

Instrukcja do ćwiczenia laboratoryjnego nr 11

Temat: Charakterystyki i parametry tyrystora

Cel ćwiczenia. *Celem ćwiczenia jest poznanie właściwości elektrycznych tyrystora.*

I. Wymagane wiadomości.

1. Podział półprzewodnikowych elementów przełącznikowych, kryteria podziału [ilość warstw, rodzaje charakterystyk $I(U)$].
2. Budowa warstwowa i zasada działania diody z podwójną bazą, dynistora, tyrystora. Wyjaśnienie zasady działania tyrystora w oparciu o model wynikający z połączenia dwóch tranzystorów.
3. Przełączanie w strukturze dynistora oraz elementu sterowanego przy pomocy prądu bramki.
4. Wyjaśnienie przebiegu charakterystyki $I_A = f(U_{AK})$, podział na zakresy, polaryzacja złącz w poszczególnych zakresach.
5. Sposoby włączania i wyłączania tyrystorów.
6. Czynniki wpływające na pracę tyrystorów.
7. Parametry elektryczne (np. I_H , czasy załączania i wyłączania).
8. Porównanie właściwości elektromechanicznych i elektronicznych elementów przełącznikowych.
9. Przykłady zastosowania tyrystorów.

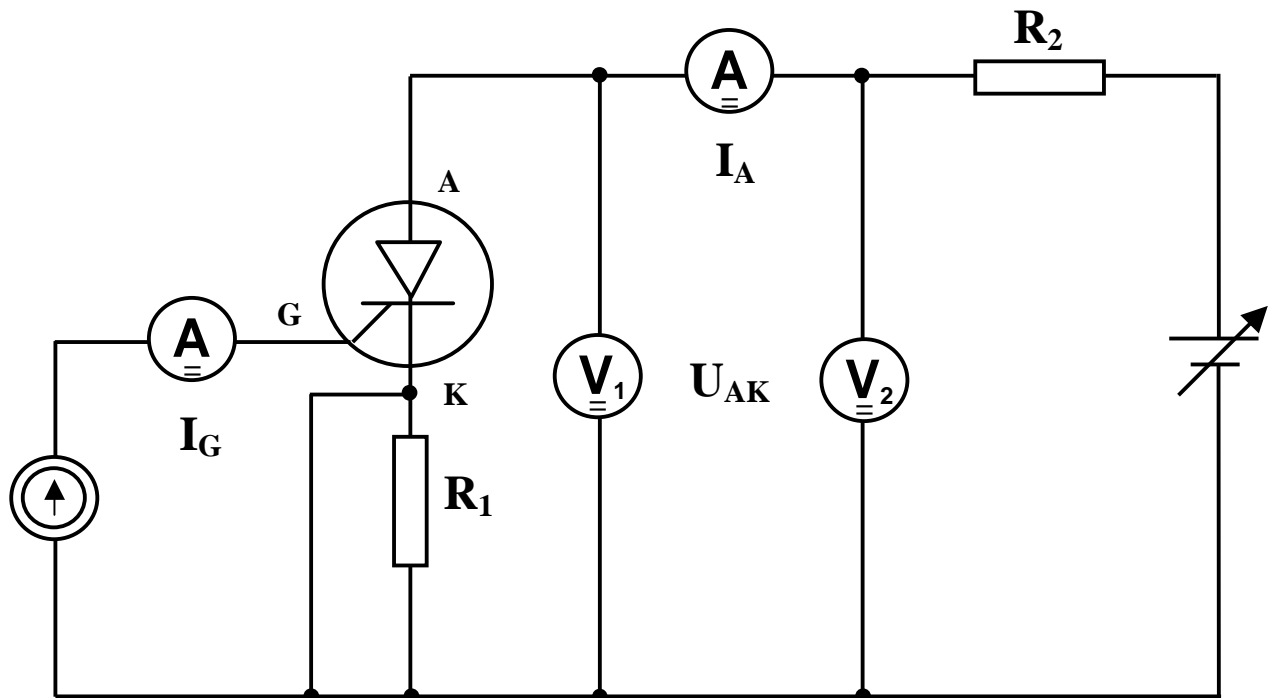
II. Wykonanie ćwiczenia.

