



TRANSISTOR BIPOLAR (BJT)

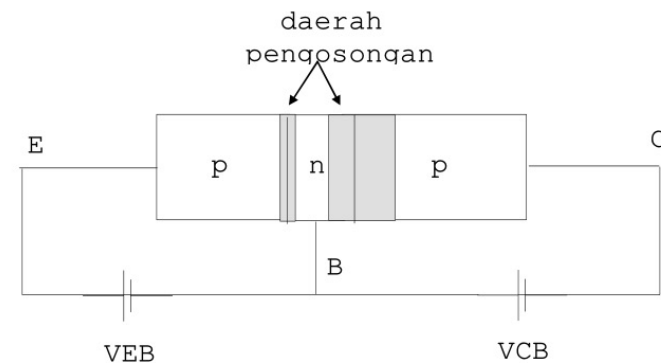
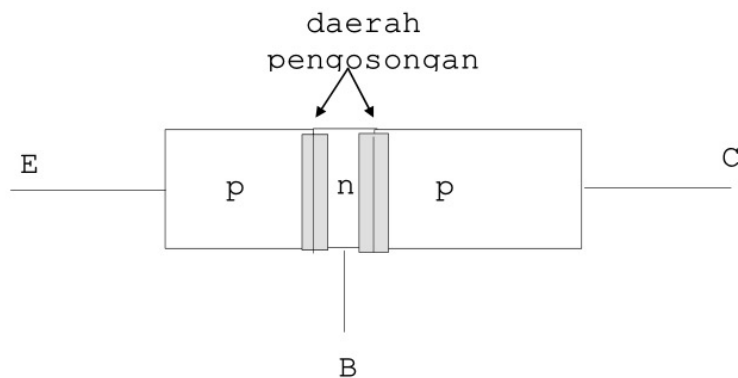
Tabel 3.1 Daerah kerja transistor berdasarkan tegangan bias

Daerah kerja	Bias	Bias
	emitor basis	kolektor basis
Aktif	Maju	Mundur
Mati (cut-off)	Mundur	Mundur
Jenuh (saturasi)	Maju	Maju

TABEL DAERAH KERJA

Struktur BJT

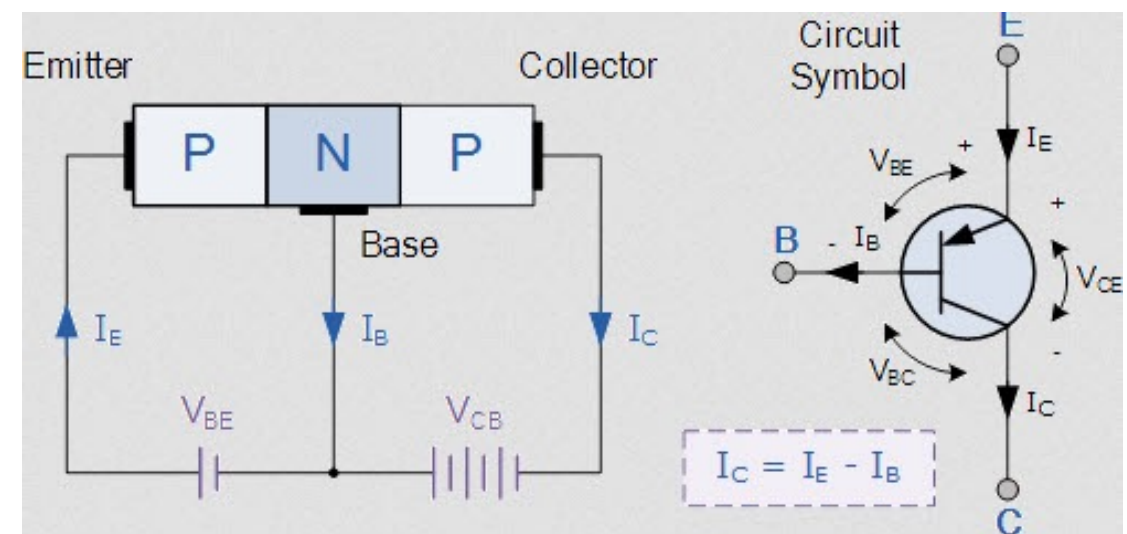
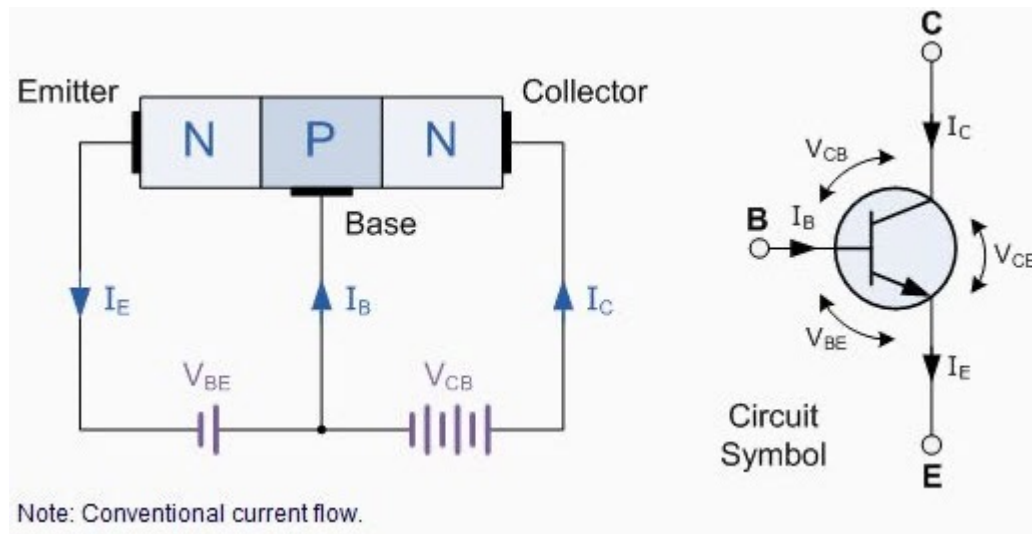
- 3 kaki, Emitter, Basis, Kolektor (2 jenis struktur BJT: NPN dan PNP)
- Gambar di bawah PNP dan Pada saat di daerah Aktif
- Kaki E-B diberi forward, daerah pengosongan menyempit
- Kaki B-C diberi reverse, daerah pengosongan makin lebar
- Karena layer basis sangat tipis dan konditivitasnya sangat rendah, arus dari E tidak mengalir ke B, tapi mengalir ke C dan membobol daerah pengosongan.



