



## Ćw. 10. Tyrystor

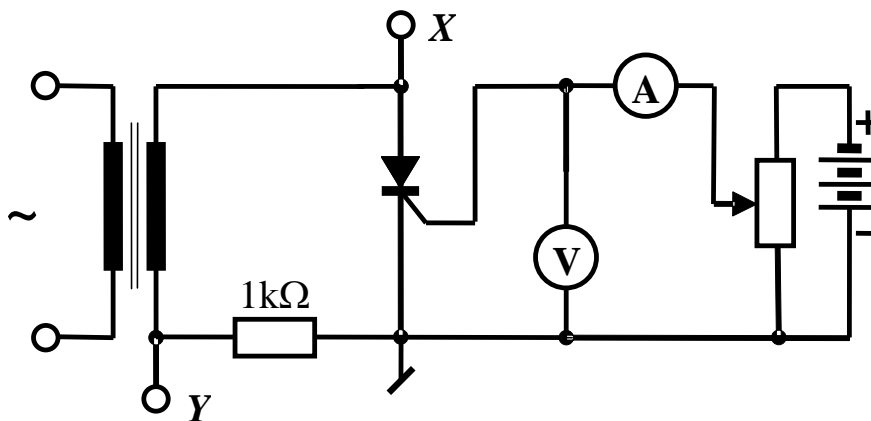
### Cel ćwiczenia

Wykonanie pomiarów oscyloskopowych przebiegów napięciowych na wyjściu prostownika jedno- i dwupołówkowego oraz zbadanie wpływu elementów **R** i **C** na uzyskane przebiegi.

**Część A: Pomiary oscyloskopowe charakterystyk prądowo – napięciowych tyrystora oraz przebiegów czasowych napięć  $U_{A-K}$  i  $U_Y$  w stanie blokowania i w stanie przewodzenia.**

### Układ pomiarowy

Pomiary wykonuje się w układzie przedstawionym na Rys. 1. Napięcie z gniazda Y, które jest równe spadkowi napięcia na rezystorze  $1k\Omega$  jest proporcjonalne do prądu  $I$  płynącego przez tyrystor  $U_Y = 1k\Omega \cdot I$ . Napięcie z gniazda X jest równe spadkowi napięcia  $U_{A-K}$  między anodą i katodą tyrystora. Amperomierz (pomiar DC A multimetrem BRYMEN) mierzy prąd bramki zaś woltomierz (pomiar DC V multimetrem BRYMEN) napięcie bramka - katoda.



Rysunek 1. Układ do obserwacji charakterystyk I-V tyrystora w stanie blokowania i w stanie przewodzenia.

### Zadania do wykonania

1. Obserwacja charakterystyk prądowo – napięciowych tyrystora w stanie blokowania i w stanie przewodzenia.



1.1. Gniazda X i Y połączyć z wejściami CH1 i CH2 oscyloskopu. Na oscyloskopie ustawić:

- W menu sekcji TRIGGER na oscyloskopie ustawić źródło wyzwalania sygnału z generatora: *Source* → CH1.
- Wyłączyć generator podstawy czasu. W tym celu należy wyświetlić menu odchylenia poziomego *Time* przyciskiem *MENU* znajdującym się w sekcji HORIZONTAL. Następnie w opcji *Time Base* ustawić tryb wyświetlania X-Y.
- Ustawić obserwację przebiegów z obydwu kanałów CH1 i CH2
- W opcjach dla kanału CH1 wybrać funkcję *Invert* → OFF
- W opcjach dla kanału CH2 wybrać funkcję *Invert* → ON
- Ustawić czułość napięciową na kanale CH1 na wartość 10 V
- Ustawić czułość napięciową na kanale CH2 na wartość 500 mV
- Za pomocą przełącznika generatora podstawy czasu ustawić próbkowanie sygnału („sampling”) na 10kSa a następnie ustalić wartość prądu  $I_G$ .
- Punkty pomiarowe zbierać przy próbkowaniu równym 500kSa lub 1MSa.

1.2. Zwiększając napięcie bramka–katoda przy pomocy potencjometru, zaobserwować i zarejestrować charakterystykę w stanie blokowania i w stanie przewodzenia. W tym celu wybrać przycisk *Display* z menu płyty czołowej oscyloskopu a następnie w opcjach tej funkcji ustawić *Persist* → *Infinite*. Odczytać natężenie prądu bramki, przy którym tyrystor przechodzi w stan przewodzenia.

1.3. Zarejestrować charakterystyki  $I-V$  dla trzech różnych wartości prądów bramki, przy których widać, że tyrystor jest w stanie przewodzenia, np.:  $I_G = 24.4 \mu A$ ,  $I_G = 24.8 \mu A$  i  $I_G = 25.5 \mu A$ .

