

# **ĆWICZENIE 24**

## **ELEMENTY OPTOELEKTRONICZNE**

### **Cel ćwiczenia**

Ćwiczenie umożliwia zapoznanie się z wybranymi elementami optoelektronicznymi oraz przedstawia ich zastosowanie.

### **Program ćwiczenia:**

1. Wiadomości wstępne.
  - 1.1. Diody elektroluminescencyjne.
  - 1.2. Fotoogniwa.
  - 1.3. Fotorezystory i fotodiody.
  - 1.4. Fototranzystory i transoptory.
  
2. Wykonanie pomiarów.
  - 2.1. Badanie charakterystyki diody elektroluminescencyjnej.
  - 2.2. Badanie fotoogniwa.
  - 2.3. Badanie fotorezystora w układzie sterowania.
  - 2.4. Badanie układu sprzężenia optycznego z fotodiodą.
  - 2.5. Badanie transoptora w układzie wyłącznika.
  
3. Uwagi i wnioski

# 1. Wiadomości wstępne

## 1.1. Diody elektroluminescencyjne.

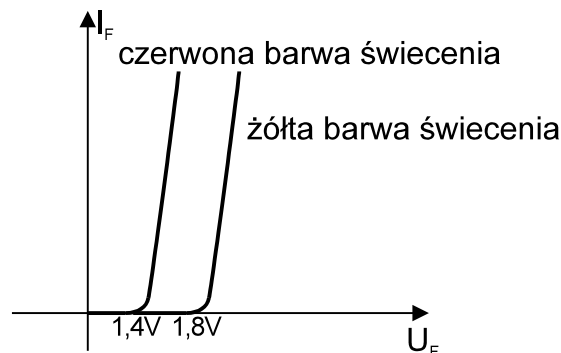
Dioda elektroluminescencyjna jest diodą, która emituje promieniowanie widzialne lub podczerwone.

Diody elektroluminescencyjne mają charakterystyki prądowo-napięciowe jak diody zwykłe, lecz napięcie progowe jest wyższe i wynosi od około 1 do 1,8 V.

Diody wykonane z arsenku galu (GaAs) emitują promieniowanie podczerwone; z arsenku-fosforu galu, w zależności od ilości fosforu, światło czerwone lub żółte.

Diody elektroluminescencyjne należą do diod z rekombinacją bezpośrednią. W diodzie takiej spolaryzowanej w kierunku przewodzenia elektrony z pasma przewodnictwa przechodzą do pasma walencyjnego. Energia elektronu jest oddawana w postaci światła.

Charakterystyki diod elektroluminescencyjnych przedstawiono na rys.1.



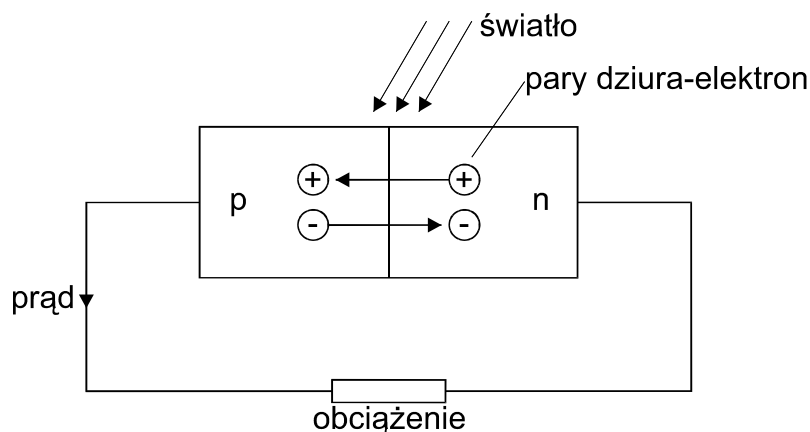
Rys.1. Charakterystyki diod elektroluminescencyjnych.

## 1.2 Fotoogniwa.

Fotoogniwo jest najstarszym elementem optoelektronicznym wypartym następnie przez doskonalsze przyrządy jak: fotorezystor, fotodioda i fototranzystor.

