

Zespół Szkół Technicznych im. J. i J. niadeckich w Grudzi dzu



Laboratorium Elektryczne . Pracownia Automatyki
i Robotyki (s.48)

Instrukcja Laboratoryjna: 12.ELEMENTY OPTOELEKTRONICZNE

Opracował mgr in . Marcin Jabło ski

Cel wiczenia

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

Program wiczenia:

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 wyzwalacza.

3. Uwagi i wnioski

1. Wiadomości wstępne

1.1. Diody elektroluminescencyjne.

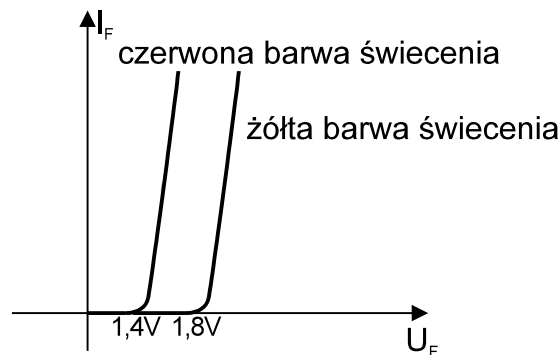
Dioda elektroluminescencyjna jest diodą, która emituje promieniowanie widzialne lub podczerwone.

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.



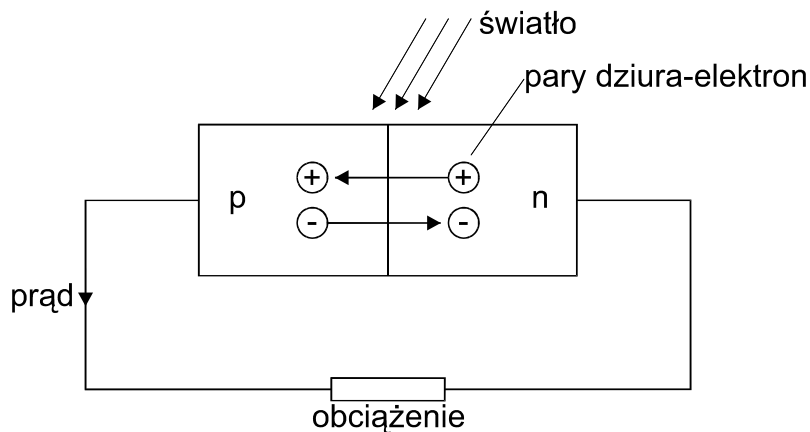
Rys.1. Charakterystyki diod elektroluminescencyjnych.

1.2 Fotoogniwa.

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

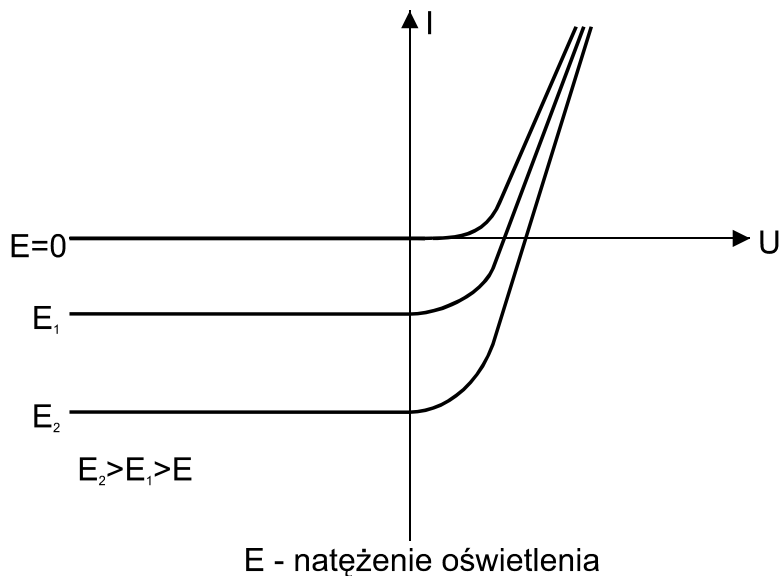
Ogniwa mają złącze p-n wykonane z selenu lub krzemu.

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.