PNP vs NPN

TABLE 1: SUMMARY OF THE OPERATION MODES DEPENDING ON VOLTAGES

Voltage Relations	NPN	PNP
$V_E < V_B < V_C$	Active	Reverse
$V_E < V_B > V_C$	Saturation	Cutoff
$V_E > V_B < V_C$	Cutoff	Saturation
$V_E > V_B > V_C$	Reverse	Active



Persamaan arus BJT

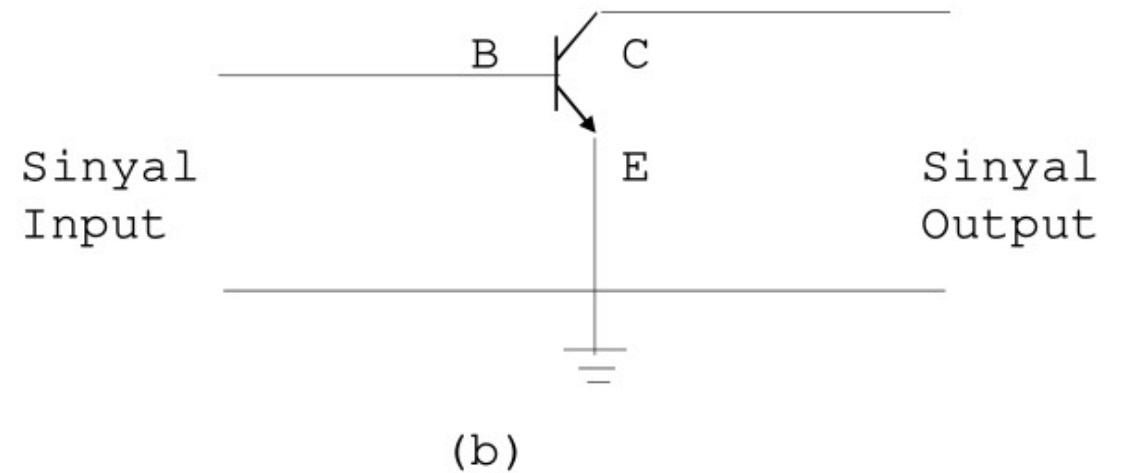
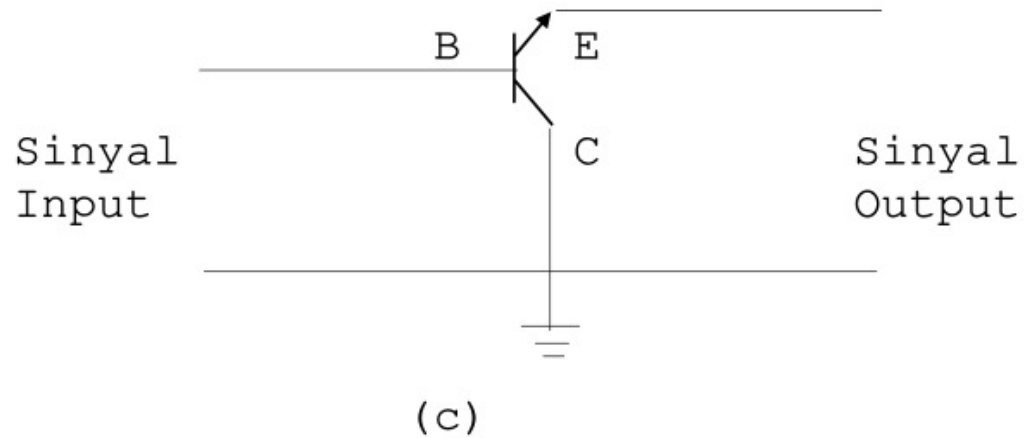
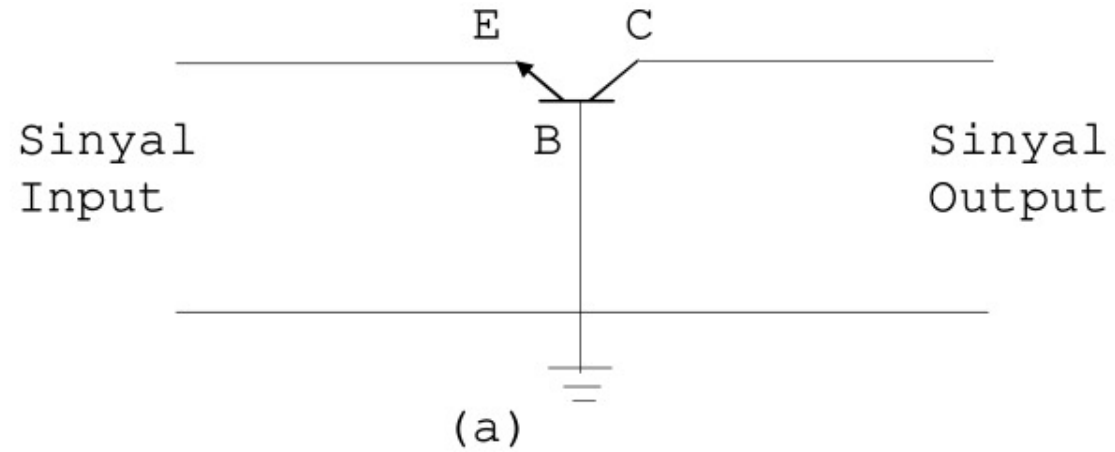
- Arus dari E sebagian kecil ke B dan sebagian besar ke E

