

3 Zenerjeva dioda

3.1 Ozadje

Elektronsko gledano je Zenerjeva dioda podobna navadni silicijevi diodi. Sestavljena je iz dveh slojev polprevodnika različnih tipov p in n, slika 3.1. V elektronskih shemah jo predstavimo s simbolom na isti sliki.

Ko nanjo pritismo napetost, steče skozi njo tok. Za pozitivne napetosti U_D govorimo o prepustnem delu karakteristike diode, takrat je tok I_D podan z enačbo, enako tisti za tok skozi navadno diodo, ki se glasi:

$$I_D = I_S \left(e^{U_D/U_T} - 1 \right) \quad ; \quad U_D = kT/e_0 = 25mV \text{ pri } T = 20^\circ C$$

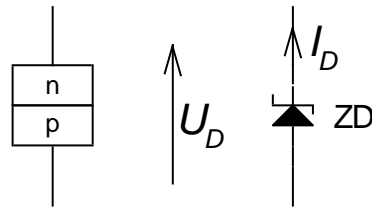
Za negativne napetosti U_D govorimo o zapornem delu karakteristike, takrat je tok za majhne napetosti U_D minimalen in enak $-I_S$ (tipično $10^{-9}A$, močno odvisno od temperature). Pri zaporni napetosti U_{ZD} , ki jo imenujemo Zenerjeva napetost, tok hitro naraste. Karakteristika Zenerjeve diode je narisana na sliki 3.2. Zaradi strmega dela karakteristike v zapornem delu jo uporabljamo kot vir konstantne napetosti tako, da zaporedno z njo vežemo upornik R, slika 3.3. Upornik omejuje tok I_{ZD} skozi Zenerjevo diodo in je enak:

$$I_{ZD} = \frac{U_V - U_{ZD}}{R}$$

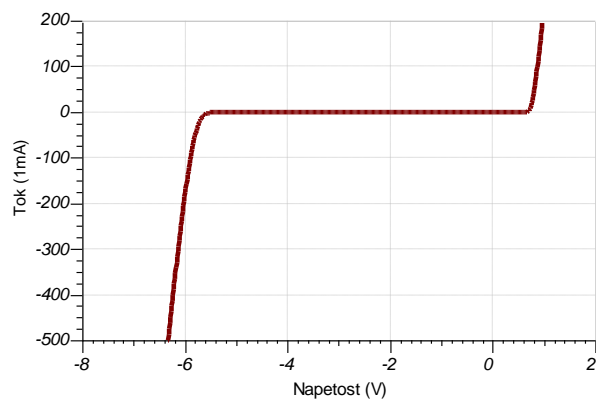
Poskrbeti moramo le, da je vhodna napetost U_V večja od Zenerjeve napetosti uporabljene diode in že imamo vir konstantne napetosti U_{ZD} , ki je neodvisna od vhodne napetosti. Zenerjeve diode izdelujejo za različne Zenerjeve napetosti tako, da čistemu polprevodniku primešajo ravno prave količine nečistoč. Tipične vrednosti so enake standardnim številom za vrednosti elementov v elektroniki (na primer 3,3V, 3,9V, 4,7V, 5,6V, 6,2V, 8,2V, 10V, 12V, 15V, ...). Temperaturno najbolj stabilne so tiste Zenerjeve diode, ki so delane za napetosti okrog 5,6V, s tako bomo tudi opravili poskus. Tistim z manjšimi Zenerjevimi napetostmi se vrednost s temperaturo manjša, tistim z večjimi pa večja.

Na vsakem elementu se električna energija pretvarja v toploto, moč je produkt napetosti na elementu in toka skozenj. Za Zenerjevo diodo zapišemo:

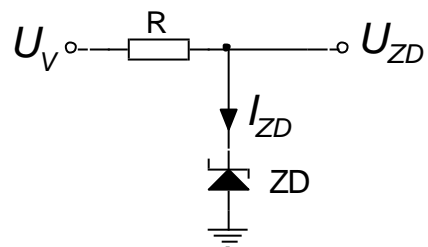
$$P_{ZD} = U_{ZD} \cdot I_{ZD}$$



Slika 3.1: Zenerjeva dioda shematsko in elektronski simbol zanjo



Slika 3.2: Tipična karakteristika Zenerjeve diode za 5,6V



Slika 1.3: Tako zvežemo Zenerjevo diodo za stabilizacijo napetosti

Tok skozi diodo greje polprevodniški spoj; če je temperatura preveč naraste, smo ob Zenerjevo diodo. Glede na sposobnosti odvajanja toplote so Zenerjeve diode izdelane za določeno moč, naša na primer za moč 0,5W. To torej pomeni, da sme skozi teči največ 90mA, zato pri $U_V = 12V_{max}$ izberemo upornik $R = 220\Omega$. S takim upornikom omejimo tok na 64mA.

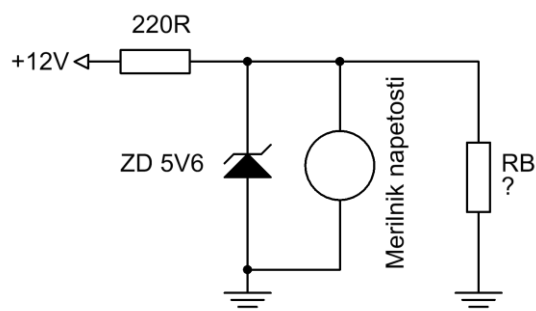
Ko vzporedno k Zenerjevi diodi priključimo breme R_B , del toka Zenerjeve diode prevzeme breme. Dokler teče tok tudi skozi Zenerjevo diodo, je napetost na bremenu enaka Zenerjevi napetosti. Če je upornost bremena R_B premajhna, ves tok namesto skozi diodo steče skozi breme in napetost na bremenu pade pod Zenerjevo napetost. Takrat nimamo več opravka s konstantno napetostjo.

Merilo za odvisnost izhodne napetosti od toka skozi Zenerjevo diodo podaja strmina karakteristike v zapornem delu. Bolj, ko je karakteristika strma, manj je napetost na diodi odvisna od toka skozi diodo. Strmino ovrednotimo kot kvocient $\Delta U_{ZD} / \Delta I_{ZD} = R_{ZD}$. Dioda z manjšo upornostjo R_{ZD} bolje stabilizira napetost, tipične vrednosti pa so do nekaj sto Ω .

3.2 Naloga

3.2.1 Sestavi testno vezje po sliki 3.4 in ga preskusi

- Uporabi dva AVO-metra za merjenje napetosti na Zenerjevi diodi ZD1 in toka skozi diodo. Opravi niz meritev pri različnih vrednostih vhodne napetosti U_V , ki jo lahko spreminjaš s potenciometrom na univerzalnem napajalniku.
- Nariši U-I karakteristiko Zenerjeve diode v zaporni smeri.
- Določi vrednost U_{ZD} in R_{ZD} .
- Izračunaj največji tok skozi breme, ki še dopušča napetost U_{ZD} na Zenerjevi diodi, izračun preveri tako, da na mesto R_B vežeš upornik z izračunano vrednostjo.



SLIKA 3.4: VEZJE Z ZENERJEVO DIODO