1. Opis stanowiska pomiarowego.

W skład stanowiska do badania właściwości elektrycznych tyrystora wchodzi: przystawka pomiarowa, dwa zasilacze napięcia stałego, transformator obniżający zmienne napięcie sieciowe i współpracujący z autotransformatorem, oscyloskop dwukanałowy, mierniki prądu i napięcia. Wewnątrz przystawki znajduje się regulowane źródło prądowe służące do sterowania obwodem bramki oraz elementy zasilania obwodu anoda-katoda.

2. Pomiary charakterystyk statycznych tyrystora.

W układzie przedstawionym na rys. 1 przeprowadza się pomiary charakterystyki statycznej tyrystora $I_A = f(U_{AK})$ przy ustalonych wartościach prądu bramki I_G . W celu przeprowadzenia poprawnego pomiaru należy pamiętać o właściwym włączeniu przyrządów pomiarowych. W zakresie blokowania tyrystora, pomiar napięcia U_{AK} winien być przeprowadzany w punktach włączenia woltomierza V_2 . Poprawny pomiar tego napięcia w zakresie przewodzenia (po przełączeniu) należy przeprowadzać w punktach włączenia woltomierza V_1 .



Rys. 1. Układ do pomiaru charakterystyk statycznych tyrystora.

W układzie przedstawionym na rys.1 można również badać wpływ wartości prądu bramki na napięcie przełączenia tyrystora.

2.1. Pomiar charakterystyki głównej tyrystora $I_A = f(U_{AK})$.

1. Połączyć układ pomiarowy według schematu podanego na rys. 1.
2. Ustawić pokrętko regulacji prądu bramki I_G w skrajnym, lewym położeniu.
3. Wybrać zakresy pomiarowe na amperomierzach umożliwiające pomiar prądu o wartości **20 mA**.
4. Wybrać zakres pomiarowy woltomierza umożliwiający pomiar napięcia o wartości **30 V**.
5. Włączyć zasilacze napięcia stałego i przyrządy pomiarowe.

6. Dla odpowiednio wybranej wartości prądu bramki $I_{G(1)}$, zmierzyć wartości prądu I_A odpowiadające kolejnym wartościom napięcia U_{AK} , zmienianego w zakresie od 0 V do ustalonej przez prowadzącego zajęcia wartości. Dokonać pomiarów w zakresie blokowania i przewodzenia tyrystora.
7. Przeprowadzić podobne pomiary dla drugiej wartości prądu bramki $I_{G(2)}$.
8. Wyniki pomiarów umieścić w Sprawozdaniu nr 6, w tabeli 1.

2.2. Pomiar wartości napięcia przełączenia $U_{AK} = U_P$ w funkcji prądu bramki I_G .

Badanie wpływu prądu bramki na napięcie przełączenia tyrystora można przeprowadzać dwoma sposobami. *I* - Po ustaleniu wartości napięcia $U_{AK} = U_{AK(1)}$ zwiększać prąd bramki I_G od wartości minimalnej do wartości, przy której nastąpi przełączenie tyrystora (gwałtowny wzrost prądu anodowego). *II* - Po ustaleniu wartości prądu bramki $I_G = I_{G(1)}$ zwiększać napięcie U_{AK} od 0 V do wartości, przy której nastąpi przełączenie tyrystora (gwałtowny spadek napięcia anodowego).

1. Wykonać czynności opisane w podpunktach 1-5, zawartych w **p.2.1** instrukcji.
2. Postępując np. według *I* sposobu pomiaru, ustalić wartość napięcia $U_{AK(1)} = 1\text{ V}$, a następnie zwiększać prąd bramki I_G od wartości minimalnej do wartości, przy której nastąpi przełączenie tyrystora. Jako wartość napięcia przełączenia przyjmuje się $U_P = U_{AK(1)}$.
3. Powtórzyć pomiary dla kilku kolejnych wartości napięcia $U_{AK(m)}$ uzgodnionych z prowadzącym zajęcia.
4. Wyniki pomiarów umieścić w Sprawozdaniu nr 6, w tabeli 2.

