

2006–11–14

Arbetspunkt Q

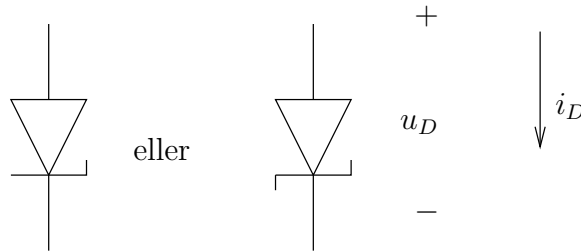
(fig1). KVL:

$$u_A = u_D + i_D \cdot R$$

$$i_D = \frac{u_A}{R} - \frac{u_D}{R}$$

(fig2).

Zenerdiod Symbol: se figur 1.



Figur 1. Symbolen för zenerdiod

Karakteristik (fig3).

EXEMPEL (zenerdiod i zenerområdet) (fig4). Om $U_s > E_z$, (fig5).

$$i = \frac{U_s - E_z}{R + r_z}$$

$$\Delta i = \frac{\Delta U}{R + r_z}$$

$$\Delta u_0 = \Delta i \cdot r_z$$

$$\frac{\Delta u_0}{\Delta u} = \frac{r_z}{R + r_z}$$

Om $R = 1\text{k}\Omega$, $r_z = 2\Omega$:

$$\frac{\Delta u_0}{\Delta u} = \frac{2}{1000} = \frac{1}{500}$$

Bipolära transistorn (BJT)

Fysisk struktur: två typer: pnp, npn. (fig6). Symbol: (fig6).

Transistorn har tre tillstånd:

Aktiv. BE-pn-övergången är framspänd, BC-pn-övergången är backspänd.

Strypt. Båda pn-övergångarna är backspända.

Bottnad. Båda pn-övergångarna är framspända.

Laddningstransport, npn-transistorn i aktiva området (enkel modell). (fig8)

BE-pn-övergång framspänd. e^- från emitter till bas.

Bas-region tunn. e^- känner av negativ collectorpotential, dras mot collector.

Det initiala laddningsflödet styrs av u_{BE} .

Bipolära transistorer, samband mellan ström och spänning.

Utgå ifrån Shockleys ekvation (npn-transistor). (fig9).

$$-i_E = I_{ES} \left(e^{\frac{u_{BE}}{v_T}} - 1 \right)$$

(Jämför med diodekvationen, $\eta = 1$). I_{ES} mellan 10^{-12} och 10^{-16} A.

$$V_T = \left(\frac{kT}{q} \right) \approx 25 \text{ mV vid rumstemperatur}$$

(fig10). KCL: $i_B + i_C + i_E = 0$

Låt α :

$$\alpha = -\frac{i_C}{i_E}$$

$$i_C = \underbrace{\alpha I_{ES}}_{I_s} \left(e^{\frac{u_{BE}}{v_T}} - 1 \right)$$

Antag $U_{BE} >$ några tiondels volt — aktiva området. "Ettan försummas i ekvationen".

$$i_C \approx I_s e^{\frac{u_{BE}}{v_T}}$$

och med

$$\beta = \frac{i_C}{i_B} = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

$$i_B = \frac{I_s}{\beta} e^{\frac{u_{BE}}{v_T}}$$

Ingångskaraktistik (fig11). Utgångskaraktistik (fig12).

Beteckningar

- Totala momentana värden: i_B, u_{BE}, i_C, \dots
- Pålagrade värden [AC]: i_b, u_{be}, i_c, \dots
- Fixa värden [DC]: I_B, U_{BE}, I_C, \dots

$$i_B = I_B + i_b$$

$$u_{BE} = U_{BE} + u_{be}$$

Storsignalmodeller (BJT) (fig13).