

UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNO-PRZYRODNICZY W BYDGOSZCZY
WYDZIAŁ INŻYNIERII MECHANICZNEJ
INSTYTUT EKSPLOATACJI MASZYN I TRANSPORTU
ZAKŁAD STEROWANIA



ELEKTROTECHNIKA I ELEKTRONIKA

ĆWICZENIE: **E7**

BADANIE DIODY PROSTOWNICZEJ I DIODY ZENERA

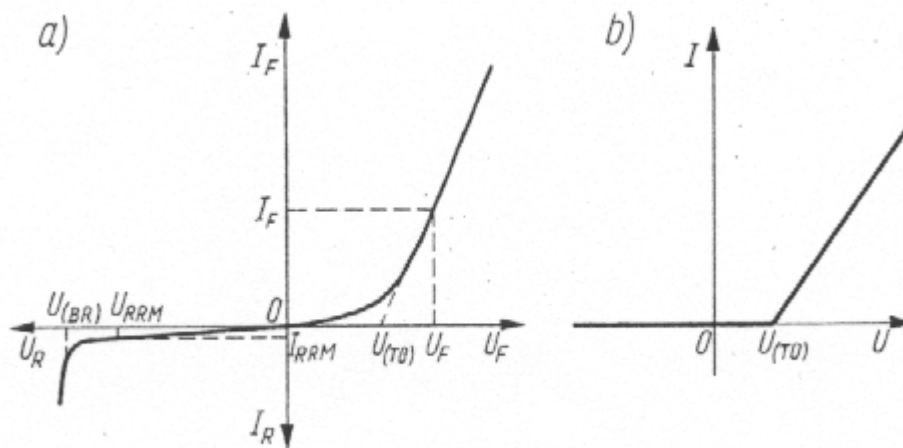
Piotr Kolber, Daniel Perczyński
Bydgoszcz 2011

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest poznanie budowy, zasady działania diody półprzewodnikowej oraz wyznaczenie jej charakterystyki prądowo-napięciowej.

2. Dioda prostownicza

Jednym z najczęstszych zastosowań diod półprzewodnikowych jest dioda prostownicza. Diody prostownicze stosuje się głównie w układach prostowniczych urządzeń zasilających, przekształcających prąd zmienny w jednokierunkowy prąd pulsujący. W układzie prostowniczym dioda spełnia funkcję zaworu jednokierunkowego. Wykorzystuje się tu właściwość polegającą na różnicy zdolności przewodzenia prądu w kierunku wstecznym i w kierunku przewodzenia. Ponieważ przez diodę prostowniczą płyną na ogół stosunkowo duże prądy w kierunku przewodzenia, przeto jest ona najczęściej diodą warstwową, obecnie głównie z krzemu, rzadziej z germanu. Właściwości diody prostowniczej najlepiej obrazuje jej charakterystyka prądowo-napięciowa – rys. 1a. W rozważaniach przybliżonych charakterystykę tę aproksymuje się dwoma prostymi – rys. 1b.



Rys. 1. Charakterystyka prądowo-napięciowa diody prostowniczej

$$I = 0 \quad \text{gdy} \quad U < U_{TO}$$

$$I_F = \frac{U_F}{R_F} \quad \text{gdy} \quad U > U_{TO}$$

przy czym R_F – rezystancja statyczna diody w kierunku przewodzenia.

Stąd otrzymuje się równanie diody w postaci:

$$U_F = U_{TO} + I_F R_F \quad \text{gdy} \quad U > U_{TO}$$

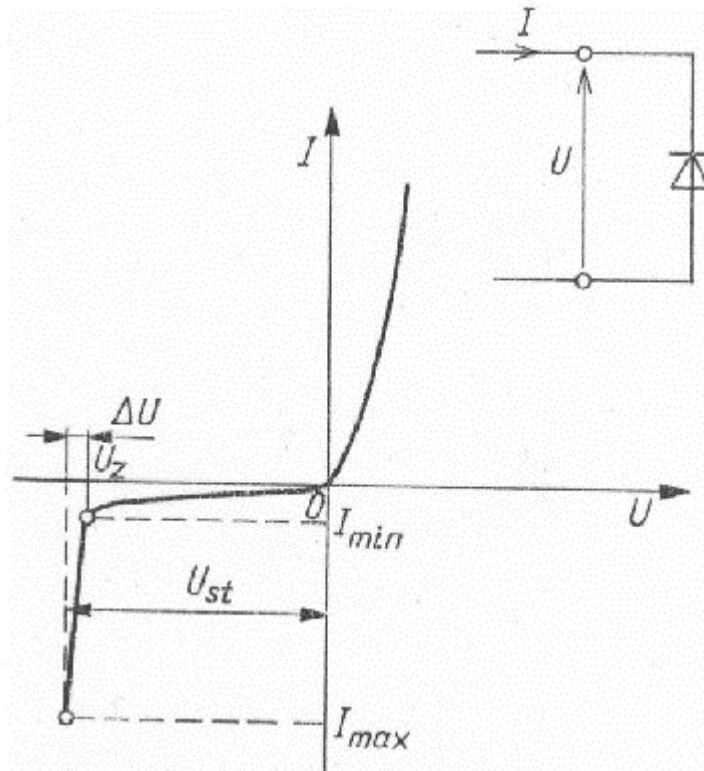
Parametry charakteryzujące diody prostownicze, zwykle podawane w katalogach są następujące:

I_F	– prąd przewodzenia,
I_R	– prąd diody w kierunku wstecznym (prąd zaporowy),
I_{FM}	- maksymalny prąd przewodzenia,
I_{FSM}	- niepowtarzalny szczytowy prąd przewodzenia,
U_F	- napięcie przewodzenia,
U_R	- napięcie wsteczne,
U_{Rmax}	- maksymalne napięcie wsteczne,
U_{RRM}	- powtarzalne szczytowe napięcie wsteczne,
U_{RSM}	- niepowtarzalne szczytowe napięcie wsteczne,
t_{amb}	- temperatura otoczenia,

t_{case}	- temperatura obudowy,
P_{tot}	- całkowita moc wejściowa.

3. Dioda Zenera

W diodach warstwowych przy dostatecznie dużym napięciu wstecznym (nazywanym niekiedy zaporowym) prąd wsteczny gwałtownie wzrasta (rys. 2). Wartość napięcia, przy którym następuje gwałtowny wzrost prądu, jest stała i nie zależy od zmian prądu w szerokich granicach. Zjawisko gwałtownego wzrostu prądu tłumaczy się przebiciem Zenera, czyli efektem emisji elektronów w złączu pod wpływem pola wewnętrznego. W cienkim złączu natężenie pola może uzyskiwać duże wartości przy małych napięciach U_R nawet rzędu 3V, prowadząc do rozrywania wiązań kowalencyjnych. W rezultacie możliwy jest duży wzrost prądu przy pomijalnym wzroście napięcia na złączu. Napięcie to jest zwane napięciem Zenera i zależy od temperatury, co charakteryzuje tzw. współczynnik temperaturowy napięcia Zenera, wynoszący 0,07—0,09% U_R na kelwin.



Rys.2. Charakterystyka prądowo-napięciowa diody Zenera

Dla diod o napięciu $U_R < 5$ V współczynnik ten jest ujemny, dla $U_R > 5$ V jest dodatni.

Diody Zenera są produkowane na napięcia 1 — 600 V, przy dopuszczalnej mocy złącza 250 mW i 1 W bez radiatora oraz 5 W z radiatorem.

Maksymalny prąd diody określa zależność

$$I_{RM} = \frac{P}{U_R}$$

Za minimalną wartość prądu Zenera przyjmuje się $I_{Rmin} = 0,1 I_{RM}$. Dla prądów mniejszych niż I_{Rmin} spadek napięcia na diodzie znacznie zależy od prądu obciążenia diody.

Parametry charakteryzujące diody Zenera, zwykle podawane w katalogach są następujące:

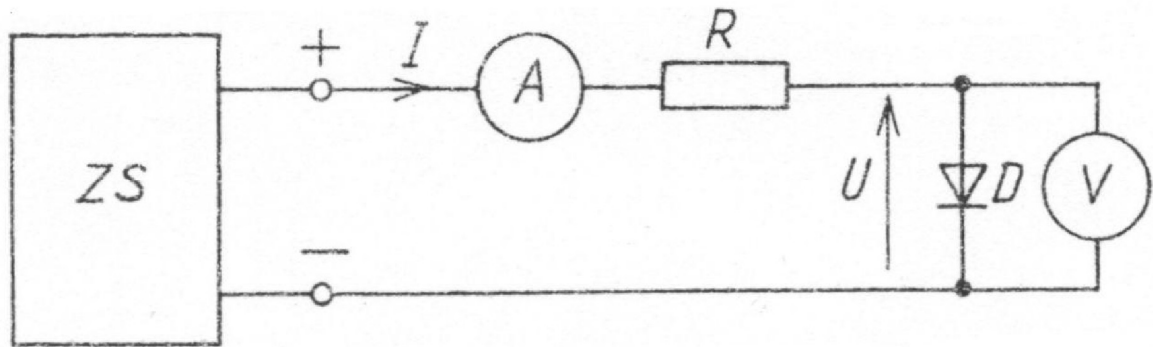
I_Z	- prąd Zenera (stabilizacji),
I_R	- prąd diody w kierunku wstecznym,
I_{ZM}	- maksymalny dopuszczalny prąd stabilizacji,
U_Z	- napięcie Zenera,
U_R	- napięcie wsteczne,
t_{amb}	- temperatura otoczenia,
t_{case}	- temperatura obudowy,
P_{tot}	- całkowita moc wejściowa

