

PERANCANGAN TRANSISTOR BIPOLAR

Transistor Bipolar yang ingin dirancang memiliki spesifikasi :

- Penguatan maksimum 100 (Current Gain boleh lebih kecil 100).
- Bandwidth yang harus mampu di bawa 100KHz.
- Power output 1000 Watt

Parameter yang harus dicari adalah :

- berapa doping yang harus digunakan.
- berapa kedalaman material tipe-N & tipe-P.
- berapa besar area / luas kontak aluminium yang harus digunakan.

Misal diambil doping $N_{AB} = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ dan $N_{DE} = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$.

Pada $T = 300 \text{ K}$, bisa diketahui nilai mobilitas (grafik) :

$$\mu_p = \text{mobilitas hole} = 350 \text{ cm}^2/\text{V.s}$$

$$D_N = m_n \cdot \frac{KT}{q} = 720 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{V.s}} (0.0259 \text{ V}) = 18,648 \text{ cm}^2 / \text{s}$$

$$D_P = m_p \cdot \frac{KT}{q} = 350 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{V.s}} (0.0259 \text{ V}) = 9,065 \text{ cm}^2 / \text{s}$$

$$t_{bb} = \frac{1}{2\beta_T} = \frac{1}{2 \cdot 100 \cdot 10^3} = 1,592 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

$$t_{bb} = \frac{Wb^2}{2D_N}$$

$$Wb = \sqrt{t_{bb} \cdot 2D_N} = \sqrt{1,592 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 18,648} = 0,0077 \text{ cm} = 77 \text{ }\mu\text{m}$$

$$W_e = \frac{b \cdot Wb \cdot D_p \cdot N_{AB}}{D_N \cdot N_{DE}} = \frac{100 \cdot 0,0077 \cdot 9,065 \cdot 10^7}{18,648 \cdot 10^{18}} = 374 \text{ }\mu\text{m}$$

$$\mu_n = \text{mobilitas elektron} = 720 \text{ cm}^2/\text{V.s}$$

Dengan mengambil $N_{AB} = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ dan $N_{DE} = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, $\beta = 100$ (dari spesifikasi) , diperoleh W_e :

Lebar kolektor , bisa dicari dengan mengetahui harga BV (breakdown voltage)

$$BV = \{ 11,8 \cdot 88,54 \cdot 10^{-12} \cdot (10^7)^2 \} / \{ 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{21} \} = 32,6 \text{ V}$$

$$W_c = \left(\frac{2 \cdot e_{si} \cdot BV}{q \cdot N_{AC}} \right)^{1/2} = 6,52 \text{ }\mu\text{m}$$

Maka diperoleh :

Lebar Basis $W_b = 77 \mu\text{m}$
 Lebar Emitor $W_e = 374 \mu\text{m}$
 Lebar Kolektor $W_c = 6,52 \mu\text{m}$

Luas Kontak Alumunium :
 Diasumsikan transistor sebagai penguat daya kelas A

$$nB(0) = n_{b0} \cdot \exp\left(\frac{V_{BE}}{V_T}\right)$$

$$nB(0) = \frac{n_i^2}{N_{AC}} \exp\left(\frac{V_{BE}}{V_T}\right)$$

$$nB(0) = \frac{2,25 \cdot 10^{20}}{10^{15}} \exp\left(\frac{0,7}{0,0259}\right) = 1,23 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-2}$$

$$R_L = 50 \text{ ohm}$$

$$P_o = I_c^2 \cdot R_L / 2$$

$$I_{nc} = q \cdot A \cdot D_n \cdot n_b(0) / W_b$$

Luas alumunium kontak :

$$A = I_{nc} \cdot W_b / \{q \cdot D_n \cdot n_B(0)\}$$

$$= 6,3245 \cdot 0,0077 / (1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 18,648 \cdot 1,23 \cdot 10^{17}) \text{ cm}$$

$$= 0,1327 \text{ cm}$$

$$= 1327 \mu\text{m}$$

$$P_{ne}(0) = P_{neo} \cdot \exp\left(\frac{V_{BE}}{V_T}\right)$$

$$P_{ne}(0) = \frac{n_i^2}{N_{DE}} \exp\left(\frac{V_{BE}}{V_T}\right)$$

$$P_{ne}(0) = \frac{2,25 \cdot 10^{20}}{10^{18}} \exp\left(\frac{0,7}{0,0259}\right) = 1,23 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-2}$$

$$I_{pe} = q \cdot A \cdot D_p \cdot \frac{(P_{ne}(0) - P_{neo})}{W_E}$$

Arus yang masuk ke emitor :

$$\text{Luas kontak alumunium emiter } A = 1320,8 \mu\text{m}^2.$$

Keuntungan menggunakan kontak sisir :

- Performansi lebih baik pada frekuensi tinggi
- Dapat digunakan untuk arus kolektor yang besar
- Lebar difusi emiter cukup kecil
- Frekuensi osilasi emiter cukup tinggi

Ambil $g_{\pi} = 0,29$

$$G_m = g_{\pi} / h_{fe} = 0,29 / 100 = 2,9 \cdot 10^{-3}$$

Pada emiter base junction , $a = 10^{32} \text{ m}^{-4}$, $kt/g = 0,034$

$$C_{jeo} = \frac{e}{W} = A \left[\frac{g \cdot a \cdot e^2}{12 \cdot V_{bi}} \right]^{1/3} = 2,35 \cdot 10^{-3} \text{ pF}$$

$$\alpha = 1/3, \text{ maka, } V_{bie} = 1,907 \text{ volt}$$

$$C_{je} = \frac{C_{jeo}}{(1 - V_{BE} / V_{bie})} \approx 6,45 \text{ pF}$$

One sided abrupt junction CB (collector base) :

$$C_{jco} = A \sqrt{\frac{g \cdot e_s \cdot N_{DC}}{2 \cdot V_{bie}}} = 9,133 \text{ pF}$$

$$C_{jc} = \frac{C_{jco}}{\left[1 - \frac{V_{bc}}{V_{bie}} \right]^{1/2}} = 1,225 \text{ nF}$$