$$I_E = I_C + I_B$$

- Karena arus ke B sangat kecil untuk penyederhanaan $I_E \cong I_C$

Konfigurasi Bias BJT

- a. Common Base
- b. Common Emitter
- c. Common Collector



Karakteristik Penguatan Arus BJT

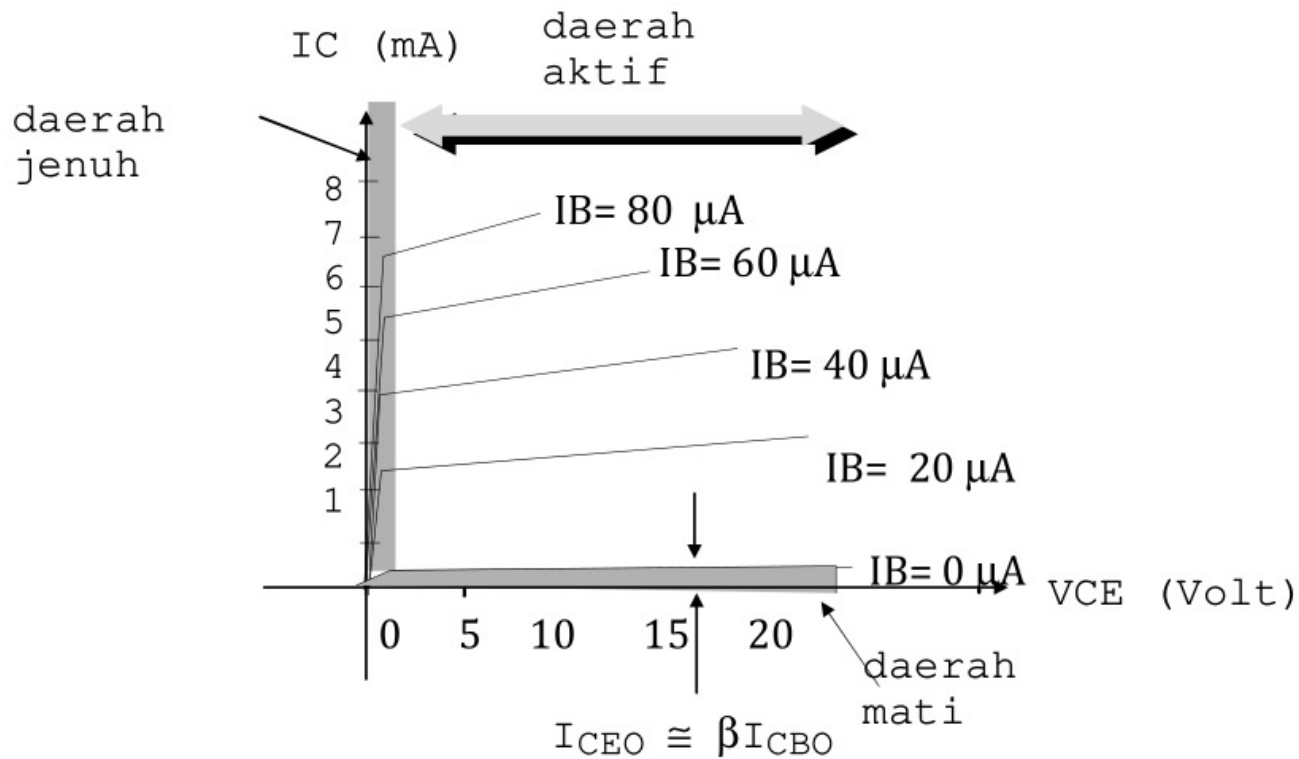
◦ β atau h_{fe} dan α

$$\begin{array}{lll} \beta = I_C / I_B & \longrightarrow & I_B = I_C / \beta \\ \alpha = I_C / I_E & \longrightarrow & I_E = I_C / \alpha \end{array}$$

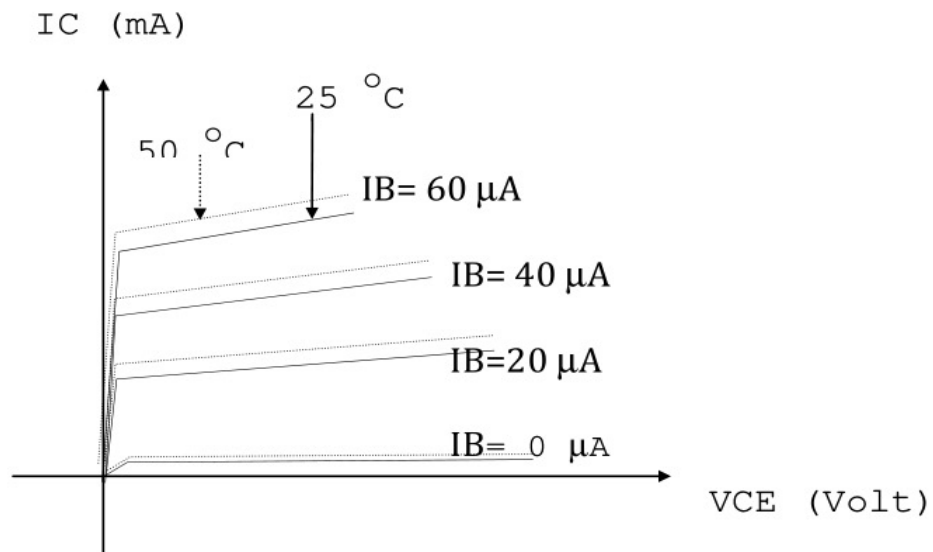
