



MINISTERSTWO EDUKACJI
i NAUKI



Anna Kemblowska
Krzysztof Kemblowski

Dobieranie i sprawdzanie elementów elektronicznych
311[08].O1.07

Poradnik dla nauczyciela

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2005

Recenzenci:

mgr Arkadiusz Sadowski

mgr inż. Anna Tapolska

Opracowanie redakcyjne:

mgr Katarzyna Maćkowska

Konsultacja:

dr Bożena Zając

Korekta:

mgr inż. Jarosław Sitek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[08].O1.07 Dobieranie i sprawdzanie elementów elektronicznych 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. Przykładowe scenariusze zajęć	6
5. Ćwiczenia	11
5.1. Elementy bierne	11
5.1.1. Ćwiczenia	11
5.1.2. Sprawdzian postępów	13
5.2. Diody prostownicze i stabilizacyjne	13
5.2.1. Ćwiczenia	13
5.2.2. Sprawdzian postępów	14
5.3. Tranzystory i tyrystory	14
5.3.1. Ćwiczenia	14
5.3.2. Sprawdzian postępów	16
5.4. Elementy optoelektroniczne	16
5.4.1. Ćwiczenia	16
5.4.2. Sprawdzian postępów	17
5.5. Zasady montażu i demontażu elementów elektronicznych	17
5.5.1. Ćwiczenia	17
5.5.2. Sprawdzian postępów	20
6. Ewaluacja osiągnięć ucznia	21
7. Literatura	33

1. WPROWADZENIE

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

W poradniku zamieszczono:

- scenariusze zajęć,
- ćwiczenia wraz z instrukcjami,
- pytania sprawdzające,
- narzędzia pomiaru dydaktycznego.

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

W trakcie realizacji jednostki modułowej będzie dominować: grupowa jednolita, indywidualna praca uczniów.

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej uczeń powinien umieć:

- definiować podstawowe prawa i zależności dotyczące prądu stałego i zmiennego,
- stosować podstawowe prawa i zależności dotyczące obwodów prądu stałego i zmiennego,
- posługiwać się podstawowymi przyrządami i elektronicznym sprzętem pomiarowym,
- posługiwać się schematami elektrycznymi ideowymi i montażowymi,
- opracować wyniki pomiarów wykorzystując technikę komputerową,
- stosować zasady bhp i ochrony ppoż. obowiązujące na stanowisku pracy.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji ćwiczeń podanych w poradniku 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,
- oceniać stan techniczny elementów elektronicznych na podstawie oględzin i pomiarów,
- wyznaczać na podstawie pomiarów charakterystyki prądowo-napięciowe podstawowych elementów elektronicznych,
- interpretować charakterystyki prądowo-napięciowe elementów elektronicznych,
- 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,
- opracować wyniki pomiarów wykorzystując technikę komputerową,
- stosować zasady bhp i ochrony ppoż. obowiązujące na stanowisku pomiarowym.

4. PRZYKŁADOWE SCENARIUSZE ZAJĘĆ

Scenariusz zajęć nr 1

Osoba prowadząca.....

Modułowy program nauczania: Technik elektryk 311[08]

Moduł: Podstawy elektrotechniki i elektroniki 311[08].O1.

Jednostka modułowa: Dobieranie i sprawdzanie elementów elektronicznych 311[08].O1.07

Temat: Pomiary rezystancji

Cel ogólny: Kształtowanie umiejętności wyznaczania parametrów rezystorów.

Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- rozpoznać rezystory na podstawie wyglądu zewnętrznego, oznaczeń na nich stosowanych oraz na schematach,
- rozróżniać funkcje rezystorów w układach elektronicznych,
- charakteryzować podstawowe parametry rezystorów,
- zmierzyć podstawowe parametry rezystorów,
- skorzystać z literatury i kart katalogowych elementów elektronicznych dotyczących rezystorów,
- stosować podstawowe prawa i zależności dotyczące obwodów prądu stałego i zmiennego,
- opracować wyniki pomiarów wykorzystując technikę komputerową,
- stosować zasady bhp i ochrony ppoż. obowiązujące na stanowisku pomiarowym.

Metody nauczania–uczenia się:

- pokaz z objaśnieniem,
- ćwiczenie praktyczne.

Formy organizacyjne pracy uczniów:

- praca w grupach 2–3 osobowych.

Czas:

- 135 minut.

Środki dydaktyczne:

- stanowisko multimedialne wyposażone w wideoprojektor i specjalistyczne oprogramowanie,
- stanowiska laboratoryjne wyposażone: w zestawy rezystorów różnej rezystancji i mocy, woltomierze i amperomierze prądu stałego, zasilacze prądu stałego, mostki RLC, omomierze,
- karty katalogowe z kodem barwnym rezystorów.

Przebieg zajęć:

1. Sprawy organizacyjne.
2. Wprowadzenie i uświadomienie celów zajęć – 20 minut.
 - Nauczyciel zapoznaje uczniów z zasadami bhp obowiązującymi na stanowisku pracy.
 - Nauczyciel omawia sposób posługiwania się kartami katalogowymi i kodem barwnym rezystorów.
 - Nauczyciel omawia sposób posługiwania się mostkiem RLC.
 - Nauczyciel omawia podstawowe parametry rezystorów i metod ich pomiaru,
3. Realizacja ćwiczenia – 90 minut.
 - Uczniowie organizują stanowiska pracy.
 - Uczniowie wykonują ćwiczenie zgodnie z instrukcją,
 - Nauczyciel nadzoruje prace uczniów.
 - Uczniowie dokonują opracowania wyników pomiaru.
4. Podsumowanie zajęć – 15 minut.
 - Przedstawiciel grupy prezentuje wyniki pracy całego zespołu.
 - Przeprowadza analizę wykonanych pomiarów.
5. Ocena poziomu osiągnięć uczniów i ocena ich aktywności – 10 min.
 - Nauczyciel obserwuje czynności i zachowania indywidualne uczniów i poszczególnych grup podczas wykonywania ćwiczenia.
 - Nauczyciel ocenia prawidłowość i estetykę wykonania ćwiczenia.

