

4.1 MERANIE NA POLOVODIČOVÝCH DIÓDACH

Cieľ merania

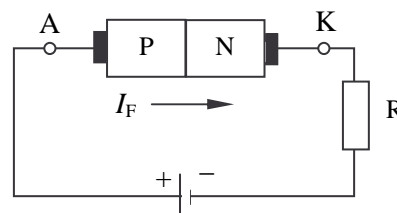
Cieľom merania je určiť vlastnosti polovodičových diód, experimentálne zistiť ich voltampérové charakteristiky a oboznámiť sa s ich základnými parametrami.

Teoretické poznatky

Polovodičová dióda je najjednoduchšia polovodičová súčiastka s jedným P-N priechodom. P-N priechod je vytvorený v monokryštály čistého polovodiča vhodnou technológiou. Takýto zapúzdrený P-N priechod vhodne opatrený elektródami tvorí polovodičovú diódu.

Ak je dióda zapojená do obvodu tak, aby na jej anóde (na časti s vodivosťou P) bolo kladné a na katóde (časti s vodivosťou N) záporné napätie, je dióda polarizovaná v tzv. **priepustnom smere** - vedie elektrický prúd (obr. 4.1).

Pri opačnej polarite napätia na anóde a katóde je dióda polarizovaná v tzv. **závernom smere** - elektrický prúd nevedie.



Obr. 4.1 Priepustne polarizovaný P-N priechod

Podľa základného použitia môžeme diódy rozdeliť ako:

- usmerňovacie,
- stabilizačné (Zenerove),
- luminiscenčné (LED),
- fotodiódy.

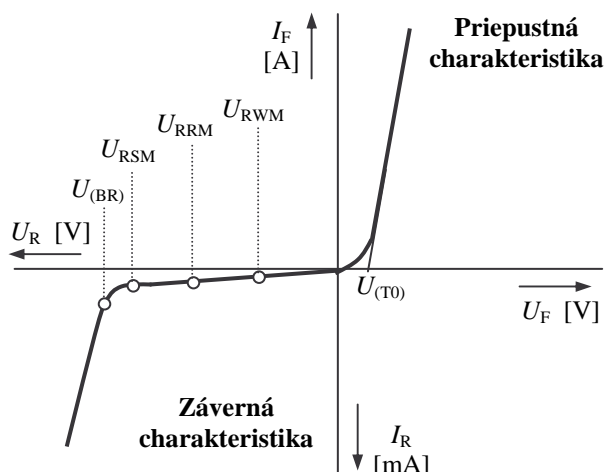
V tejto kapitole sa sústreďíme len na prvé dva typy polovodičových diód.

Usmerňovacia dióda

Polovodičová dióda zapojená do striedavého obvodu predstavuje vlastne najjednoduchší usmerňovač. Jej usmerňovací účinok spočíva v tom, že v priepustnom smere má dióda malý odpor a v závernom veľký.

V **priepustnom smere** má dióda najprv pri malom napätí veľký odpor, ktorý rýchlo klesá pri dosiahnutí tzv. **prahového napätia** $U_{(T0)}$. Ďalej sa s rastúcim prúdom diódy mení jej odpor len nepatrne, a preto podľa obr. 4.2 je charakteristika v priepustnej časti strmá. V priepustnom smere je úbytok napätia na dióde asi 0,6 až 1,2 V. Veľkosť prahového napätia je u germániovej diódy 0,3 až 0,5 V a u kremíkovej 0,5 až 1,1 V.

Usmerňovacie diódy sa v **závernom smere** nesmú zaťažovať a treba ich chrániť pred prepätím. Po zvýšení napätia medzi anódou a katódou nad hodnotu tzv. **prierazného napätia** sa dióda prierazom poškodí a vedie elektrický prúd tak, ako to vyplýva z voltampérovej charakteristiky polovodičovej diódy – obr. 4.2



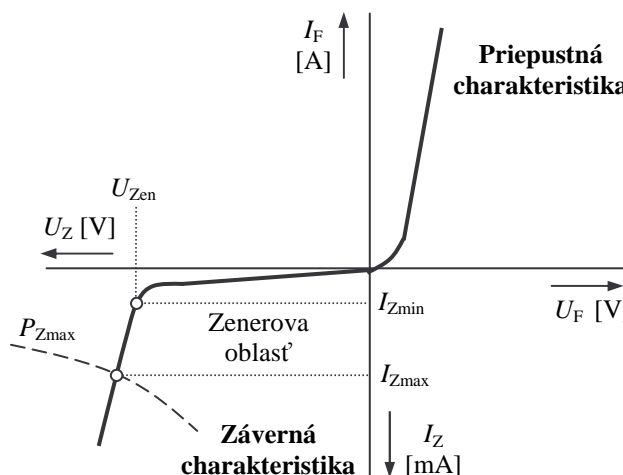
- $U_{(T0)}$ - prahové napätie,
- U_{RWM} - špičkové pracovné záverné napätie,
- U_{RRM} - špičkové opakovateľné záverné napätie,
- U_{RSM} - špičkové neopakovateľné záverné napätie,
- $U_{(BR)}$ - prierazné napätie.