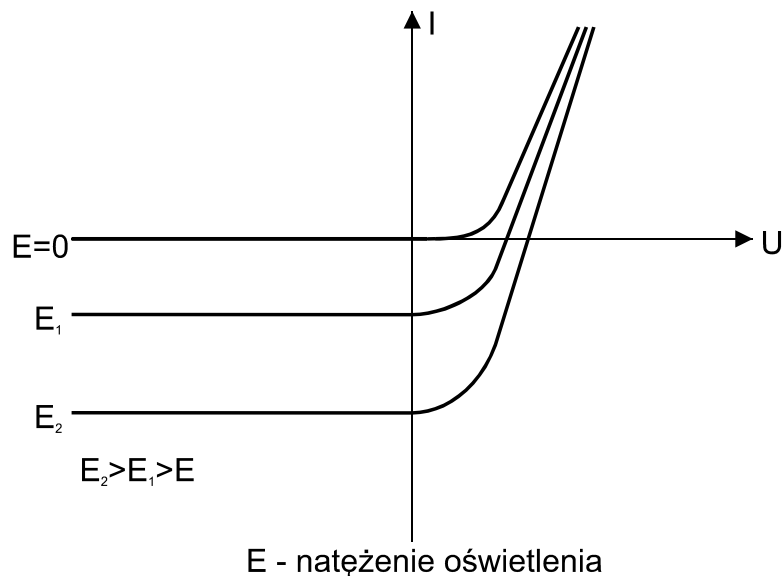
Ogniwa mają złącze p-n wykonane z selenu lub krzemu.

Energia światła tworzy pary dziura-elektron. Jeżeli para powstaje w obszarze p, dziura pozostaje na miejscu, a elektron przechodzi przez złącze. Jeżeli dziura powstaje w obszarze n, elektron pozostaje na miejscu, a dziura przechodzi przez złącze. Wartość wytworzonego prądu zależy od natężenia oświetlenia. Rys.2 przedstawia model fotoogniwa.



Rys.2. Model fotoogniwa.

Na rys.3 przedstawiono charakterystykę fotoogniwa.



Rys.3. Charakterystyka fotoogniwa.

### 1.3. Fotorezystory i fotodiody.

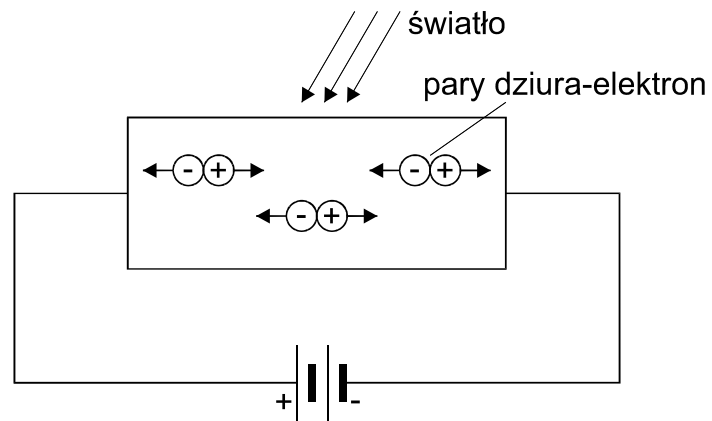
Fotorezystor i fotodioda należą do grupy elementów półprzewodnikowych, które przekształcają energię świetlną w energię elektryczną.

W fotorezystorze pod wpływem dostarczonej energii świetlnej następuje tworzenie par dziura-elektron na skutek opuszczenia pasma walencyjnego przez elektrony. Ma to ścisły związek z rezystancją fotorezystora. Fotorezystor włączony w szereg z napięciem zasilającym może regulować przepływ prądu w obwodzie. Fotorezystory wykonuje się z siarczku kadmu (CdS) i selenku kadmu (CdSe). Model fotorezystora przedstawia rys.4.