4. Pomiary laboratoryjne

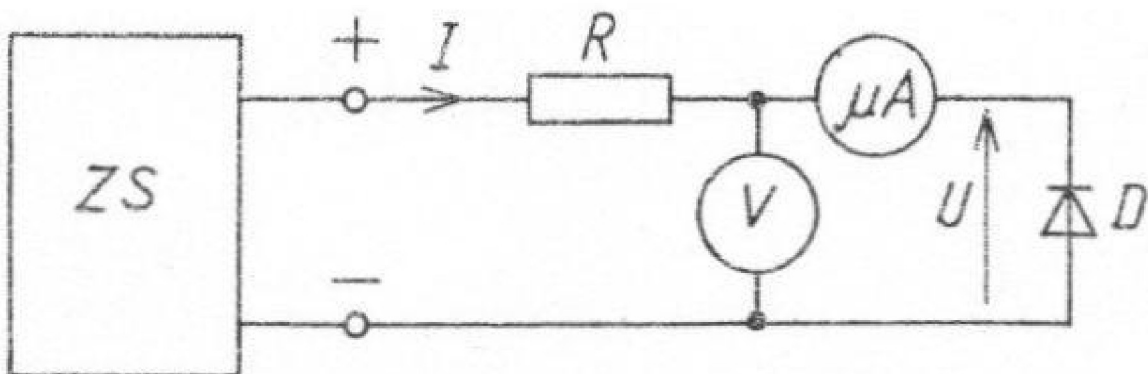
4.1 Wyznaczanie charakterystyki prądowo-napięciowej diody prostowniczej

W celu wyznaczenia charakterystyki prądowo-napięciowej diody prostowniczej należy stosować dwa układy pomiarowe:

- do wyznaczenia charakterystyki w kierunku przewodzenia – rys. 3
- do wyznaczenia charakterystyki w kierunku zaporowym – rys. 4.



Rys. 3. Układ pomiarowy do wyznaczenia charakterystyki prądowo- napięciowej w kierunku przewodzenia



Rys. 4. Układ pomiarowy do wyznaczenia charakterystyki prądowo- napięciowej w kierunku zaporowym

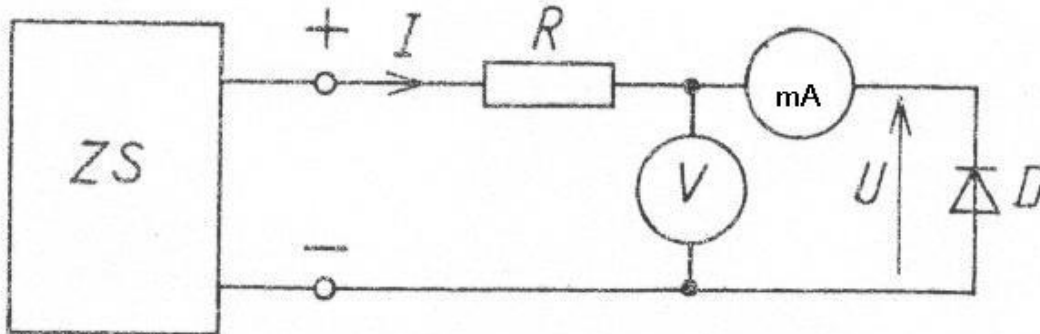
Układy pomiarowe zasilane są z zasilacza napięcia stałego umożliwiające nastawienie żądanej wartości napięcia. W układach tych występują rezystory mające na celu ograniczenie prądu przepływającego przez diodę, a także ułatwienie nastawienia żądanej wartości napięcia. Przed przystąpieniem do pomiarów zapoznać się z parametrami badanej diody z karty katalogowej. W czasie pomiarów należy zwrócić uwagę na to, aby nie obciążać diody spolaryzowanej w kierunku przewodzenia prądem większym od dopuszczalnego i nie przykładać do diody spolaryzowanej zaporowo napięcia większego niż napięcie dopuszczalne (U_R).

Odpowiednie wartości pomiarów wpisujemy do tabeli jak poniżej.

Kierunek przewodzenia	I	A											
	U	V											
Kierunek zaporowy	I	μA											
	U	V											

4.2. Wyznaczanie charakterystyki prądowo-napięciowej diody Zenera

Charakterystykę prądowo-napięciową diody Zenera wyznacza się na ogół tylko dla kierunku zaporowego, w układzie jak na rys. 5.



Rys. 5. Układ pomiarowy do wyznaczania charakterystyki prądowo- napięciowej w kierunku zaporowym diody Zenera

Przed przystąpieniem do pomiarów należy zapoznać się z parametrami badanej diody. Wyniki pomiarów zanotować w tabeli jak poniżej

I	mA													
U	V													

4.3. Na podstawie wyników pomiarów przedstawić na osobnych wykresach charakterystykę prądowo-napięciową badanej diody prostowniczej oraz diody Zenera. Należy zwrócić szczególną uwagę na przyjęcie odpowiedniej skali.

4.4. Wnioski

7. Literatura

1. Praca zbiorowa: „Elektrotechnika i elektronika dla nieelektryków”
2. Rusek M., Pasierbiński J.: „Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach”
3. Piławski M. „Pracownia elektryczna”
4. Piławski M. „Elektronika