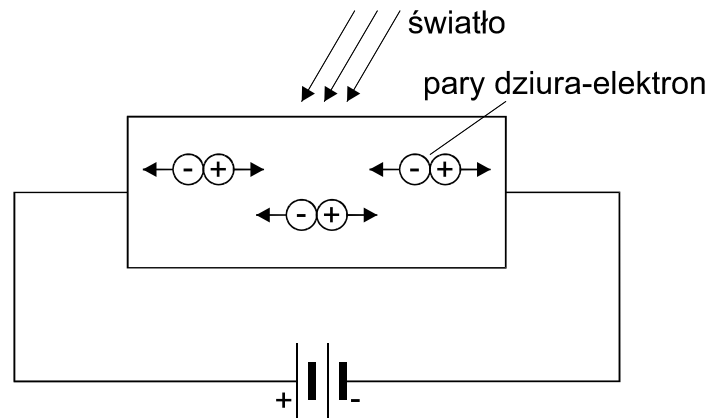
Fotorezystor i fotodiody należą do grupy elementów półprzewodnikowych, które przekształcają energię światła w energię elektryczną.

W fotorezystorze pod wpływem dostarczonej energii świetlnej następuje tworzenie par dziura-elektron na skutek opuszczenia pasma walencyjnego przez elektrony. Ma to 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.

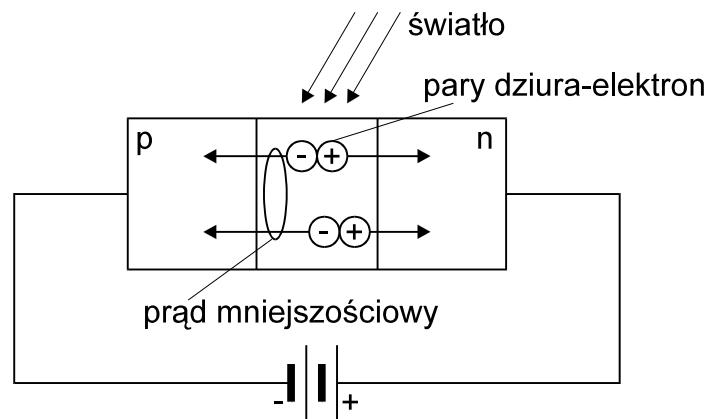
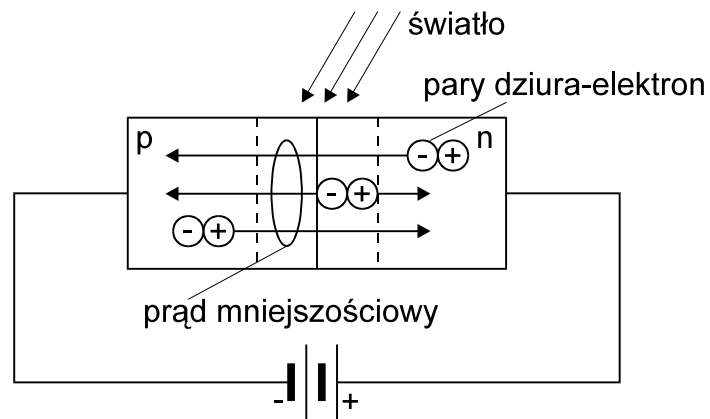
Fotodiody ze złączem p-n pracują w kierunku zaporowym. Pod wpływem dostarczonej energii świetlnej w złączu tworzą się pary dziura-elektron, stanowiące prąd mniejszościowy. W ciemnościach fotodiody pracują jak zwykłe diody złączeniowe.

Fotodiody ze złączem p-i-n mają trzy warstwy: 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.

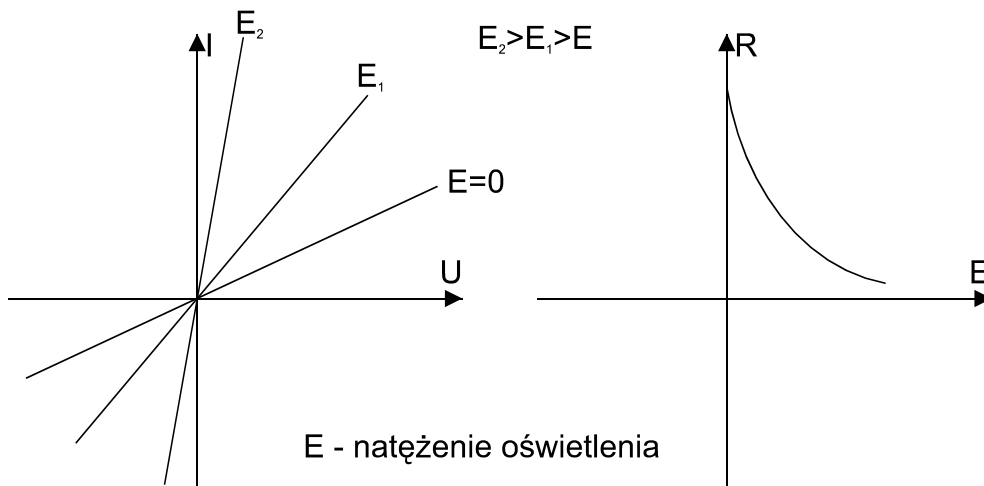


Rys.4. Model fotorezystora.