Instrukcja stanowiskowa

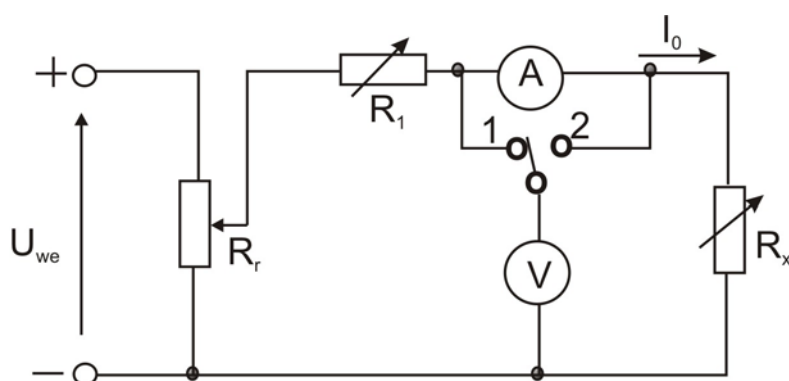
Zmierz rezystancję danego elementu:

- metodą techniczną,
- metodą mostkową,
- omomierzem.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) połączyć układ pomiarowy według schematu,



Rys. 4.1.5. Schemat układu pomiarowego [1]

- 2) dobrać przyrządy pomiarowe,
- 3) dobrać metodę pomiaru rezystancji,
- 4) wykonać pomiary rezystancji kilku rezystorów połączonych w różnych konfiguracjach,
- 5) obliczyć wartość rezystancji mierzonych,
- 6) dokonać pomiaru rezystancji omomierzem,
- 7) dokonać pomiaru rezystancji mostkiem,
- 8) porównać rezystancje obliczone z zmierzonymi.

Zakończenie zajęć

Praca domowa:

Wykonaj sprawozdanie z wykonanego ćwiczenia.

Sposób uzyskania informacji zwrotnej od ucznia po zakończonych zajęciach:

- anonimowe ankiety ewaluacyjne dotyczące zdobytych umiejętności.

Scenariusz zajęć nr 2

Osoba prowadząca.....

Modułowy program nauczania: Technik elektryk 311[08]

Moduł: Podstawy elektrotechniki i elektroniki 311[08].O1.

Jednostka modułowa: Dobieranie i sprawdzanie elementów elektronicznych 311[08].O1.07

Temat: Badanie tranzystora bipolarnego

Cel ogólny: Kształtowanie umiejętności wyznaczania parametrów tranzystora bipolarnego.

Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- rozpoznać tranzystory bipolarne na podstawie wyglądu zewnętrznego, oznaczeń na nich stosowanych oraz na schematach,
- charakteryzować podstawowe parametry tranzystorów,
- określać zastosowanie tranzystorów bipolarnych,
- mierzyć podstawowe parametry tranzystorów,
- oceniać stan techniczny tranzystorów na podstawie oględzin i pomiarów,
- wykreślać na podstawie pomiarów charakterystyki prądowo-napięciowe tranzystorów,
- interpretować charakterystyki prądowo- napięciowe tranzystorów,
- korzystać z literatury i kart katalogowych dotyczących tranzystorów,
- opracować wyniki pomiarów wykorzystując technikę komputerową,
- stosować zasady bhp i ochrony ppoż. obowiązujące na stanowisku pomiarowym.

Metody nauczania–uczenia się:

- pokaz z objaśnieniem,
- ćwiczenie praktyczne.

Formy organizacyjne pracy uczniów:

- praca w grupach 2-3 osobowych.

Czas:

- 135 minut.

Środki dydaktyczne:

- stanowisko multimedialne wyposażone w wideoprojektor i specjalistyczne oprogramowanie.
- stanowiska laboratoryjne wyposażone: w zestawy tranzystorów bipolarnych, woltomierze i amperomierze prądu stałego, zasilacze prądu stałego, rezystory nastawne, testery tranzystorów,
- karty katalogowe tranzystorów.

Przebieg zajęć:

3. Sprawy organizacyjne.
4. Wprowadzenie i uświadomienie celów zajęć – 20 minut.
 - Nauczyciel zapoznaje uczniów z zasadami bhp obowiązującymi na stanowisku pracy.
 - Nauczyciel omawia sposób posługiwania się kartami katalogowymi tranzystorów.
 - Nauczyciel omawia podstawowe parametry tranzystora i metody ich pomiaru,

3. Realizacja ćwiczenia – 90 minut.
 - Uczniowie organizują stanowiska pracy.
 - Uczniowie wykonują ćwiczenie zgodnie z instrukcją.
 - Nauczyciel nadzoruje prace uczniów.
 - Uczniowie dokonują opracowania wyników pomiaru.
4. Podsumowanie zajęć – 15 minut.
 - Przedstawiciel grupy prezentuje wyniki pracy całego zespołu.
 - Przeprowadza analizę wykonanych pomiarów.
5. Ocena poziomu osiągnięć uczniów i ocena ich aktywności – 10 min.
 - Nauczyciel obserwuje czynności i zachowania indywidualne uczniów i poszczególnych grup podczas wykonywania ćwiczenia.
 - Nauczyciel ocenia prawidłowość i estetykę wykonania ćwiczenia.