$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

$$\alpha = \frac{\beta}{\beta + 1}$$

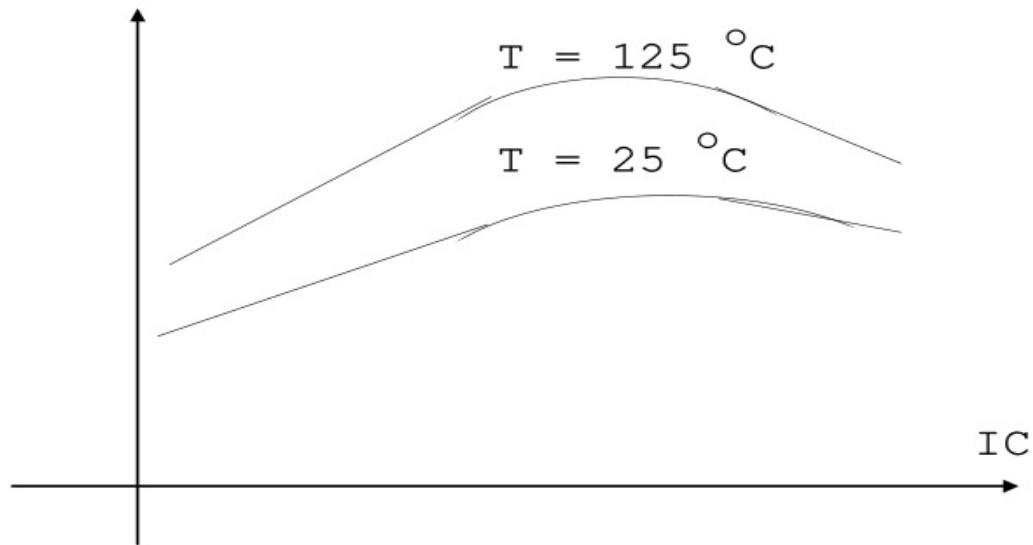
Kurva karakteristik Transistor



- Aktif: sebagai penguat
- Jenuh (saturasi): sebagai saklar posisi ON
- Mati (cut-off): sebagai saklar posisi OFF
- Supaya dapat bekerja pada daerah aktif (sebagai penguat) perlu pengaturan bias
- Rangkaian bias diperlukan untuk mendapatkan arus I_B , I_C , V_{CE} dan titik kerja daerah aktif yang tepat (biasanya di tengah-tengah daerah aktif)