Obr. 4.2 Voltampérová charakteristika diódy

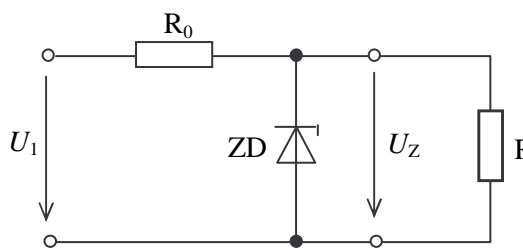
Stabilizačná (Zenerova) dióda

Táto dióda má v priepustnom smere podobnú charakteristiku ako usmerňovacia (obr. 4.3). V závernom smere je charakteristika Zenerovej diódy tiež podobná charakteristike obyčajnej, až na *prierné napätie* U_{Zen} (tzv. Zenerove napätie). Po prekročení tohto napätia dochádza k lavínovému nárastu počtu voľných nosičov elektrického prúdu v oblasti PN priechodu diódy. Pri tomto procese nedôjde však k poškodeniu diódy ako pri obyčajnej dióde používanej v polovodičových usmerňovačoch. Pri tomto prudkom náraste prúdu sa napätie takmer nemení. Veľkosť maximálneho Zenerovho prúdu I_{Zmax} je pri jednotlivých typoch diód daná maximálnou výkonovou stratou P_{Zmax} (obr. 4.3).

Typické zapojenie stabilizátora jednosmerného napätia so Zenerovou diódou je uvedené na obr. 4.4. Odpor R_0 musí mať pre vstupné napätie U_1 takú hodnotu, aby pracovný bod diódy ležal v tzv. Zenerovej oblasti voltampérovej charakteristiky (obr. 4.3). Nie je vhodné, aby sa pracovný bod diódy nachádzal v blízkosti kolena V-A charakteristiky (I_{Zmin}), alebo blízkosti krivky maximálnej zaťažiteľnosti (I_{Zmax})



Obr. 4.3 Voltampérová charakteristika stabilizačnej diódy



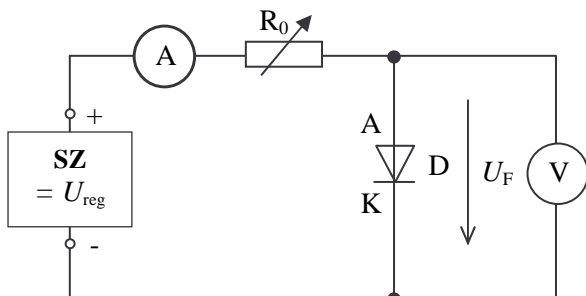
Obr. 4.4 Stabilizátor jednosmerného napätia

Úloha merania

1. Zmerajte voltampérovú charakteristiku usmerňovacej diódy.
2. Zmerajte voltampérovú charakteristiku stabilizačnej diódy.
3. Zmerajte výstupnú charakteristiku stabilizátora jednosmerného napätia.

Pracovný postup

1. Meranie voltampérovej charakteristiky usmerňovacej diódy



Obr. 4.5 Schéma zapojenia pri meraní voltampérovej charakteristiky usmerňovacej diódy v priepustnom smere

Pri meraní voltampérovej charakteristiky predloženej diódy zapojíme obvod podľa obr. 4.5. Diódu napájame z jednosmerného stabilizovaného zdroja, kde v priepustnom smere pripájame na jej anódu kladnú polaritu a v závernom smere zápornú polaritu zdroja.

Napätie a prúd diódy meriame jednosmerným voltmetrom a ampérmetrom.

V priepustnom smere pre nastavené napätia U_F odčítame priepustné prúdy a hodnoty zaznamenáme do tab. 4.1.

Pri meraní **závernej časti** voltampérovej charakteristiky diódy zmeníme polaritu napätia na dióde. Diódou tečie iba veľmi malý prúd spôsobený nečistotami, ktorý je takmer konštantný s miernym rastom v širokom intervale napätia na dióde. Preto na začiatku merania nastavujeme na dióde napätie a odčítavame prúd diódy. V oblasti tzv.

sobený nečistotami, ktorý je takmer konštantný s miernym rastom v širokom intervale napätia na dióde. Preto na začiatku merania nastavujeme na dióde napätie a odčítavame prúd diódy. V oblasti tzv.

kolena závernej charakteristiky začína záverný prúd výraznejšie narastať. Aby sme nezničili diódu, budeme ďalej nastavovať prúd diódy a odčítavať napätie na dióde. Prúd v závernom smere môžeme zvyšovať iba do hodnoty maximálneho dovoleného prúdu.