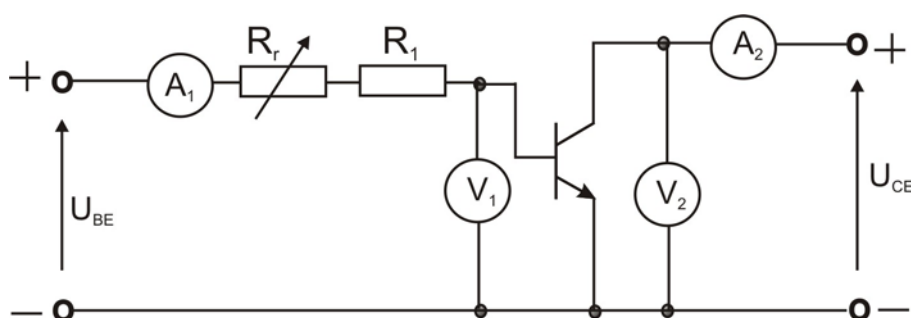
Instrukcja do ćwiczenia

Wyznacz charakterystyki i parametry tranzystora bipolarnego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) połączyć układ według schematu pomiarowego,



- 2) dobrać przyrządy pomiarowe,
- 3) wykonać pomiary prądów i napięć tranzystora,
- 4) wyznaczyć charakterystyki $I_c = f(U_{ce})$ przy $I_b = \text{const}$,
- 5) wyznaczyć charakterystyki $I_c = f(I_b)$ przy $U_{ce} = \text{const}$,
- 6) wyznaczyć charakterystyki $I_b = f(U_{be})$ przy $U_{ce} = \text{const}$,
- 7) wyznaczyć parametry tranzystora,
- 8) porównać parametry wyznaczone z katalogowymi.

Zakończenie zajęć

Praca domowa:

Wykonaj sprawozdanie z wykonanego ćwiczenia.

Sposób uzyskania informacji zwrotnej od ucznia po zakończonych zajęciach:

- anonimowe ankiety ewaluacyjne dotyczące zdobytych umiejętności.

5. ĆWICZENIA

5.1. Elementy bierne

5.1.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Zmierz rezystancję danego elementu:

- metodą techniczną,
- metodą mostkową,
- omomierzem.

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 według schematu,
- 2) dobrać przyrządy pomiarowe,
- 3) dobrać metodę pomiaru rezystancji,
- 4) wykonać pomiary rezystancji kilku rezystorów połączonych w różnych konfiguracjach,
- 5) obliczyć wartość rezystancji mierzonych,
- 6) dokonać pomiaru rezystancji omomierzem,
- 7) dokonać pomiaru rezystancji mostkiem,
- 8) porównać rezystancje obliczone ze zmierzonymi.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- zasilacz prądu stałego,
- woltomierz i amperomierz prądu stałego,
- mostek RLC,
- omomierz,
- zestaw rezystorów.

Ćwiczenie 2

Zmierz pojemność kondensatora:

- metodą techniczną,
- metodą mostkową.

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 według schematu,
- 2) dobrać przyrządy pomiarowe,
- 3) dobrać metodę pomiaru pojemności,
- 4) wykonać pomiary pojemności kilku kondensatorów połączonych w różnych konfiguracjach,
- 5) obliczyć wartość pojemności mierzonych,
- 6) dokonać pomiaru pojemności mostkiem,
- 7) porównać pojemności obliczone z zmierzonymi.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- zasilacz prądu zmiennego,
- woltomierz i amperomierz prądu zmiennego,
- mostek RLC,
- zestaw kondensatorów.

Ćwiczenie 3

Zmierz indukcyjność:

- metodą techniczną,
- metodą mostkową.

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 według schematu,
- 2) dobrać przyrządy pomiarowe,
- 3) dobrać metodę pomiaru indukcyjności,
- 4) wykonać pomiary indukcyjności kilku cewek połączonych w różnych konfiguracjach,
- 5) obliczyć wartość indukcyjności mierzonych,
- 6) dokonać pomiaru indukcyjności mostkiem,
- 7) porównać indukcyjności obliczone z zmierzonymi.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- zasilacz prądu zmiennego,
- zasilacz prądu stałego,
- woltomierz i amperomierz prądu stałego i zmiennego,
- mostek RLC,
- zestaw cewek.

5.1.2. Sprawdzian postępów

Uczeń potrafi:

- 1) zdefiniować parametry elementów biernych
- 2) obliczyć rezystancje rezystora w różnych konfiguracjach
- 3) obliczyć pojemności kondensatorów w różnych konfiguracjach
- 4) obliczyć indukcyjności cewek przy różnych połączeniach
- 5) zmierzyć parametry elementów biernych
- 6) ocenić stan techniczny elementów na podstawie oględzin i pomiarów
- 7) opracować wyniki pomiarów

Tak

☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐

Nie

☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐

5.2. Diody prostownicze i stabilizacyjne

5.2.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wyznacz charakterystykę prądowo-napięciową i parametry diody prostowniczej.

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 według schematu,
- 2) dobrać przyrządy pomiarowe,
- 3) wykonać pomiary prądu i napięcia w kierunku przewodzenia i zaporowym,
- 4) wyznaczyć charakterystykę prądowo-napięciową,
- 5) wyznaczyć parametry diody,
- 6) porównać parametry wyznaczone z katalogowymi.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- zasilacz prądu stałego,
- woltomierz i amperomierz prądu stałego,
- zestaw diod prostowniczych,
- rezystor ograniczający (dekadowy),
- katalog elementów elektronicznych.

Ćwiczenie 2

Wyznacz charakterystykę prądowo-napięciową i parametry diody stabilizacyjnej.

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 według schematu,
- 2) dobrać przyrządy pomiarowe,
- 3) wykonać pomiary prądu i napięcia w kierunku przewodzenia i zaporowym,
- 4) wyznaczyć charakterystykę prądowo-napięciową,
- 5) wyznaczyć parametry diody,
- 6) porównać parametry wyznaczone z katalogowymi.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- zasilacz prądu stałego,
- woltomierz i amperomierz prądu stałego,
- zestaw diod prostowniczych,
- rezystor ograniczający (dekadowy),
- katalog elementów elektronicznych.