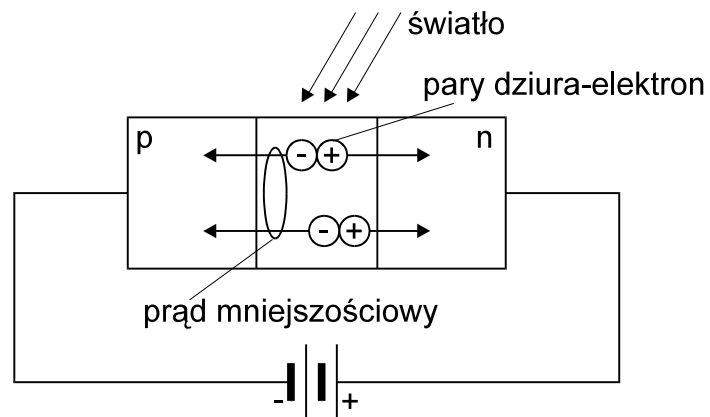
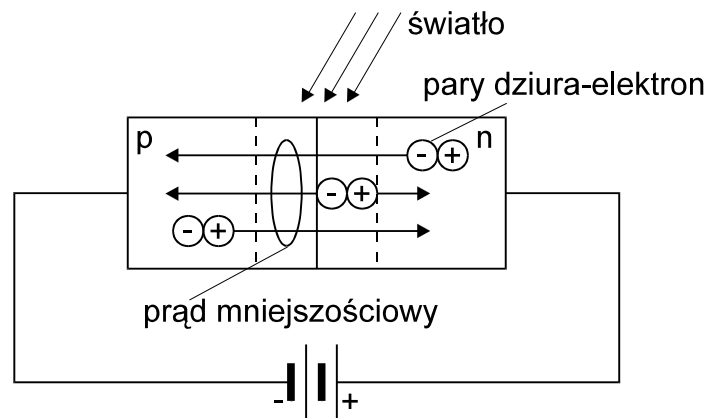
Fotodioda ze złączem p-n pracuje w kierunku zaporowym. Pod wpływem dostarczonej energii świetlnej w złączu tworzą się pary dziura-elektron, stanowiące prąd mniejszościowy. W ciemnościach fotodioda pracuje jak zwykła dioda złączowa.

Fotodioda ze złączem p-i-n ma między warstwami p oraz n warstwę „czystego” półprzewodnika bez domieszkowania. Warstwa zmniejsza pojemność złącza i umożliwia stosowanie diod do pracy w układach wielkiej częstotliwości.

Model fotodiody przedstawia rys.5.

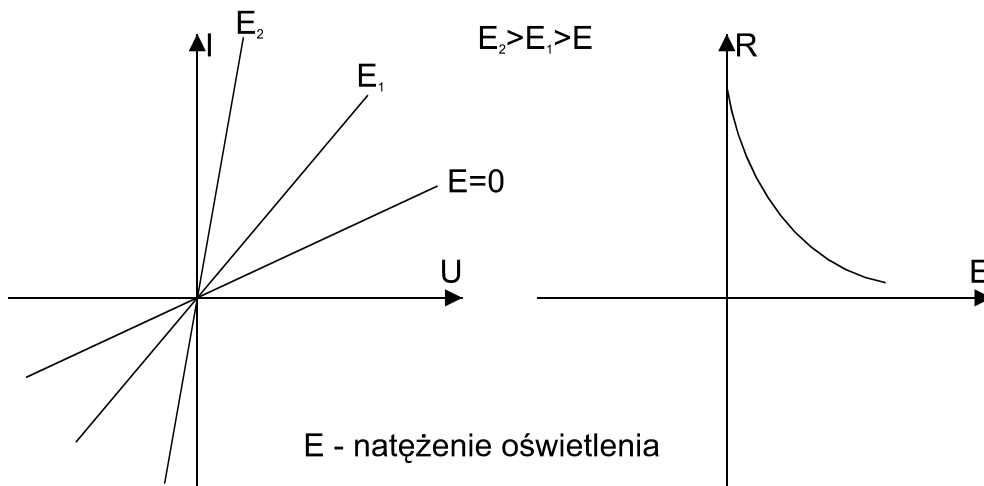


Rys.4. Model fotorezystora.