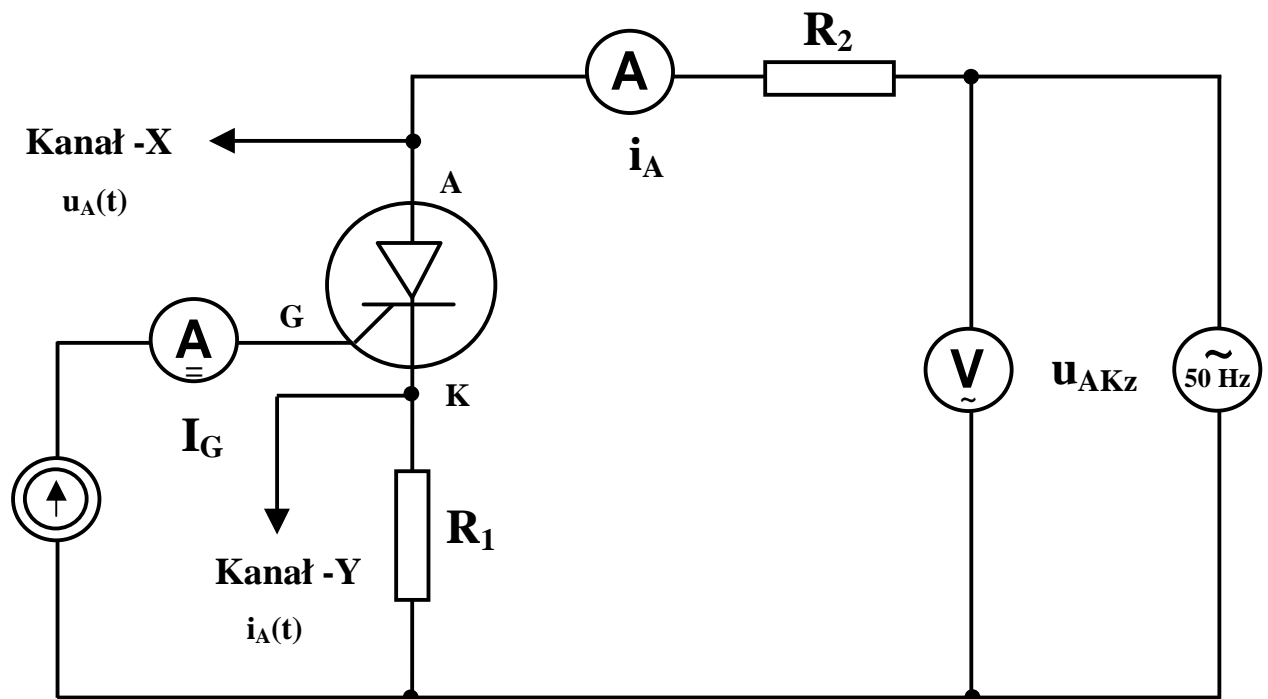
3. Obserwacje charakterystyk tyrystora.

W układzie pomiarowym przedstawionym na rys. 2, w którym obwód **A-K** zasilany jest sygnałem sinusoidalnym o częstotliwości 50 Hz, dokonuje się: obserwacji charakterystyk statycznych tyrystora $I_A = f(U_{AK})$; przebiegów czasowych prądu anodowego $i_A(t)$ oraz napięcia $u_{AK}(t)$.

3.1. Obserwacja charakterystyki prądowo-napięciowej tyrystora $I_A = f(U_{AK})$.

1. Połączyć układ pomiarowy zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 2.
2. Ustawić pokrętkę regulacyjną autotransformatora na wartość minimalną (skrajne lewe położenie).
3. Ustawić pokrętkę regulacji prądu bramki w skrajnym lewym położeniu.

4. Wybrać zakresy pomiarowe amperomierzy umożliwiające pomiar prądu o wartości **20 mA**.
5. Wybrać zakres woltomierza umożliwiający pomiar napięcia zmiennego o wartości **30 V**.
6. Włączyć zasilanie przystawki pomiarowej oraz mierniki.
7. Włączyć oscyloskop i zgodnie z instrukcją fabryczną **dokonać wstępnych ustawień dla trybu pracy X-Y**. Wybrać odpowiednie czułości napięciowe na obu kanałach. (Przykładowo: kanał **A**: 2 V/cm, kanał **B**: 50 mV/cm, podstawa czasu np. 5 ms/cm).
8. Przy pomocy pokrętki autotransformatora ustawić napięcie zasilana anody $u_{AKz} = 10 \text{ V}$. Obserwować przebieg na oscyloskopie.
9. Zwiększać wartość prądu bramki I_G do chwili uzyskania na ekranie oscyloskopu obrazu całej charakterystyki anodowej tyrystora.
10. Zmieniając wartości napięcia anodowego oraz prądu bramki zaobserwować ich wpływ na charakterystykę tyrystora.