5.2.2. Sprawdzian postępów

Uczeń potrafi:

- 1) zdefiniować parametry diody stabilizacyjnej
- 2) zdefiniować parametry diody prostowniczej
- 3) zmierzyć parametry diod
- 4) wyznaczyć charakterystyki diod
- 5) skorzystać z kart katalogowych diod
- 6) opracować wyniki pomiarów
- 7) zinterpretować charakterystyki prądowo-napięciowe diod
- 8) określić zastosowanie diod

Tak

Nie

☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐

5.3. Tranzystory i tyrystory

5.3.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wyznacz charakterystyki i parametry tranzystora bipolarnego.

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 według schematu pomiarowego,

- 2) pobrać przyrządy pomiarowe,
- 3) wykonać pomiary prądów i napięć tranzystora,
- 4) wyznaczyć charakterystyki $I_c = f(U_{ce})$ przy $I_b = \text{const}$,
- 5) wyznaczyć charakterystyki $I_c = f(I_b)$ przy $U_{ce} = \text{const}$,
- 6) wyznaczyć charakterystyki $I_b = f(U_{be})$ przy $U_{ce} = \text{const}$,
- 7) wyznaczyć parametry tranzystora,
- 8) porównać parametry wyznaczone z katalogowymi.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- zasilacze prądu stałego,
- woltomierze i amperomierze prądu stałego,
- rezystory ograniczające,
- katalog lub karty katalogowe.

Ćwiczenie 2

Wyznacz charakterystyki i parametry tyrystora.

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 według schematu pomiarowego,
- 2) dobrać przyrządy pomiarowe,
- 3) zanotować parametry katalogowe tyrystora,
- 4) wyznaczyć charakterystyki tyrystora $I_A = f(U_{AK})$ przy $I_G = \text{const}$ w stanie blokowania i przewodzenia dla różnych prądów bramki,
- 5) wyznaczyć parametry tyrystorów,
- 6) wyznaczyć prąd podtrzymania I_H ,
- 7) wyznaczyć charakterystykę prądowo-napięciową bramki,
- 8) wyznaczyć prąd I_{GT} i napięcie przełączające U_{GT} bramki,
- 9) przeprowadzić analizę błędów.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- zasilacze prądu stałego,
- mierniki uniwersalne,
- obciążenie obwodu głównego (rezystor, żarówka),
- rezystor regulowany,
- elementy badane (tyrystory),
- katalog lub karty katalogowe tyrystorów.

5.3.2 Sprawdzian postępów

Uczeń potrafi:

- 1) wymienić rodzaje tranzystorów
- 2) wymienić rodzaje tyrystorów
- 3) zdefiniować parametry tranzystora
- 4) zdefiniować parametry tyrystora
- 5) zmierzyć parametry tranzystora i tyrystora
- 6) wyznaczyć charakterystyki tranzystora i tyrystora
- 7) skorzystać z kart katalogowych
- 8) opracować wyniki pomiarów
- 9) zinterpretować charakterystyki prądowo-napięciowe
- 10) określić zastosowanie tranzystora i tyrystora

Tak

Nie

☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐

5.4. Elementy optoelektroniczne

5.4.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wyznacz parametry i charakterystyki elementów optoelektronicznych.

- diody LED,
- fotorezystora,
- fotodiody.

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) zanotować parametry katalogowe elementów,
- 2) połączyć układ według schematu układu pomiarowego,
- 3) wyznaczyć charakterystyki $I = f(U)$, $I = f(E_v)$,
- 4) wyznaczyć parametry diody,
- 5) zanalizować przebiegi charakterystyk,
- 6) połączyć układ według schematu układu pomiarowego,
- 7) wyznaczyć charakterystyki $I = f(U)$ przy $E_v = \text{const}$,
- 8) zanalizować przebiegi charakterystyk,
- 9) połączyć układ według schematu układu pomiarowego,
- 10) opisać kształt krzywych zaobserwowanych na ekranie oscyloskopu,
- 11) wyznaczyć charakterystyki $U_F / U_{F\max} = f(f)$,
- 12) zanalizować przebieg charakterystyk,
- 13) połączyć układ według schematu układu pomiarowego,
- 14) wyznaczyć charakterystyki $I = f(U)$ $E_v = 0$, $E_v > 0$, oraz $I = f(E_v)$,
- 15) zanalizować przebieg charakterystyk,
- 16) wyznaczyć parametry,

- 17) dobrać przyrządy pomiarowe,
- 18) przeprowadzić analizę błędów.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia praktyczne.

Środki dydaktyczne:

- zasilacz prądu stałego,
- mierniki uniwersalne,
- oscyloskop dwukanałowy,
- rezystory,
- miernik natężenia oświetlenia,
- elementy badane,
- katalog lub karty katalogowe elementów optoelektronicznych.

5.4.2. Sprawdzian postępów

Uczeń potrafi:

	Tak	Nie
1) sklasyfikować elementy optoelektroniczne	☐	☐
2) zdefiniować parametry elementów optoelektronicznych	☐	☐
3) objaśnić działanie elementów optoelektronicznych	☐	☐
4) dobrać metody pomiarowe do badania elementów optoelektronicznych	☐	☐
5) wyznaczyć parametry, charakterystyki elementów optoelektronicznych	☐	☐
6) zinterpretować charakterystyki elementów optoelektronicznych	☐	☐
7) posłużyć się kartami katalogowymi elementów optoelektronicznych	☐	☐
8) opracować wyniki pomiarów elementów optoelektronicznych	☐	☐
9) obsłużyć przyrządy pomiarowe	☐	☐
10) określić zastosowanie elementów optoelektronicznych	☐	☐

5.5. Zasady montażu i demontażu elementów elektronicznych

5.5.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Rozpoznaj elementy elektroniczne i określ ich parametry.