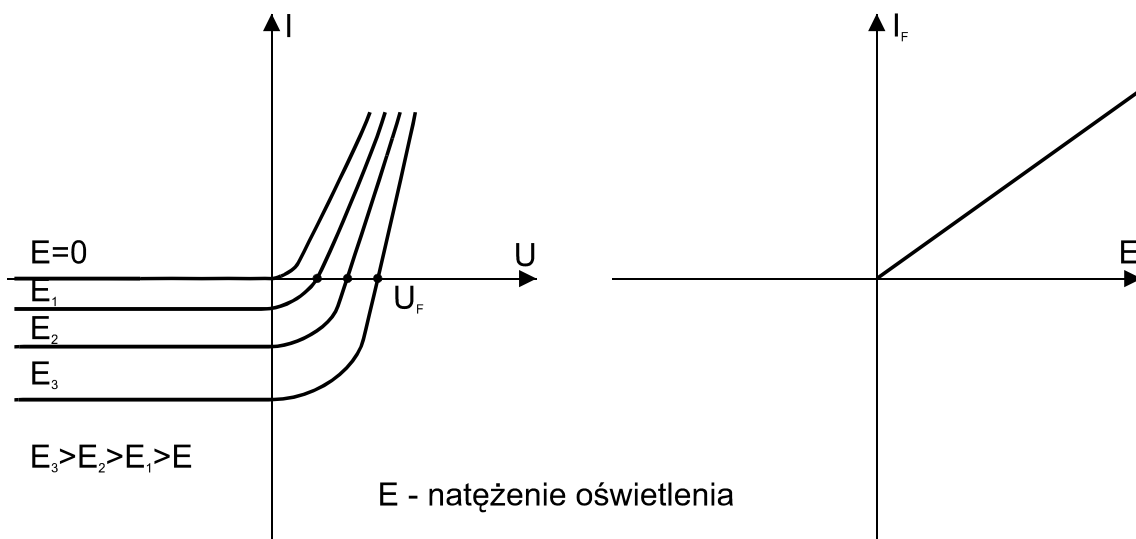


Rys.5. Modele fotodiody p-n i p-i-n.

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



Rys.6. Charakterystyki fotorezystora.

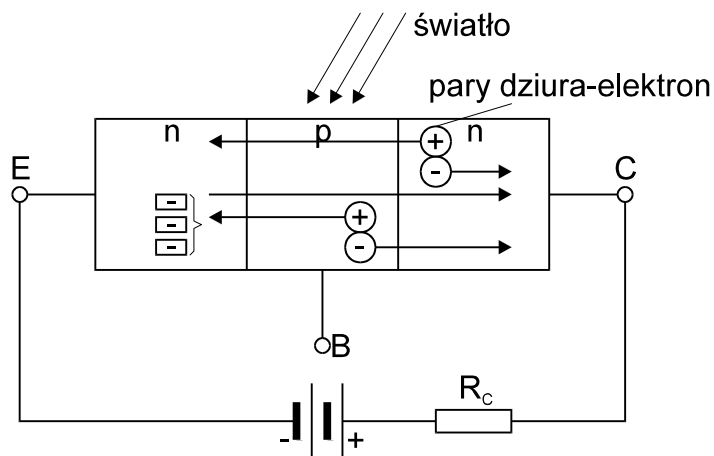


Rys.7. Charakterystyki fotodiody.

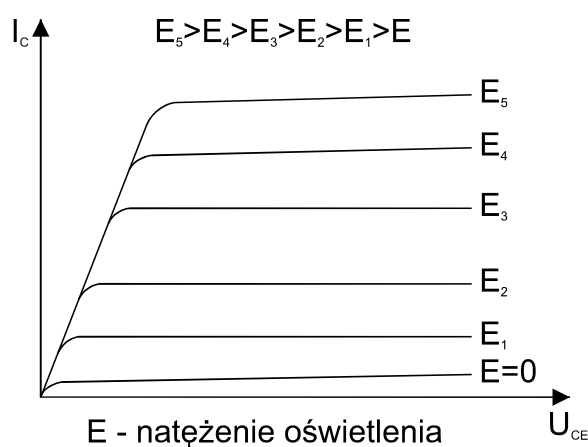
1.4. Fototranzystory i transoptory.