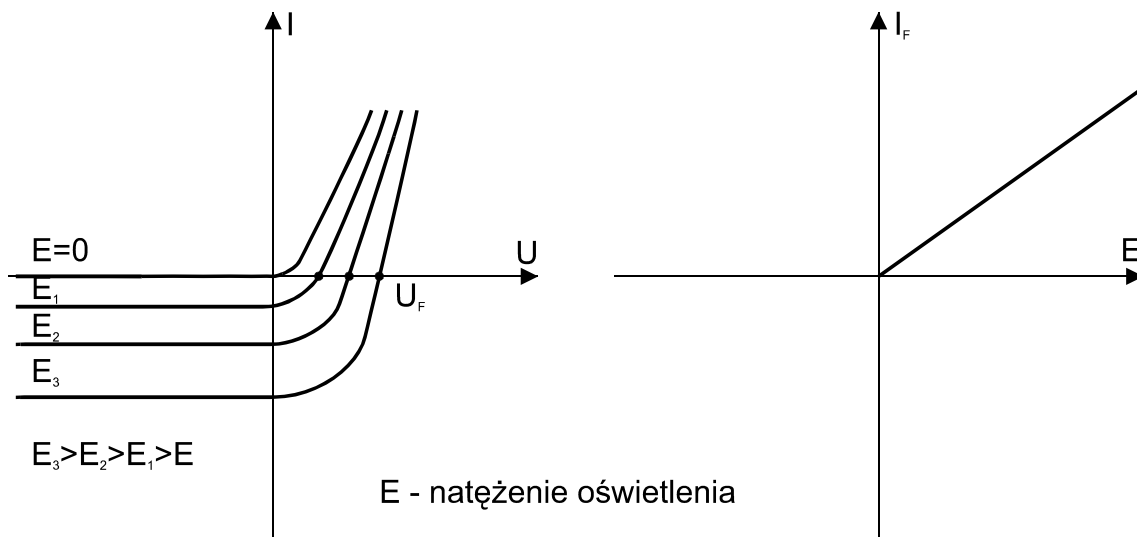


Rys.5. Modele fotodiody p-n i p-i-n.

Na rys.6 przedstawiono charakterystyki fotorezystora, a na rys.7 charakterystyki fotodiody.



Rys.6. Charakterystyki fotorezystora.

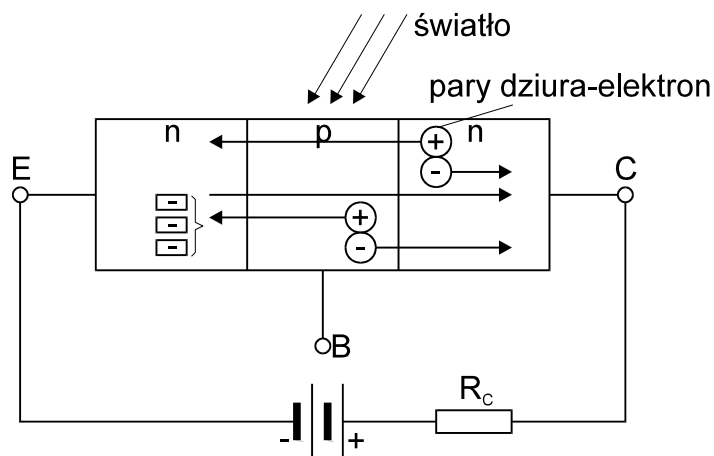


Rys.7. Charakterystyki fotodiody.

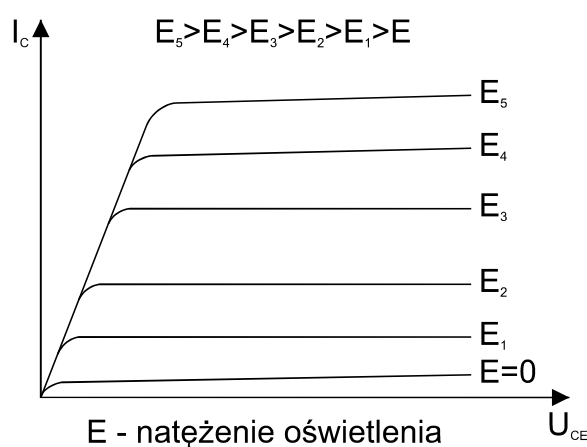
#### 1.4. Fototranzystory i transoptory.

Fototranzystor przekształca energię świetlną w energię elektryczną. W czasie pracy fototranzystora spolaryzowane zaporowo złącze baza-kolektor jest oświetlone, co ma wpływ na wartość prądu wyjściowego. Baza tranzystora pozostaje nie podłączona. Model fototranzystora przedstawia rys.8.

Dziury powstałe w obszarze kolektora są przyciągane do bazy i dalej do emitera powodując przesyłanie w kierunku kolektora elektronów z emitera. Elektrony te wspólnie z elektronami pochodzącymi z par dziura-elektron tworzą prąd kolektora. Charakterystyki fototranzystora w zależności od natężenia oświetlenia przedstawia rys.9.



Rys.8. Model fototranzystora.



Rys.9. Charakterystyki wyjściowe fototranzystora.

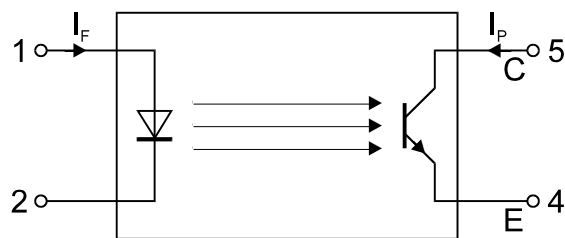
Transoptor (izolator optyczny, separator galwaniczny) to dioda elektroluminescencyjna i odbiornik fotoelektryczny (fotodiody lub fototranzystor) we wspólnej obudowie.