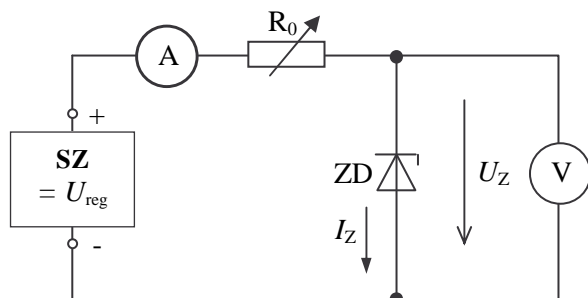
Namerané hodnoty zaznamenáme do tab. 4.1 a spracujeme graficky podľa obr. 4.2. Z nakreslenej voltampérovej charakteristiky diódy si môžeme určiť jej veľkosť prahového napätia $U_{(T0)}$ a jej úbytok napätia pri maximálne nameranom prúde I_F .

Tab. 4.1 $I_{Rmax} = \dots\dots\dots$ mA

Priepustný smer	U_F [V]								
	I_F [A]								
Záverný smer	U_R [V]								
	I_R [mA]								

2. Meranie voltampérovej charakteristiky stabilizačnej diódy v závernom smere

Závernú časť voltampérovej charakteristiky stabilizačnej diódy budeme merať v zapojení podľa obr. 4.6. Diódu napájame opäť z jednosmerného stabilizovaného zdroja. Odporník R_0 slúži k obmedzovaniu záverného prúdu.



Obr. 4.6 Schéma zapojenia pri meraní závernej časti voltampérovej charakteristiky stabilizačnej diódy

Pri postupnom zvyšovaní napätia na dióde, záverný prúd diódy iba minimálne narastá. Pri tzv. Zenerovom napätí U_{Zen} dôjde k otvoreniu diódy. Od tohto bodu začne prudko narastať záverný prúd a naopak napätie bude rásť len minimálne.

Aby nedošlo k poškodeniu diódy, nesmieme prekročiť maximálny Zenerový prúd. Jeho hodnotu určíme nasledovne

$$I_{Zmax} = \frac{P_{Zmax}}{U_Z} \quad (4.1)$$

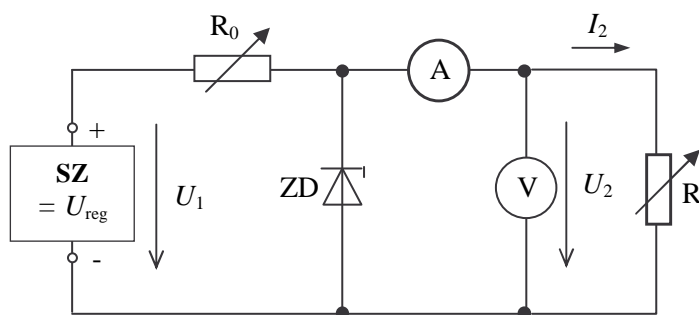
Pri meraní stabilizačnej diódy v **priepustnom smere** postupujeme tak, ako pri meraní usmerňovacej diódy. Na jej anódu privádzame kladnú polaritu napájacieho zdroja a pre nastavené napätia U_F odčítame priepustné prúdy.

Namerané hodnoty zaznamenáme do tab. 4.2 a spracujeme graficky.

Tab. 4.2 $P_{Zmax} = \dots\dots\dots$ W

Záverný smer	U_Z [V]								
	I_Z [mA]								
Priepustný smer	U_F [V]								
	I_F [A]								

3. Meranie výstupnej charakteristiky jednosmerného stabilizátora



Obr. 4.7 Schéma zapojenia pri meraní výstupnej charakteristiky jednosmerného stabilizátora

Pri meraní výstupnej charakteristiky na jednosmernom stabilizátore zapojíme obvod podľa obr. 4.7. Pri konštantnom napätí U_1 meníme zaťažovací odpor R a výstupné hodnoty napätia a prúdu zaznamenávame do tab. 4.3. Závislosť $U_2 = f(I_2)$ pri $U_1 = \text{konšt.}$ spracujeme graficky.

Tab. 4.3 $U_1 = \dots\dots\dots$ V

I_2 [mA]								
U_2 [V]								

Súpis prístrojov a zariadení

Tab. 4.4

č.	Označenie	Popis
1	D - usmerňovacia dióda	
2	ZD - Zenerova dióda	
3	SZ - jednosmer. stabil. zdroj	
4	R_0 - posuvný rezistor	
5	A - jednosmer. ampérmeter	
6	mA - js. miliampérmeter	
7	V - jednosmer. voltmeter	