Gambar 3.11 Pengaruh perubahan temperatur terhadap arus kolektor I_C . β atau h_{fe}



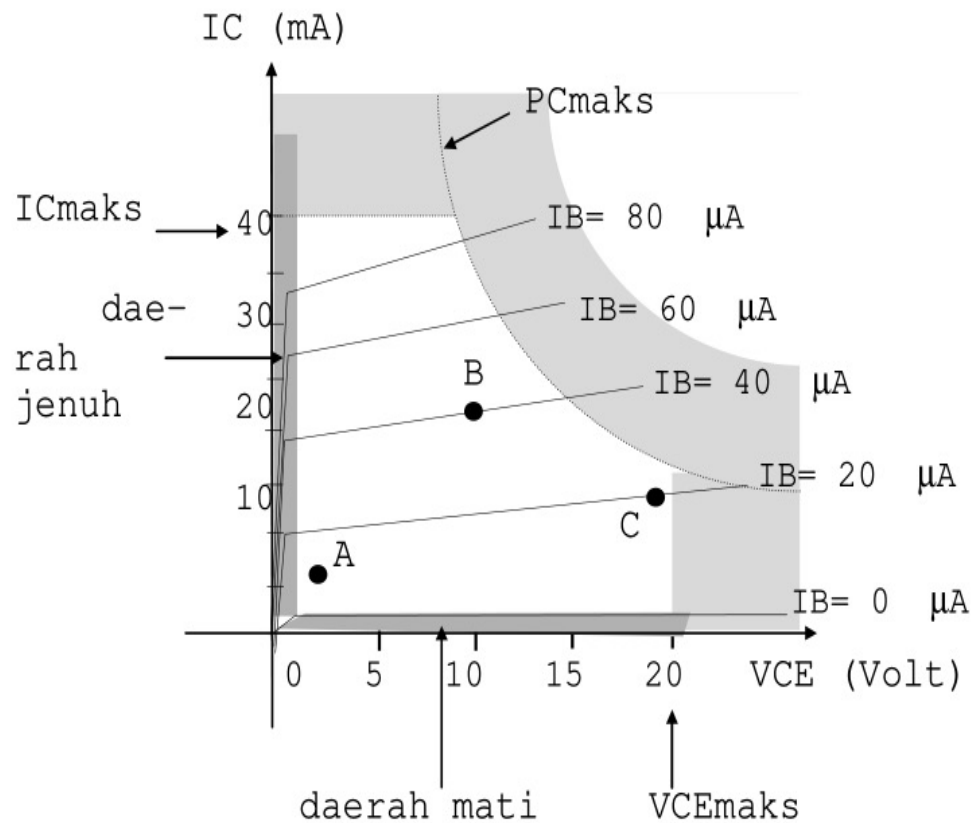
Gambar 3.12: Variasi β (h_{fe}) terhadap I_C dan temperatur

Lanjutan

- Titik kerja, dan karakteristik internal BJT (β , α) sangat dipengaruhi oleh suhu
- Dengan bias yang tepat, pengaruh suhu ini dapat diminimalkan
- Pengaruh suhu ini dapat mengakibatkan hasil perancangan penguat tidak sesuai yang diinginkan

Penguat Sinyal dengan BJT

- Supaya BJT dapat menguatkan sinyal input AC kecil, dia membutuhkan rangkaian tegangan DC
- Dalam setiap analisis rangkaian penguat BJT selalu melibatkan analisis AC dan DC.
- Pemberian tegangan DC pada BJT diperlukan untuk mendapatkan level arus yang tetap sehingga dapat ditentukan titik kerja BJT
- Titik kerja sering disebut titik-Q (Quiescent point)