Wejściowe sygnały elektryczne są doprowadzone do końcówek diody elektroluminescencyjnej.

Sygnał wyjściowy występuje na zaciskach fotodiody lub fototranzystora.

Typowa wartość rezystancji separującej między źródłem a odbiornikiem wynosi  $10^{11} \Omega$ .

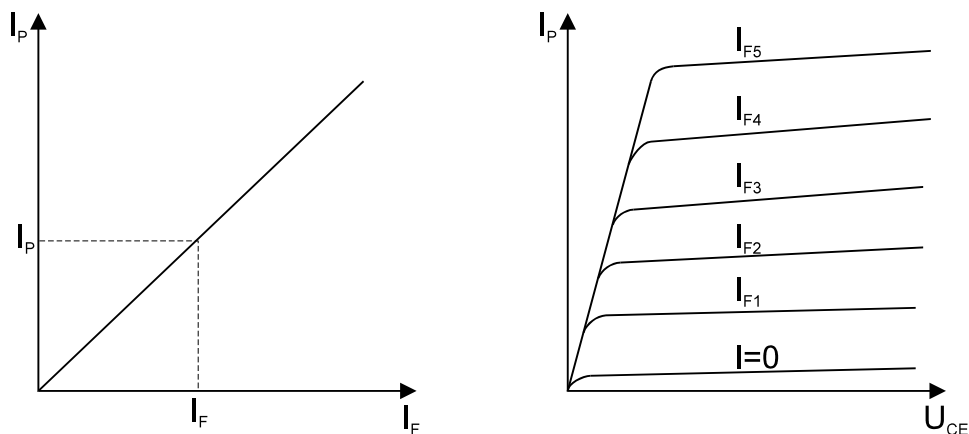
Schemat transoptora przedstawia rys.10, a jego ważniejsze charakterystyki rys.11.



Rys.10. Schemat transoptora.

Przekładnia prądowa transoptora:

$$k = \frac{I_p}{I_f} \cdot 100\%$$



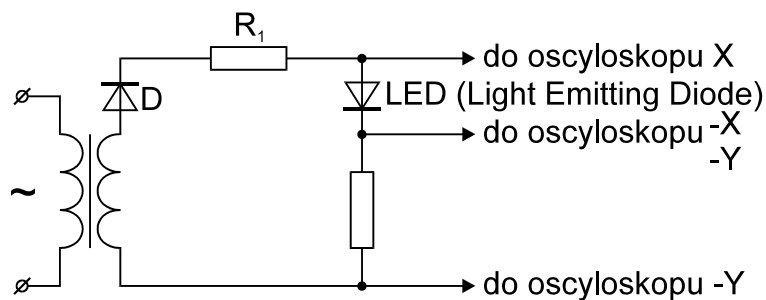
Rys.11. Charakterystyki transoptora.

Zastosowania omawianych elementów są opisane w części praktycznej instrukcji.

## 2. Wykonanie pomiarów.

### 2.1. Badanie charakterystyki diody elektroluminescencyjnej.

W układzie przedstawionym na rys.12 zbadać charakterystyki wybranych diod elektroluminescencyjnych.

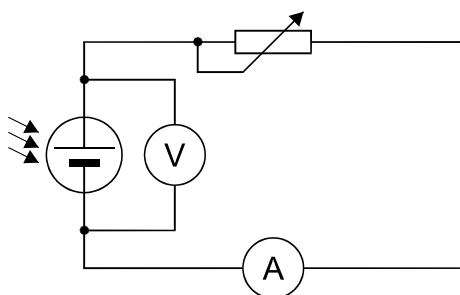


Rys.12. Układ do badania charakterystyki diod elektroluminescencyjnych.

Charakterystyki obserwowane na ekranie oscyloskopu zamieścić w sprawozdaniu. Określić wartość napięcia przewodzenia badanej diody w zależności od koloru świecenia.

### 2.2. Badanie fotoogniwa.

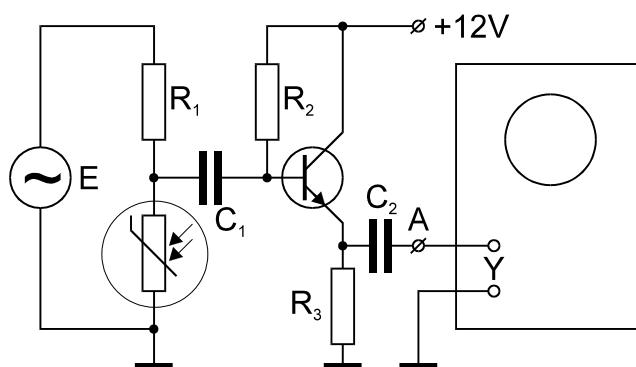
W układzie przedstawionym na rysunku zdjęcia charakterystykę prądowo-napięciową fotoogniwa dla różnych wartości natężenia oświetlenia. Narysować zmierzoną charakterystykę.



