	P	6c

	energoelektronicznych			
17	Rozróżniać przebiegi czasowe napięć i prądów w układach energoelektronicznych	B	P	17a
4	Zdefiniować elementy i podzespoły urządzeń energoelektronicznych	A	P	4d
3	Zdefiniować rodzaje urządzeń energoelektronicznych	A	P	3b
12		A	P	12a
14	Podać zasady montażu elementów urządzeń energoelektronicznych	A	P	14b
15		A	P	15b
20		A	P	20d
19	Zdefiniować parametry i charakterystyki prądowo – napięciowe ppm	A	P	19a

Przebieg testowania

Instrukcja dla nauczyciela

1. Uczeń rozwiązuje 20 zadań testowych wielokrotnego wyboru.
2. W każdym zadaniu jest tylko jedna poprawna odpowiedź.
3. Uczeń zaznacza poprawną odpowiedź zaczerpnijając właściwe pole w karcie odpowiedzi.
4. W przypadku pomyłki bierze błędną odpowiedź w kółko i zaznacza właściwą.
5. W trakcie rozwiązywania testu uczeń może korzystać (wpisać z czego, na przykład normy poradniki).
6. Na rozwiązanie testu uczeń ma 40minut oraz 5 minut na zapoznanie się z instrukcją.
7. Po zakończeniu testu uczeń podnosi rękę i czeka aż nauczyciel odbierze od niego pracę.

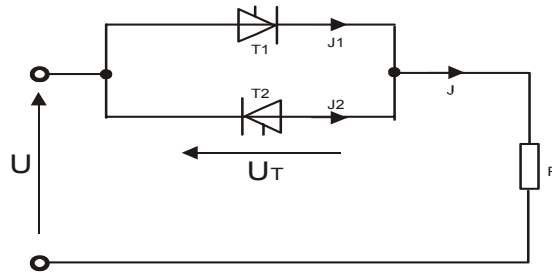
Instrukcja dla ucznia

1. Przeczytaj uważnie instrukcję – masz na tę czynność 5 minut, jeżeli są wątpliwości zapytaj nauczyciela.
2. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
3. Na rozwiązanie zadań masz 40minut.
4. W czasie rozwiązywania zadań nie możesz korzystać z żadnych pomocy.
5. Zaznacz poprawną odpowiedź zaczerpnijając właściwe pole w karcie odpowiedzi.
6. W przypadku pomyłki weź błędną odpowiedź w kółko i zaznacz właściwą.
7. W każdym zadaniu jest tylko jedna poprawna odpowiedź.
8. Po zakończeniu testu podnieś rękę i zaczekaj aż nauczyciel odbierze od Ciebie pracę.

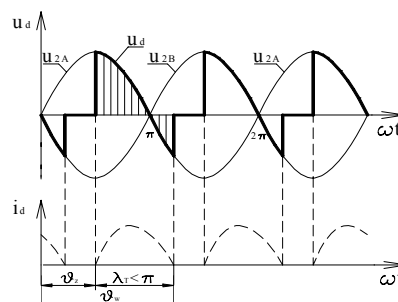
ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Prostownik sterowany w swoim obwodzie musi posiadać:
 - a) tyrystor,
 - b) diodę,
 - c) kondensator,
 - d) cewkę.

2. Falownik to układ, który zmienia:
 - a) napięcie stałe na stałe o innej wartości,
 - b) napięcie stałe na stałe,
 - c) napięcie stałe na zmienne,
 - d) napięcie zmienne na zmienne o innej wartości.
3. Schemat przedstawiony poniżej to układ:
 - a) prostownika dwupulsowego,
 - b) sterownika jednofazowego,
 - c) prostownika jednopulsowego,
 - d) przerywacza prądu stałego.



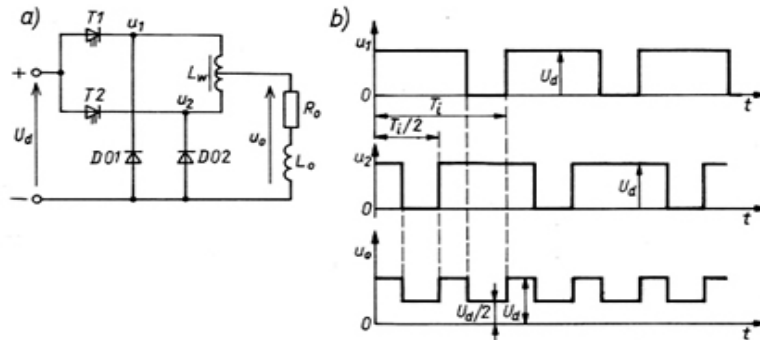
4. Obwód główny przekształtnika tyrystorowego to:
 - a) obwód bramkowy,
 - b) obwód anoda-katoda-dioda zerowa,
 - c) obwód bramkowy-dioda zerowa,
 - d) obwód anoda-obciążenie-katoda.
5. Prostownik to układ o komutacji:
 - a) naturalnej i wymuszonej,
 - b) wymuszonej,
 - c) naturalnej lub wymuszonej,
 - d) naturalnej.
6. Przebiegi przedstawione poniżej przedstawiają:
 - a) przebiegi dla obciążenia R prostownika dwupulsowego,
 - b) przebiegi dla obciążenia RL prostownika jednopulsowego,
 - c) przebiegi dla obciążenia RL prostownika dwupulsowego,
 - d) przebiegi dla obciążenia R prostownika jednopulsowego



7. Współczynnik tętnień napięcia w prostowniku sterowanym zależy od:
 - a) rodzaju prostownika,
 - b) rodzaju obciążenia,
 - c) rodzaju prostownika i rodzaju obciążenia,
 - d) kąta załączenia tyrystora.