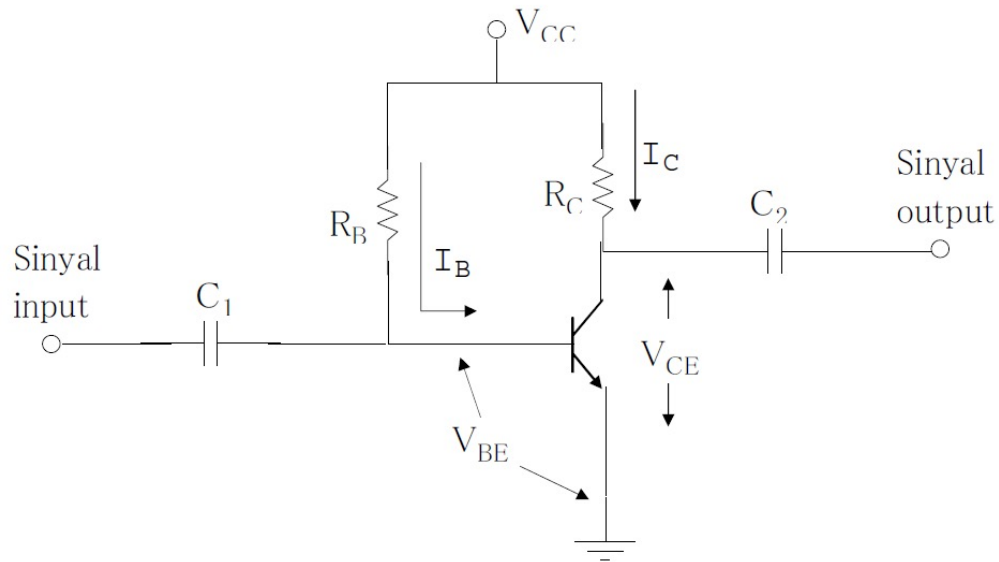
- Agar rangkaian menguatkan sinyal tanpa cacat, letakkan titik kerja di tengah daerah aktif
- Jangan letakkan titik kerja di luar batas maksimum arus (I_C) dan tegangan (V_{CE}) dari batas (lihat datasheet)
- Contoh ada 3 titik kerja aktif A, B, C

Contoh Titik Kerja BJT

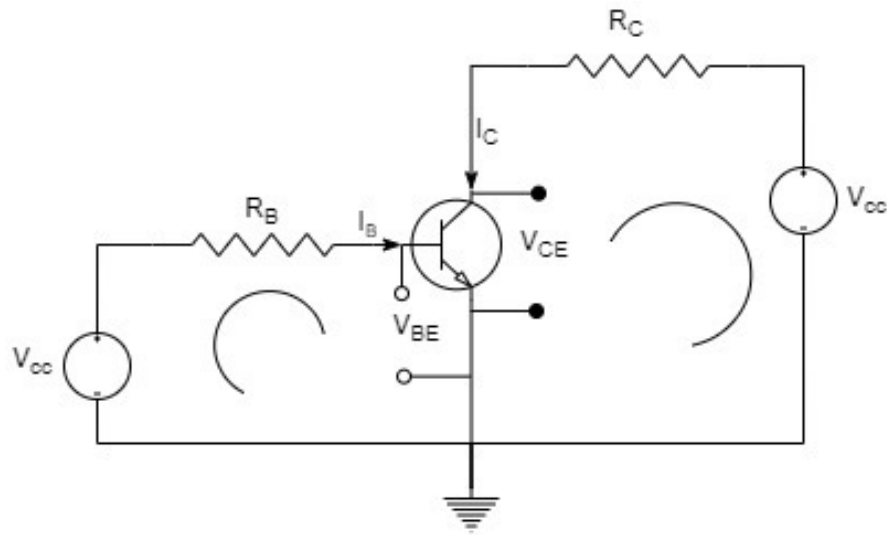
- Titik A $V_{CE}=2\text{ V}$, $I_C=7\text{ mA}$. Titik B $V_{CE}=10\text{ V}$, $I_C=21\text{ mA}$. Titik C $V_{CE}=19\text{ V}$, $I_C=11\text{ mA}$
- Titik A kurang tepat karena terlalu dekat dengan titik 0 daerah mati dan saturasi. Hasil penguatan akan cacat
- Titik C juga kurang baik karena terletak hampir paa batas kemampuan VCE BJT, sehingga transistor cepat panas, lebih mudah rusak dan mempengaruhi karakteristik penguatan.
- Titik B pilihan terbaik karena terletak di tengah-tengah sehingga transistor dapat menguatkan sinyal secara maksimum