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

Dziury powstające w obszarze kolektora są przyciągane do bazy i dalej do emitera powodując przesunięcie 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 światła przedstawia rys.9.



Rys.8. Model fototranzystora.



Rys.9. Charakterystyki wyjściowe fototranzystora.

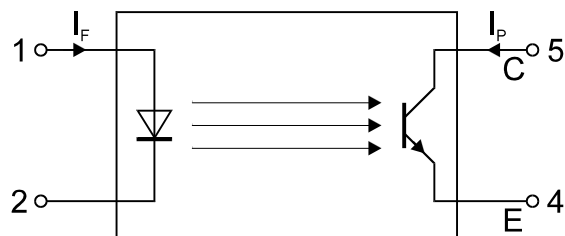
Transoptor (izolator optyczny, separator galwaniczny) to dioda elektroluminescencyjna i odbiornik fotoelektryczny (fotodiody lub fototranzystor) we wspólnej obudowie.

Wejściowe sygnały elektryczne są doprowadzone do końcówek diody elektroluminescencyjnej.

Sygnal wyjściowy występuje na zaciskach fotodiody lub fototranzystora.

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

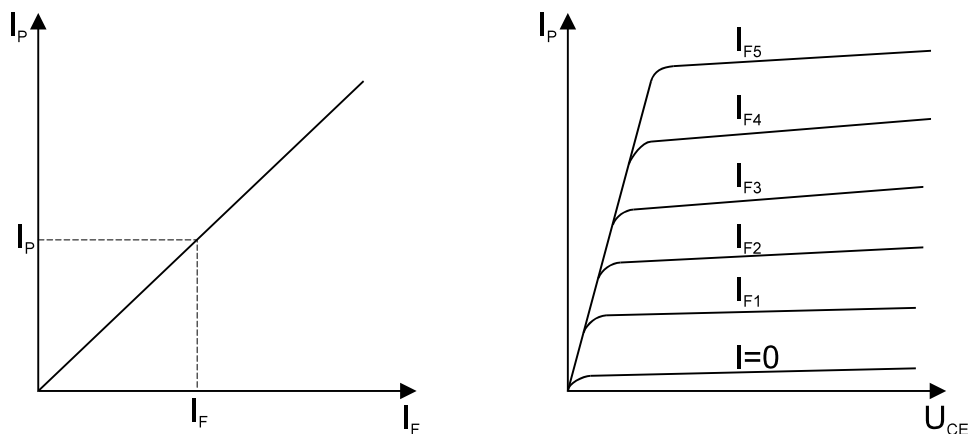
Schemat transoptora przedstawia rys.10, a jego najważniejsze charakterystyki rys.11.



Rys.10. Schemat transoptora.

Przekładnia prądowa transoptora:

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



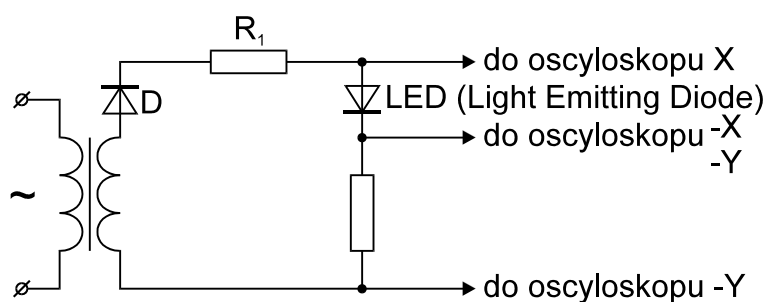
Rys.11. Charakterystyki transoptora.

Zastosowania omawianych elementów są opisane w części praktycznej instrukcji.

2. Wykonanie pomiarów.

2.1. Badanie charakterystyki diody elektroluminescencyjnej.

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

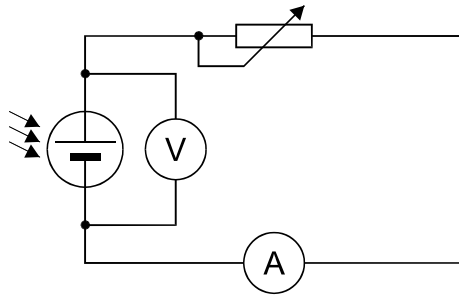


Rys.12. Układ do badania charakterystyki diod elektroluminescencyjnych.