Rys.13. Układ do badania fotoogniwa.

### 2.3. Badanie fotorezystora w układzie sterowania.

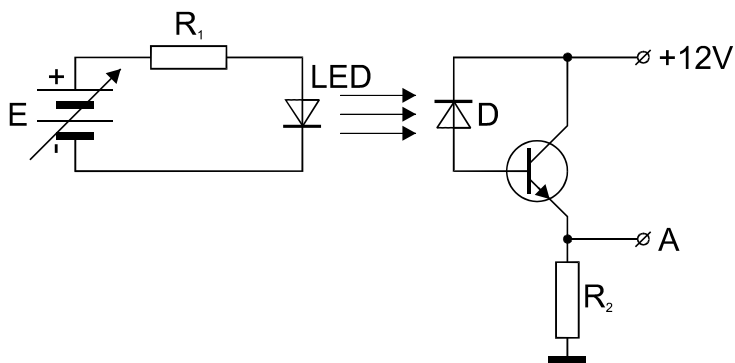
W układzie przedstawionym na rys.14 obejrzyć za pomocą oscyloskopu przebieg napięcia w punkcie A. Sprawdzić jak zależy wartość tego napięcia od oświetlenia fotorezystora. Przebiegi zaobserwowane na ekranie oscyloskopu zamieścić w sprawozdaniu.



Rys.14. Układ do badania fotorezystora.

### 2.4. Badanie układu sprzężenia optycznego z fotodiodą.

W układzie przedstawionym na rys.15 zbadać napięcie w punkcie A. Sprawdzić, jak zależy wartość tego napięcia od napięcia źródła zasilającego diodę LED,. Wyniki pomiarów umieścić w tabeli..



Rys.15. Układ do badania fotodiody.

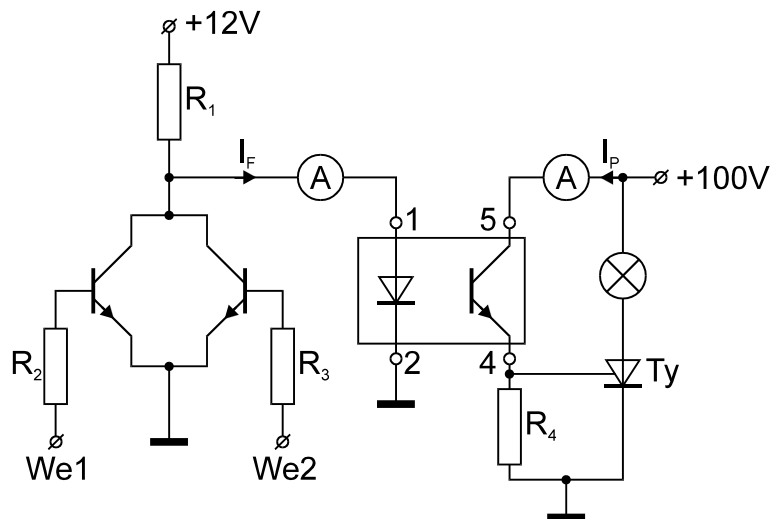


L.p.	E	V <sub>A</sub>
	V	V
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

W sprawozdaniu zamieścić charakterystykę  $V_A=f(E)$ .

## 2.5. Badanie transoptora w układzie wyłącznika.

W układzie przedstawionym na rys.16 zbadać jakie warunki muszą być spełnione, aby załączyć żarówkę pracującą jako obciążenie tyrystora. Po załączeniu tyrystora zmierzyć prąd  $I_F$  i prąd kolektora fototranzystora  $I_P$ .



Rys.16. Układ wyłącznika z transoptorem.

W sprawozdaniu podać tablicę logiczną dla elementu sterującego. Zaproponować sposób wyłączenia obciążenia. Obliczyć wartość:

$$k = \frac{I_P}{I_F} \cdot 100\%$$

## 3. Uwagi i wnioski.

Skomentować otrzymane wyniki. Opisać sposób działania badanych układów.