8. Schemat i przebiegi przedstawione poniżej to układ:

- falownika,
- prostownika,
- sterownika jednofazowego,
- przekształtnika obniżającego napięcie.



9. Współczynnik wypełnienia impulsów oblicza się ze wzoru:

- $D = \frac{t_z}{T_o}$,
- $D = \frac{t_z + 1}{T_o}$,
- $D = \frac{T_o}{t_z}$,
- $D = \frac{T_o + 1}{t_z}$.

10. Metoda modulacji szerokości impulsów PMW polega na:

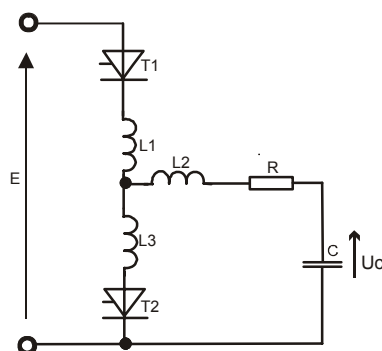
- zwiększaniu częstotliwości załączenia łącznika,
- zmianie proporcji między czasem załączenia i czasem wyłączenia łącznika,
- zwiększaniu czasu załączenia łącznika,
- zmianie okresu przełączania łącznika.

11. Napięcie wyjściowe w układzie przekształtnika prądu stałego zależy od:

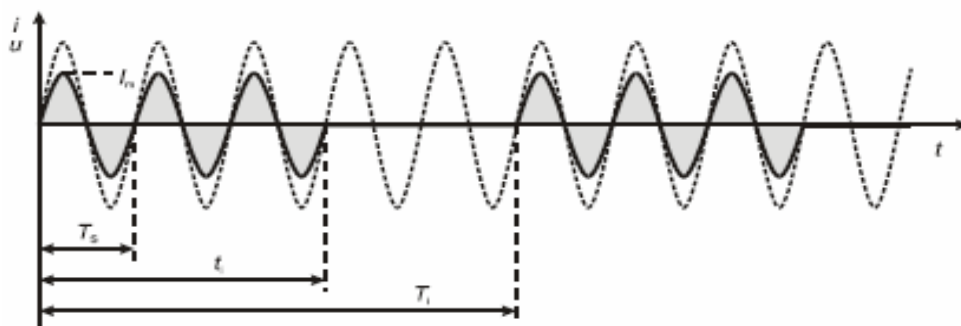
- napięcia wejściowego,
- współczynnika wypełnienia impulsów i rodzaju odbiornika,
- współczynnika wypełnienia impulsów i napięcia wejściowego,
- współczynnika wypełnienia impulsów.

12. Schemat układu przedstawia:

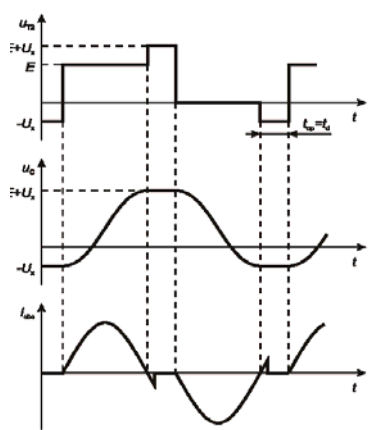
- falownik szeregowy,
- falownik równoległy,
- sterownik prądu zmiennego,
- prostownik.



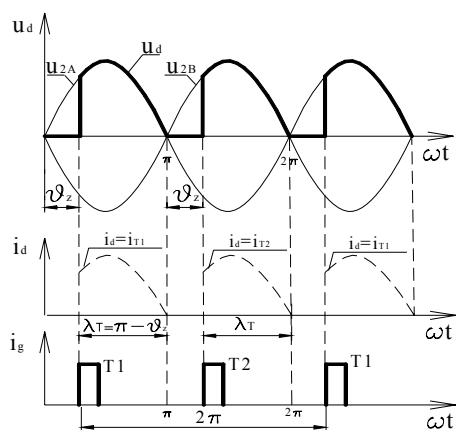
13. Główne parametry zaworu w układzie prostowniczym to:
- szczytowe napięcie wsteczne, szczytowe napięcie blokowania, kąt przewodzenia,
 - szczytowe napięcie wsteczne, szczytowe napięcie blokowania, wartość szczytowa powtarzalna prądu, maksymalna wartość średnia prądu,
 - wartość szczytowa powtarzalna prądu,
 - wartość szczytowa powtarzalna prądu, maksymalna wartość średnia prądu, kąt przewodzenia.
14. Przy montażu tyrystora na radiatorze miejsce styku należy nasmarować:
- kalafonią,
 - smarem zalecanym przez producenta,
 - pastą lutowniczą,
 - wazeliną zalecaną przez producenta.
15. Miejsce styku radiatora z tyrystorem należy oczyścić używając:
- wody destylowanej,
 - alkoholu,
 - wazeliny,
 - strumieniem sprężonego powietrza.
16. Układy pozwalające na ciągłą, bezstratną regulację wartości skutecznej prądu przemiennego to:
- falowniki prądu zmiennego,
 - prostowniki,
 - przekształtniki,
 - sterowniki prądu zmiennego.
17. Który z przebiegów obrazuje pracę sterownika jednofazowego prądu zmiennego z obciążeniem R:
-