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 elementy elektroniczne na podstawie wyglądu,
- 2) pobrać elementy z magazynu według wykazu elementów,
- 3) określić ich parametry na podstawie oznaczeń,
- 4) skorzystać z katalogu lub karty katalogowej,
- 5) określić parametry na podstawie katalogu.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- magazyn elementów biernych i czynnych,
- wykaz elementów do pobrania,
- katalog lub karty katalogowe elementów,
- oznaczenia barwne rezystorów i kondensatorów.

Ćwiczenie 2

Rozpoznaj elementy elektroniczne na schemacie układu elektronicznego.

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) znać symbole elementów elektronicznych czynnych i biernych,
- 2) zidentyfikować elementy elektroniczne na podstawie schematu elektronicznego,
- 3) określić ich parametry na podstawie oznaczeń,
- 4) skorzystać z katalogu lub karty katalogowej,
- 5) określić parametry na podstawie katalogu,
- 6) przyporządkować elementy pobrane z magazynu z elementami na schemacie.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- magazyn elementów biernych i czynnych,
- katalog elementów,
- schematy ideowe różnych układów elektronicznych.

Ćwiczenie 3

Określ i zinterpretuj parametry elementów czynnych na podstawie ich charakterystyki.

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) znać charakterystyki diody prostowniczej, zenera, tranzystora bipolarnego i tyrystora,
- 2) zdefiniować ich parametry,
- 3) określić parametry na podstawie katalogu,
- 4) zidentyfikować na podstawie charakterystyki parametry elementów, na przykład napięcie blokowania tyrystora, maksymalny prąd diody zenera, maksymalne napięcie wsteczne diody prostowniczej,
- 5) zinterpretować, co wynika z zidentyfikowanych parametrów.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- charakterystyki elementów czynnych,
- katalog elementów czynnych.

Ćwiczenie 4

Wykonaj montaż i demontaż elementów elektronicznych.

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) zapoznać się ze schematem ideowym układu elektronicznego,
- 2) zapoznać się ze schematem montażowym układu elektronicznego,
- 3) zidentyfikować i pobrać elementy według wykazu (rys. 4.5.5),
- 4) pobrać narzędzia i przyrządy pomiarowe,
- 5) włożyć elementy w otwory płytki drukowanej,
- 6) uformować wyprowadzenia,
- 7) polutować elementy zgodnie z procedurą lutowania,
- 8) poobcinać wystające końcówki,
- 9) sprawdzić poprawność montażu,
- 10) usunąć błędy w montażu,
- 11) sprawdzić działanie układu,
- 12) wykonać demontaż wykonanego układu elektronicznego.

Zalecane metody nauczania–uczenia się:

- ćwiczenia.

Środki dydaktyczne:

- schemat ideowy układu elektronicznego,
- schemat montażowy układu elektronicznego,
- elementy elektroniczne,
- narzędzia do montażu i lutowania,
- przyrządy pomiarowe.

5.5.2. Sprawdzian postępów

Uczeń potrafi:

	Tak	Nie
1) zdefiniować parametry elementów biernych i czynnych	☐	☐
2) odczytać wartość rezystancji za pomocą kodu barwnego	☐	☐
3) odczytać wartość pojemności za pomocą kodu barwnego	☐	☐
4) zidentyfikować podstawowe elementy czynne i bierne	☐	☐
5) określić parametry na podstawie katalogu	☐	☐
6) ocenić stan techniczny elementów na podstawie oględzin i pomiarów	☐	☐
7) dobrać zamienniki elementów elektronicznych z katalogu	☐	☐
8) montować elementy na płycie drukowanej	☐	☐
9) lutować elementy z zachowaniem zasad bezpieczeństwa	☐	☐
10) demontować elementy elektroniczne z zachowaniem zasad bhp	☐	☐

6. EWALUACJA OSIĄGNIĘĆ UCZNIA

Przykłady narzędzi pomiaru dydaktycznego

Test 1

Test sumatywny z modułu dobieranie i sprawdzanie elementów elektronicznych pisemno-praktyczny

Punktacja zadań:

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

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

- niedostateczny – 0 – 4 pkt,
- dopuszczający – 5 – 8 pkt,
- dostateczny – 9 – 12 pkt,
- dobry – 13 – 16 pkt,
- bardzo dobry – 17 – 20 pkt,

Plan testu

Nr zadania	Cel operacyjny	Kategoria celu	Poziom wymagań
1.	Zdefiniować parametry tyrystora	A	P
2.	Dobrać przyrządy pomiarowe	C	P
3.	Łączyć układ na podstawie schematu	C	P
4.	Zmierzyć wielkości pozwalające wyznaczyć parametry tyrystora	C	P
5.	Wykreślić charakterystyki prądowo-napięciowe tyrystora	C	P
6.	Wyznaczyć parametry tyrystora	B	P
7.	Porównać praktycznie uzyskane parametry z katalogowymi	B	P
8.	Interpretować przebieg charakterystyk	C	P
9.	Zmodyfikować układ w celu zmniejszenia napięcia przełączającego	C	PP
10.	Sprawdzić poprawność modyfikacji	C	P
11.	Zanalizować pracę układu na podstawie uzyskanych pomiarów	C	PP
12.	Opracować wyniki pomiarów	C	P

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 min. 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 jednostki modułowej „Dobieranie i sprawdzanie elementów elektronicznych”. 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 12 zadań. Zadania od nr 1 do 7 wykonujesz według podanej kolejności.
6. Jeśli nie potrafiłbyś wykonać zadań od 8 do 10 przejdź do rozwiązania zadania 11.
7. Przeliczenie punktów na ocenę szkolną
 - niedostateczny – 0 – 4 pkt,
 - dopuszczający – 5 – 8 pkt,
 - dostateczny – 9 – 12 pkt,
 - dobry – 13 – 16 pkt,
 - bardzo dobry – 17 – 20 pkt,

Materialy dla ucznia:

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

Zestaw zadań testowych

1. Podaj definicje parametrów tyrystora:
 - napięcie przełączające bramki,
 - prąd podtrzymania,
 - maksymalne napięcie wsteczne tyrystora.(1 punkt)
2. Dobierz przyrządy pomiarowe w układzie pomiarowym do wyznaczania parametrów tyrystora.. (2 punkty)
3. Połącz układ do pomiaru parametrów tyrystora. (2 punkty)
4. Zmierz wielkości potrzebne do wyznaczenia tych parametrów. (2 punkty)
5. Narysuj charakterystyki prądowo-napięciowe tyrystora. (2 punkty)
6. Wyznacz parametry tyrystora. (1 punkt)
7. Porównaj uzyskane praktycznie parametry z parametrami katalogowymi. (1 punkt)
8. Zinterpretuj przebieg charakterystyk. (2 punkty)
9. Zmodyfikuj układ w celu uzyskania mniejszego napięcia przełączającego. (2 punkty)
10. Sprawdź poprawność modyfikacji. (1 punkt)
11. Zanalizuj pracę układu na podstawie uzyskanych wyników pomiarów. (2 punkty)
12. Na podstawie wykonanych pomiarów i obliczeń sporządź sprawozdanie. (2 punkty)

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 I_{GT} , I_H , U_{BR}			
		0	błędne			
2.	Dobór przyrządów pomiarowych	2	Dwa woltomierze i amperomierze prądu stałego			
		0	Z błędami			
3.	Połączenie układu pomiarowego	2	Połączenie układu do wyznaczania I_{GT} , I_H , U_{BR}			
		0	Z błędami			
4.	Pomiar wielkości	2	Pomiar I_{GT} , I_H , U_{BR}			
		1	Pomiar I_{GT} , I_H lub U_{BR}			
		0	Brak pomiarów lub pomiary błędne			
5.	Narysowanie charakterystyki	2	Narysowanie ch-ki $I_A=f(U_{AK})$ i oznaczenie I_H, U_{BR}			
		1	Narysowanie ch-ki $I_A=f(U_{AK})$ bez oznaczenie I_H, U_{BR}			
		0	błędne			
6.	Wyznaczenie parametrów	1	Wyznaczone parametry I_{GT} , I_H, U_{BR}			
		0	Nie wyznaczony żaden parametr lub błędy w wyznaczeniu			
7.	Porównanie parametrów z danymi technicznymi	1	Porównanie parametrów I_{GT} , I_H , U_{BR}			
		0	błędnie			
8.	Interpretacja przebiegu charakterystyk	2	Interpretacja przebiegu ch-k w stanie przewodzenia i zaporowym			
		0	Nieprawidłowo lub licznymi błędami			
9.	Modyfikacja układu w celu uzyskania mniejszego napięcia przełączającego U_D	2	Zmiana wartości I_{GT}			
		1	Błędy wpływają na działanie			
		0	Rażące błędy lub brak modyfikacji			

10.	Sprawdzenie modyfikacji zgodnie z założeniami	1	Wzrost I_{GT} wpływa na zmniejszenie się U_D			
		0	Błędnie			
11.	Analiza pracy układu	2	Analiza pracy na podstawie pomiarów i określenie jego parametrów			
		0	Z błędami			
12.	Sporządzenie sprawozdania	2	Sprawozdanie zawiera: schematy pomiarowe, wykaz przyrządów, obliczenia, charakterystyki, analizę pracy układu			
		0	Z błędami			
Suma						

Test 2

Test pisemny jednostopniowy do badań sumatywnych z zakresu „Dobieranie i sprawdzanie elementów elektronicznych”

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:

- dopuszczający – 8 pkt z poziomu P,
- dostateczny – 9 ÷ 12 pkt z poziomu P
- dobry – 13 ÷ 16 pkt z poziomu P ,
- bardzo dobry – 17 ÷ 20 pkt z poziomu P .

Plan testu

Nr zadania	Cel operacyjny (mierzone osiągnięcia uczniów)	Kategoria celu	Poziom wymagań	Poprawna odpowiedź
1. 3. 18.	Rozpoznać elementy elektroniczne na podstawie struktury, symboli, charakterystyk	A A A	P P P	1d 3d 18c
19.	Określić poprawną polaryzację układu OE	C	P	19b
2. 16.	Nazywać parametry diody prostowniczej i tranzystora	B B	P P	2a 16b
4. 7. 8. 17.	Obliczyć parametry elementu	C C C C	P P P P	4b 7b 8b 17d
5. 6.	Wyznaczyć parametry rezystora na podstawie kodu barwnego	C C	P P	5a 6d
9. 10. 11.	Dobrać parametry elementu	C C C	P P P	9c 10c 11a
12.	Scharakteryzować działanie elementu	C	P	12d
13. 14. 15.	Zastosować podstawowe prawa i zależności dotyczące obwodów prądu stałego	C C C	P P P	13b 14c 15b
20.	Interpretować charakterystyki prądowo-napięciowe elementów	C	P	20c

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 zaczerniając właściwe pole w karcie odpowiedzi.
4. W przypadku pomyłki bierze błędną odpowiedź w kółko i zaznacza właściwą.
5. W trakcie rozwiązywania testu uczeń nie może korzystać z żadnych pomocy.
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 tą czynność 5 minut, jeżeli są wątpliwości zapytaj nauczyciela.
2. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
3. Na rozwiązanie zadań masz 40 minut.
4. W czasie rozwiązywania zadań nie możesz korzystać z żadnych pomocy.
5. Zaznacz poprawną odpowiedź zaczerniając właściwe pole w karcie odpowiedzi.
6. W przypadku pomyłki weź złą 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.

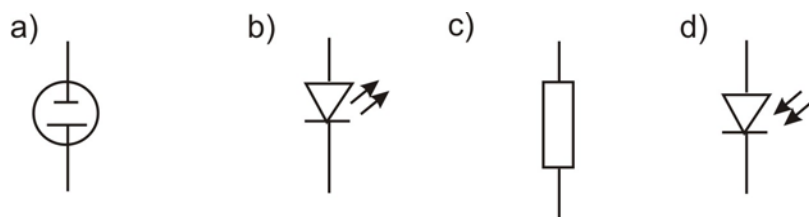
Materiały dla ucznia:

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

Powodzenia!