2. Obserwacja przebiegów czasowych napięcia  $U_{A-K}$  i  $U_Y$  w stanie blokowania i w stanie przewodzenia.

2.1. Ustawienia oscyloskopu:

- Włączyć generator podstawy czasu (wyświetlić menu odchylenia poziomego *Time* przyciskiem *MENU* znajdującym się w sekcji HORIZONTAL. Następnie w opcji *Time Base* ustawić tryb wyświetlania Y-T).
- Ustawić przełącznik generatora podstawy czasu na wartość 2 lub 5 ms.
- Ustawić czułość napięciową na kanale CH1 i CH2 na wartość 10V. Pozostałe ustawienia bez zmian.



2.2. Zarejestrować przebiegi czasowe napięć  $U_{A-K}$  i  $U_Y$  dla kilku różnych wartości prądów bramki  $I_G$  w zakresie wartości od ok.  $23 \mu A$  do  $29 \mu A$ , tj. dla różnych czasów włączenia tyrystora. Czas ten mierzy się poprzez odczyt na osi czasowej generatora podstawy czasu oscyloskopu.

### Opracowanie wyników

- 1) Narysować oscylogramy  $I-V$ . Przypisać osiom  $I$  i  $V$  jednostki. Wyznaczyć wartości: napięć przełączania tyrystora ( $U_B$ ), prądów włączenia tyrystora ( $I_{IN}$ ) oraz prądów podtrzymania ( $I_H$ ).
- 2) Narysować oscylogramy przebiegów czasowych  $U_{A-K}$  i  $U_Y$ . Przypisać osiom  $U_{A-K}$ ,  $U_Y$  i osi czasowej jednostki.
- 3) Narysować oscylogramy przebiegów czasowych  $U_{A-K}$  i  $U_Y$ . Przypisać osiom  $U_{A-K}$ ,  $U_Y$  i osi czasowej jednostki. Wyznaczyć czas włączenia tyrystora. Obliczyć moc w obciążeniu dla kilku czasów włączenia tyrystora.

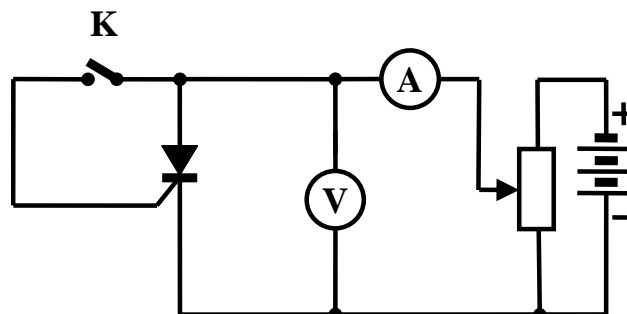
$$P = \frac{1}{TR_1} \int_{t_1}^{\frac{T}{2}} U_m^2 \cdot \sin^2 \left( 2\pi \cdot \frac{t}{T} \right) dt$$

$$P = \frac{U_m^2}{R_1} \cdot \left[ \frac{1}{4} - \frac{1}{2\pi} \cdot \left( \pi \cdot \frac{t_1}{T} - \frac{1}{4} \cdot \sin \left( 4\pi \cdot \frac{t_1}{T} \right) \right) \right]$$

gdzie  $t_1$  – czas włączenia tyrystora,  $U_m$  – maksymalne napięcie wyjściowe.

### Część B: Pomiary charakterystyk $I-V$ tyrystora w stanie przewodzenia i blokowania.

#### Układ pomiarowy



Rysunek 2. Układ do pomiaru charakterystyk statycznych  $I-V$  tyrystora w stanie przewodzenia.



## Zadania do wykonania

1. Zmierzyć charakterystykę  $I$ - $V$  tyrystora w stanie blokowania zmieniając napięcie  $U_{AK}$  w zakresie napięć od 0 - 12 V. Amperomierz ustawić na zakres  $\mu$ A.
2. Zmierzyć charakterystykę  $I$ - $V$  tyrystora w stanie przewodzenia. W tym celu:
  - amperomierz ustawić na zakres mA;
  - ustawić wartość napięcia  $U_{AK} = 1.5$  V;
  - załączyć tyrystor zwierając bramkę z anodą przyciskiem Z (klucz K);
  - zmierzyć charakterystykę  $I$ - $V$  zmniejszając przy pomocy potencjometru prąd tyrystora aż do wartości prądu podtrzymania ( $I_H$ ). Wyznaczyć wartość tego prądu.

## Opracowanie wyników

- 1) Narysować charakterystykę prądowo - napięciową dla tyrystora w stanie blokowania. Obliczyć niepewności pomiaru prądu i napięcia korzystając z formuł podanych w instrukcjach do multimetrów. Zaznaczyć niepewności pomiarowe na wykresie.
- 2) Narysować charakterystykę prądowo-napięciową dla tyrystora w stanie przewodzenia. Obliczyć niepewności pomiaru prądu i napięcia korzystając z formuł podanych w instrukcjach do multimetrów. Zaznaczyć niepewności pomiarowe na wykresie. Wyznaczyć wartość prądu podtrzymania  $I_H$ . Porównać wartość tego prądu z danymi katalogowymi badanego tyrystora.

## Materiały pomocnicze

1. Opis teoretyczny do ćwiczenia.

Opracowanie: Z. Gumienny, E. Popko, E. Zielony