Rys. 2. Układ do obserwacji charakterystyk tyrystora.

3.2. Obserwacja przebiegów czasowych prądu i napięcia anodowego podczas pracy tyrystora.

1. Przeprowadzić czynności podane wyżej w podpunktach 1-9, zawartych w **p.3.1** instrukcji. Na ekranie oscyloskopu powinna być widoczna charakterystyka anodowa tyrystora w stanie **zaporowym, blokowania i przewodzenia**. Przerysować charakterystykę na papierze milimetrowym.

2. Postępując zgodnie z instrukcją fabryczną oscyloskopu zmienić jego ustawienia w celu umożliwienia obserwacji czasowych przebiegów napięcia i prądu anodowego. Dokonać wstępnych ustawień dla pracy normalnej oscyloskopu. Wybrać odpowiednią czułość napięciową i podstawę czasu.
3. Ustawić rodzaj pracy - **A** (przez wciśnięcie odpowiedniego klawisza). Przycisk **PRACA** ustawić w położeniu **NORM** (klawisz wyciśnięty).
4. Na ekranie oscyloskopu powinien pojawić się przebieg napięcia $u = f(t)$ odpowiadający stanowi pracy tyrystora w danych momentach czasowych. Przy braku stabilności obrazu należy posłużyć się pokrętką synchronizacji.
5. Przerysować obserwowany przebieg napięcia na papier milimetrowy.
6. Zmienić rodzaj pracy na - **B**. Na ekranie oscyloskopu powinien pojawić się przebieg prądu $i = f(t)$.
7. Przerysować przebieg prądu pod przebiegiem napięcia, zachowując zależności fazowe przebiegu prądu i napięcia.
8. Zmienić tryb pracy na **PRACA X-Y** (klawisz wciśnięty). Na ekranie powinna pojawić się charakterystyka prądowo-napięciowa tyrystora w stanie zaporowym, blokowania i przewodzenia.
9. Zmniejszyć nieznacznie wartość prądu bramki tak, aby tyrystor pracował w stanie **zaporowym i blokowania**. Zaobserwować i wykreślić przedstawioną na ekranie charakterystykę.
10. **Powtórzyć czynności wyżej opisane w podpunktach 3-7.**
11. Zmienić tryb pracy na **PRACA X-Y** (klawisz wciśnięty). Na ekranie powinna pojawić się charakterystyka prądowo-napięciowa tyrystora w zakresie blokowania i zaporowym.
12. Zwiększyć nieznacznie wartość prądu tak, aby tyrystor był w stanie **zaporowym i przewodzenia**. Zaobserwować i wykreślić charakterystykę przedstawioną na ekranie.
13. **Powtórzyć czynności wyżej opisane w podpunktach 3-7.**
14. Zmienić tryb pracy na **PRACA X-Y** (klawisz wciśnięty). Na ekranie powinna pojawić się charakterystyka prądowo-napięciowa tyrystora w zakresie przewodzenia i zaporowym.

4. Wyłączanie układu pomiarowego.

1. Zmniejszyć wartość napięcia u_{Akz} do zera ustawiając pokrętkę autotransformatora w skrajnym lewym położeniu. Odłączyć zasilanie autotransformatora od sieci.

2. Zmniejszyć wartość prądu bramki do I_G do minimalnej ustawiając pokrętkę regulacyjną w skrajnym lewym położeniu.
3. Wyłączyć: oscyloskop, zasilacz, mierniki prądu i napięcia.

III. Opracowanie wyników.

1. Wykreślić charakterystykę tyrystora $I_A = f(U_{AK})$.
2. Określić wartość prądu podtrzymania I_H .
3. Wykreślić przebieg napięcia przełączania U_P w funkcji prądu bramki I_G .
4. Na podstawie przerysowanych z ekranu oscyloskopu przebiegów czasowych prądu i napięcia anodowego opisać zjawiska występujące w tyrystorze w poszczególnych zakresach pracy.