Zestaw zadań testowych

1. Który z podanych symboli elementów przedstawia fotodiode:



2. Parametry diody prostowniczej to:

- a) U_{Rm} , I_F ,
- b) I_Z , U_Z ,
- c) I_F , I_Z ,
- d) U_{Rm} , I_Z .

3. Strukturę czterowarstwową ma element:

- a) dioda,
- b) tranzystor,
- c) termistor,
- d) tyrystor.

4. Maksymalny prąd płynący przez rezystor o rezystancji $R = 100\Omega$ i mocy $P = 1W$ wynosi:

- a) 10 mA,
- b) 100mA,
- c) 1000mA,
- d) 1mA.

5. Rezystor oznaczono kodem barwnym: brązowy, czarny, czerwony, srebrny. Jaka wartość ma rezystor?

- a) $1k\Omega$ 10%,
- b) $47k\Omega$ 10%,
- c) $100k\Omega$ 10%,
- d) $1M\Omega$ 5%.

6. Jaki kod barwny będzie miał rezystor o rezystancji $R=470k\Omega$ 5%?

- a) żółty, pomarańczowy, fioletowy, złoty,
- b) żółty, pomarańczowy, fioletowy, srebrny,
- c) żółty, czerwony, fioletowy, złoty,
- d) żółty, fioletowy, żółty, złoty.

7. Pojemność zastępcza dwóch kondensatorów $C_1=10\mu F$ i $C_2=100\mu F$ wynosi:

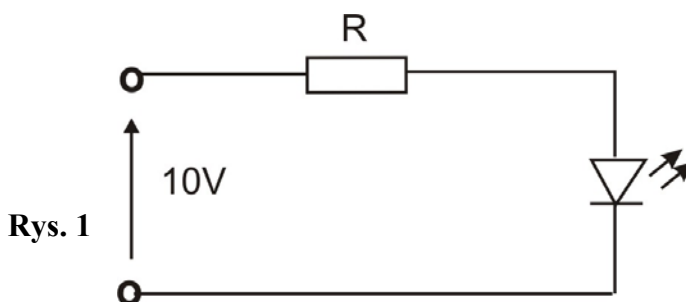
- a) $9\mu F$,
- b) $110\mu F$,
- c) $20\mu F$,
- d) $55\mu F$.

8. Z katalogu odczytano parametry diody Zenera: $P_z=250\text{mW}$, $U_z=10\text{V}$. Maksymalny prąd płynący przez diodę wynosi:

- a) $2,5\text{mA}$,
- b) 25mA ,
- c) 250mA ,
- d) 100mA .

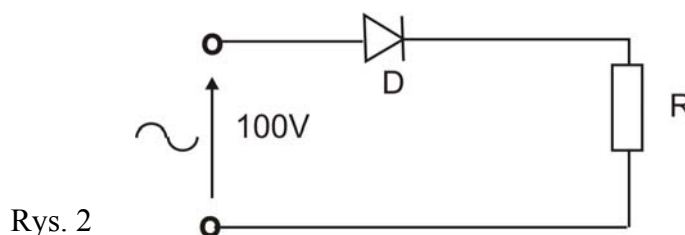
9. W układzie jak na rys.1 wartość rezystancji ograniczającej wynosi:

- a) 225Ω ,
- b) 125Ω ,
- c) 425Ω ,
- d) 635Ω .



10. Z katalogu odczytano parametry diody prostowniczej BYP401/100 $I_{\text{max}}=1\text{A}$, $U_R=100$. Ile powinna wynieść wartość rezystancji R w układzie jak na rys. 2?

- a) $10\text{k}\Omega$,
- b) 10Ω ,
- c) 100Ω ,
- d) $1\text{k}\Omega$.



11. O jakiej mocy rezystor należy zastosować w układzie jak na rysunku 2?

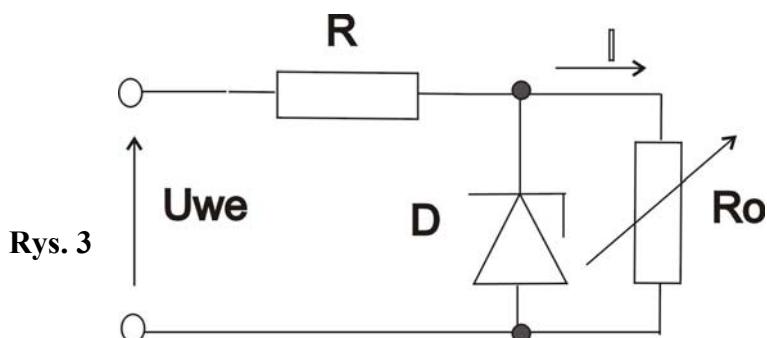
- a) 100W ,
- b) 1000W ,
- c) 10W ,
- d) 1W .

12. Tyrystor można wyłączyć przez:

- a) obniżenie do zera prądu bramki,
- b) zwiększenie prądu bramki,
- c) obniżenie do zera prądu włączającego,
- d) obniżenie do zera napięcia anodowego.

13. Oblicz wartość prądu I w obwodzie jak na rys. 3 Dane: $U_{\text{we}}=20\text{V}$, $R=50\Omega$, $R_o=100\Omega$, $P_z=1\text{W}$, $U_z=10\text{V}$:

- a) 1A ,
- b) $0,1\text{A}$,
- c) 10mA ,
- d) $0,2\text{A}$.