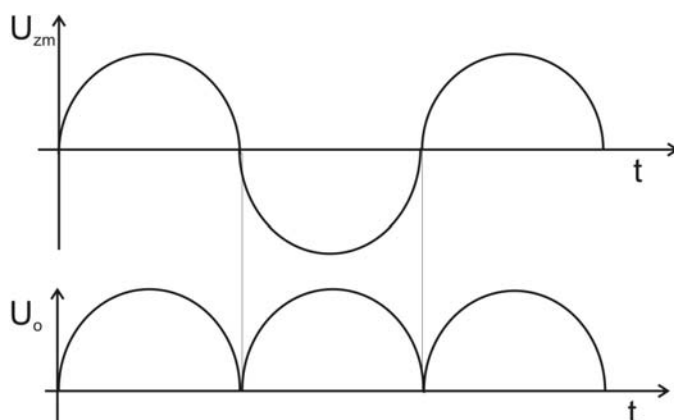
b)



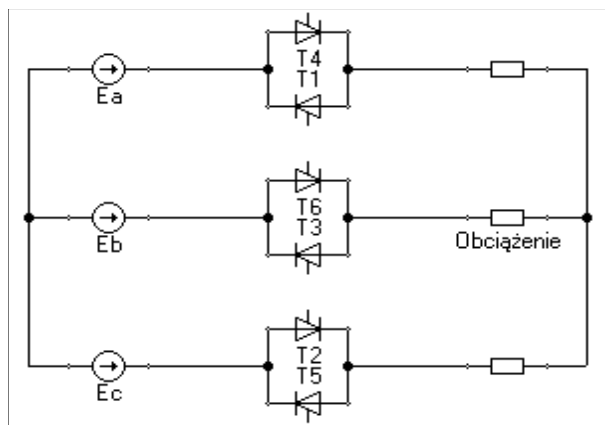
c)



d)



18. W układzie jak na rysunku napięcie na wybranej fazie odbiornika jest równe napięciu fazowemu w przypadku, gdy:
- nie przewodzi żaden z tyrystorów włączonych w fazie,
 - przewodzi jeden z tyrystorów rozpatrywanej fazy oraz któryś z pozostałych dwóch faz,
 - przewodzą tyrystory we wszystkich trzech fazach,
 - przewodzi tylko jeden z tyrystorów rozpatrywanej fazy.



19. Wartości parametrów wynikające z charakterystyk prądowo-napięciowych półprzewodnikowych przyrządów mocy odnoszą się do
- stanów ustalonych,
 - stanów nieustalonych,
 - stanów dynamicznych,
 - stanów dynamiczno-statycznych.
20. Połączenia równoległe tyrystorów wymagają zapewnienia równomierności rozplywu prądu na połączone ze sobą tyrystory. Uzyskuje się to przez zastosowanie:
- tyrystorów tego samego typu,
 - tyrystorów tego samego typu z włączonymi równoległe do nich dławików powietrznych,
 - tyrystorów różnego typu,
 - tyrystorów tego samego typu z włączonymi szeregowo z każdym z nich dławików powietrznych.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Montaż i badanie urządzeń energoelektronicznych

Zaznacz poprawną odpowiedź.

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

7. LITERATURA

1. Barlik R., Nowak M.: Technika tyrystorowa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1997
2. Barlik R., Nowak M.: Układy sterowania i regulacji urządzeń energoelektronicznych, WSiP, Warszawa 1998
3. Deja J.: ABC czegoś tam, Wydawnictwo, Kraków 1999
4. Fabijański P., Pytlak A., Świątek H.: Pracownia układów energoelektronicznych, WSiP Warszawa 2000
5. Januszewski S., Świątek H.: Miernictwo półprzewodnikowych przyrządów mocy, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1996
6. Luciński J.: Układy tyrystorowe, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1978
7. Nowak M., Barlik R.: Poradnik inżyniera energoelektronika, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1998
8. Tondos M.: Skrypty uczelniane AGH
9. Tunia H., Winiarski B.: Energoelektronika, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1994
10. Zawalny S.: Materiały opublikowane na stronach internetowych