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

2.2. Badanie fotoogniwa.

W układzie przedstawionym na rysunku zdiagnozować charakterystyki prądowo-napięciowe fotoogniwa dla różnych wartości natężenia oświetlenia. Narysować zmierzonych charakterystyk.

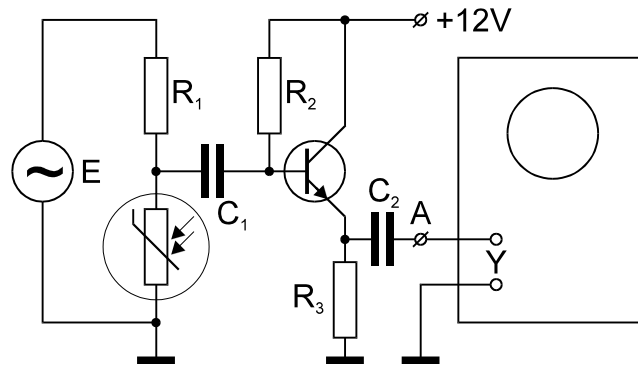


Rys.13. Układ do badania fotoogniwa.

2.3. Badanie fotorezystora w układzie sterowania.

W układzie przedstawionym na rys.14 obejrze za pomoc oscyloskopu przebieg napięcia w punkcie A. Sprawdź, jak zależy wartość tego napięcia od oświetlenia fotorezystora.

Przebiegi zaobserwowane na ekranie oscyloskopu zamieść w sprawozdaniu.

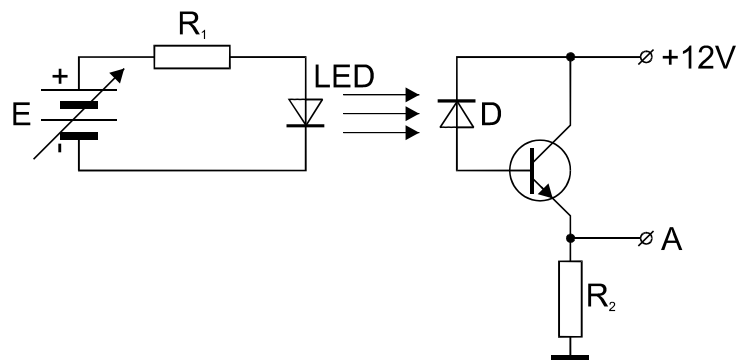


Rys.14. Układ do badania fotorezystora.

2.4. Badanie układu sprzężenia optycznego z fotodiodą.

W układzie przedstawionym na rys.15 zbadaj napięcie w punkcie A.

Sprawdź, jak zależy wartość tego napięcia od napięcia zasilającego diodę LED. Wyniki pomiarów umieść w tabeli.



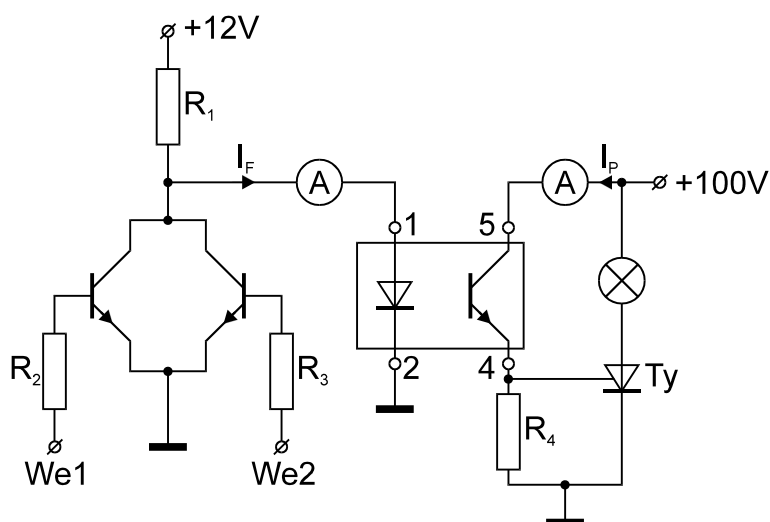
Rys.15. Układ do badania fotodiody.

L.p.	E V	V _A V
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

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

2.5. Badanie transoptora w układzie wyucznika.

W układzie przedstawionym na rys.16 zbadać jakie warunki muszą być spełnione, aby zaćczyarówka pracująca jako obciążenie tyrystora. Po zaćczeniu tyrystora zmierzyć prąd I_F i prąd kolektora fototranzystora I_P .



Rys.16. Układ wyucznika z transoptorem.

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

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

3. Uwagi i wnioski.

Skomentować otrzymane wyniki. Opisać sposób działania badanych układów.