Rangkaian Bias

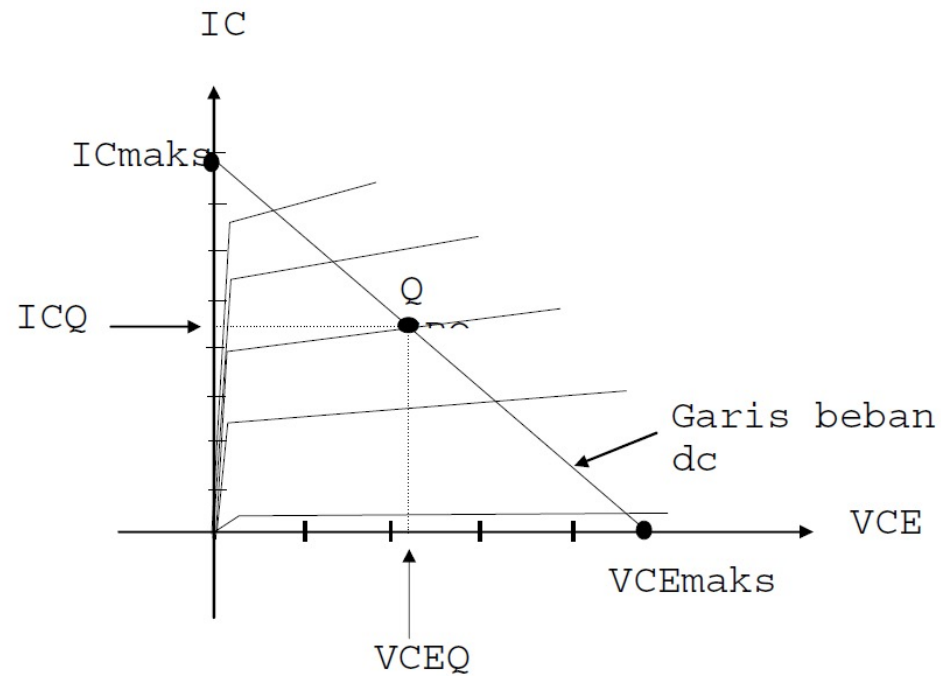
- Rangkaian Bias Tetap
- Dalam analisis transistor dilakukan pemisahan analisis DC (belum melibatkan sinyal input) dan analisis AC (melibatkan sinyal input) yang diperkuat
- Analisis bias dilakukan dengan analisis DC
- C_1 dan C_2 dikenal dengan coupling capacitor, berfungsi untuk melewatkan sinyal AC dan memblock sinyal DC
- Sehingga arus DC tidak masuk ke titik input dan output. Sehingga untuk analisis DC capacitor akan open circuit



Analisis bias tetap

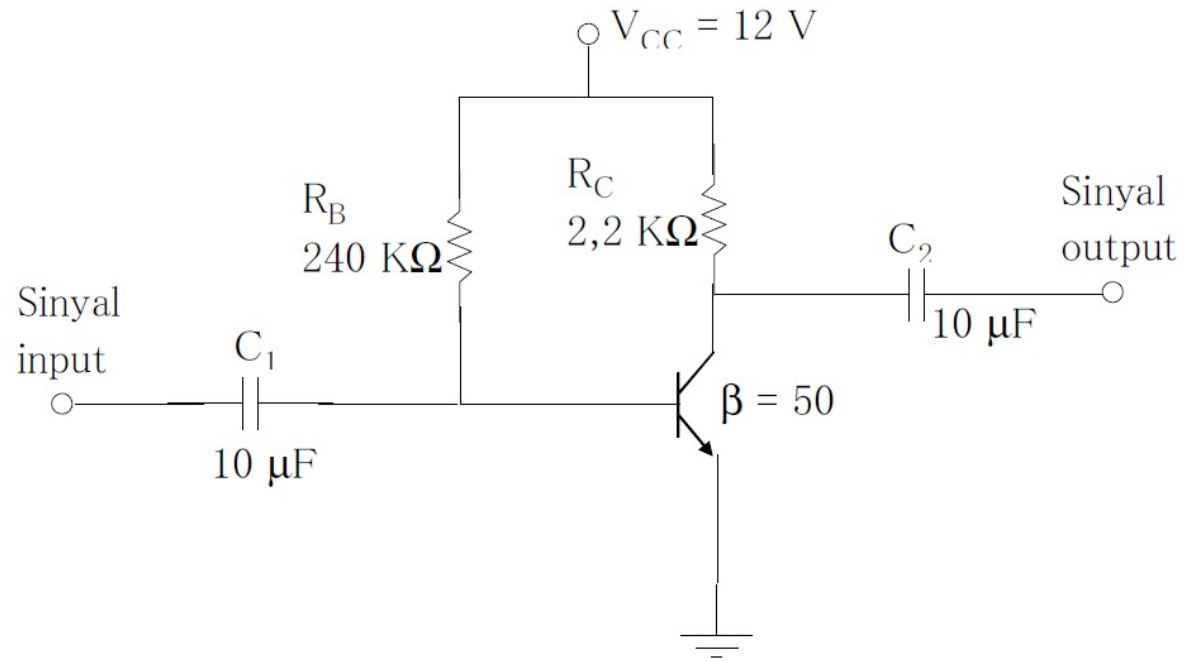


- 3 variabel yang perlu dicari = I_B , I_C , V_{CE}
- Pertama cari I_B analisis loop kiri
- $V_{CC} = I_B R_B + V_{BE}$ ($V_{BE} = 0.7 \text{ V}$)
- $I_B = (V_{CC} - 0.7) / R_B$
- Cari $I_C = \beta I_B$
- Cari V_{CE} dari loop kanan
- $V_{CC} = I_C R_C + V_{CE}$
- $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$
- Ketiga variabel tadi diperlukan untuk mencari titik kerja (Q point) sehingga seringkali ditulis I_{BQ} , I_{CQ} , V_{CEQ}