14. W układzie jak na rys. 3 obliczyć dopuszczalny zakres zmian rezystancji R_o

$U_{we} = 40 \text{ V}$, $R = 50 \Omega$, $P_z = 3 \text{ W}$, $U_z = 20 \text{ V}$, $I_{zmin} = 5 \text{ mA}$:

- a) $(59 - 109) \Omega$,
- b) $(19 - 79) \Omega$,
- c) $(39 - 49) \Omega$,
- d) $(209 - 309) \Omega$.

15. W układzie jak na rys. 3 napięcie wejściowe zmienia się w granicach od 20V do 40V.

Wartości pozostałych elementów: $U_z = 10\text{V}$, $I_{zmin} = 5\text{mA}$, $R_o = 100\Omega$, $R = 200\Omega$. Dobierz moc diody Zenera w układzie:

- a) 1W,
- b) 6W,
- c) 10W,
- d) 4W.

16. Która z podanych definicji h_{21E} tranzystora jest prawdziwa:

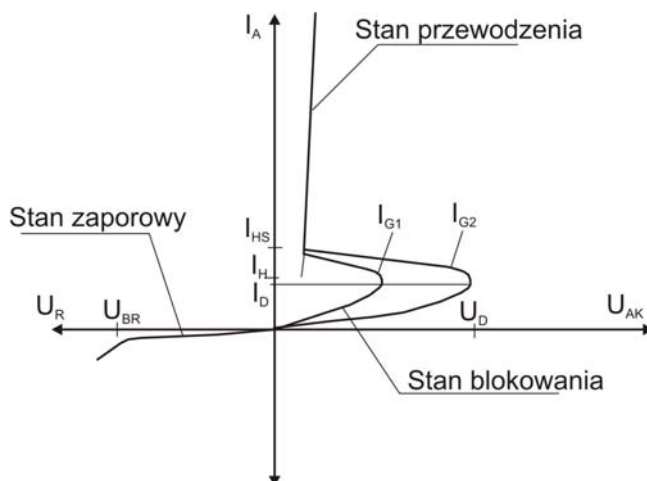
- a) $h_{21E} = \frac{\Delta U_c}{\Delta I_c}$,
- b) $h_{21E} = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_B}$,
- c) $h_{21E} = \frac{\Delta I_c}{\Delta U_c}$,
- d) $h_{21E} = \Delta I_c * \Delta U_c$.

17. Ile wynosi wartość współczynnika α jeśli β wynosi 100?

- a) 0,994,
- b) 0,985,
- c) 0,972,
- d) 0,990.

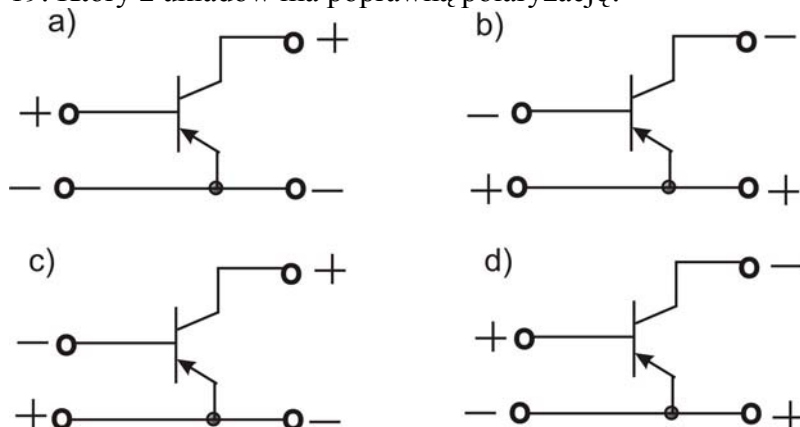
18. Rysunek 4 przedstawia charakterystykę pewnego elementu. Określ, którego elementu jest to charakterystyka:

- a) diody,
- b) tranzystora,
- c) tyrystora,
- d) fotoogniwa.



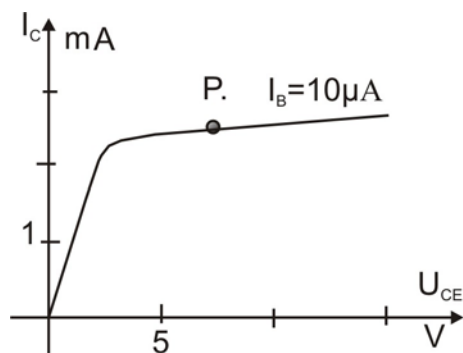
Rys.4

19. Który z układów ma poprawną polaryzację?



20. Na podstawie charakterystyki parametry punktu pracy wynoszą: P (I_c , U_{ce} , I_b):

- a) 2mA, 10V, 10 μ A,
- b) 2,5mA, 5V, 10 μ A,
- c) 2,5mA, 7,5V, 10 μ A,
- d) 3mA, 5V, 5 μ A.



KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Dobieranie i sprawdzanie elementów elektronicznych

Zaczernij prostokąt z poprawną odpowiedzi.

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

7. LITERATURA

1. Borczyński J., Dumin P., Mliczewski A.: Podzespoły elektroniczne poradnik. WKŁ, Warszawa 1990.
2. Chwaleba A., Moeschke B., Pilawski M.: Pracownia elektroniczna. WSiP, Warszawa 1996.
3. Chwaleba A., Moeschke B., Płoszajski G.: Elektronika. WSiP, Warszawa 1996.
4. Fabijański P., Pytlak A., Świątek H.: Pracownia układów energoelektronicznych. WSiP, Warszawa 2000.
5. Głocki W.: Układy cyfrowe. WSiP, Warszawa 1996.
6. Grabowski L.: Pracownia elektroniczna. WSiP, Warszawa 1997.
7. Parchański J.: Miernictwo elektroniczne. WSiP, Warszawa 1998.
8. Pióro B., Pióro M.: Podstawy elektroniki. WSiP, Warszawa 1997.
9. Sasal W.: Układy scalone serii UCY74LS/UCY74S. WKiŁ, Warszawa 1993.
10. TME, Katalog 2005 tom1 Electronic Components 2005.