Grafik titik kerja Bias Tetap

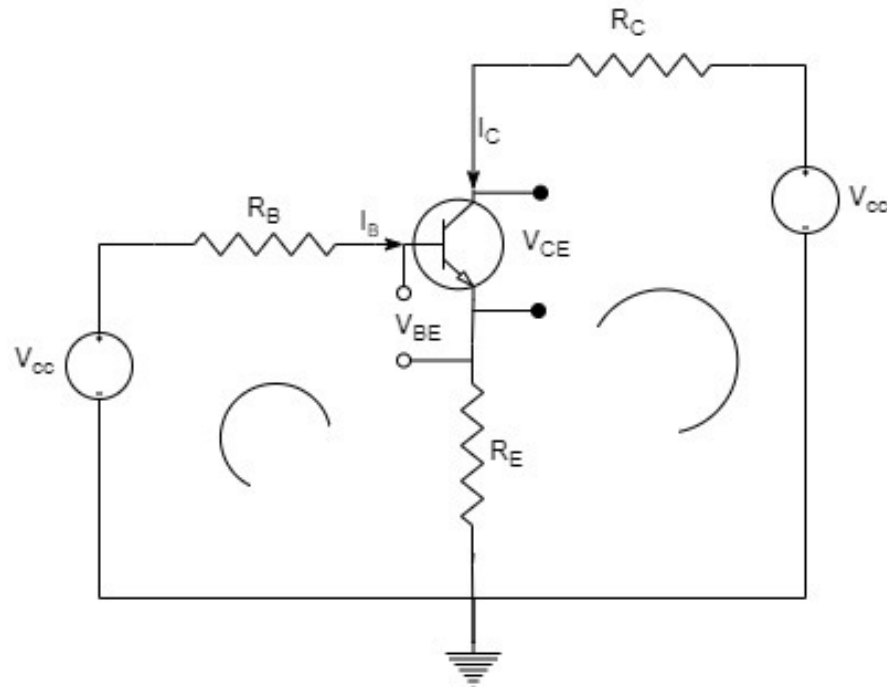
- Untuk menggambar garis beban (kurva V_{CE} terhadap I_C (slide 11)) perlu dicari V_{CEmaks} dan I_{Cmaks} .
- Dari $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$ (V_{CEmaks} terjadi saat $I_C = 0$) sehingga $V_{CEmaks} = V_{CC}$
- Sebaliknya I_{Cmaks} terjadi $V_{CE} = 0$, sehingga $I_{Cmaks} = V_{CC}/R_C$



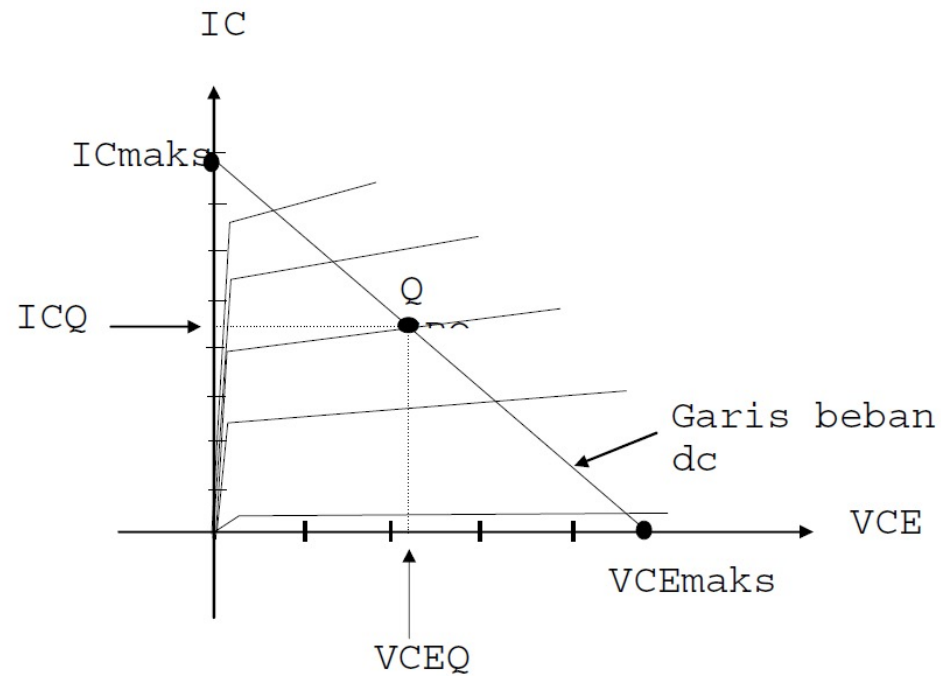
Contoh

- Tentukan I_{BQ} , I_{CQ} , V_{CEQ}
- Gambarkan grafik garis kerja transistor
- Ubah $\beta=100$ ulangi soal 1 dan 2

Bias tetap dengan stabilisasi resistor

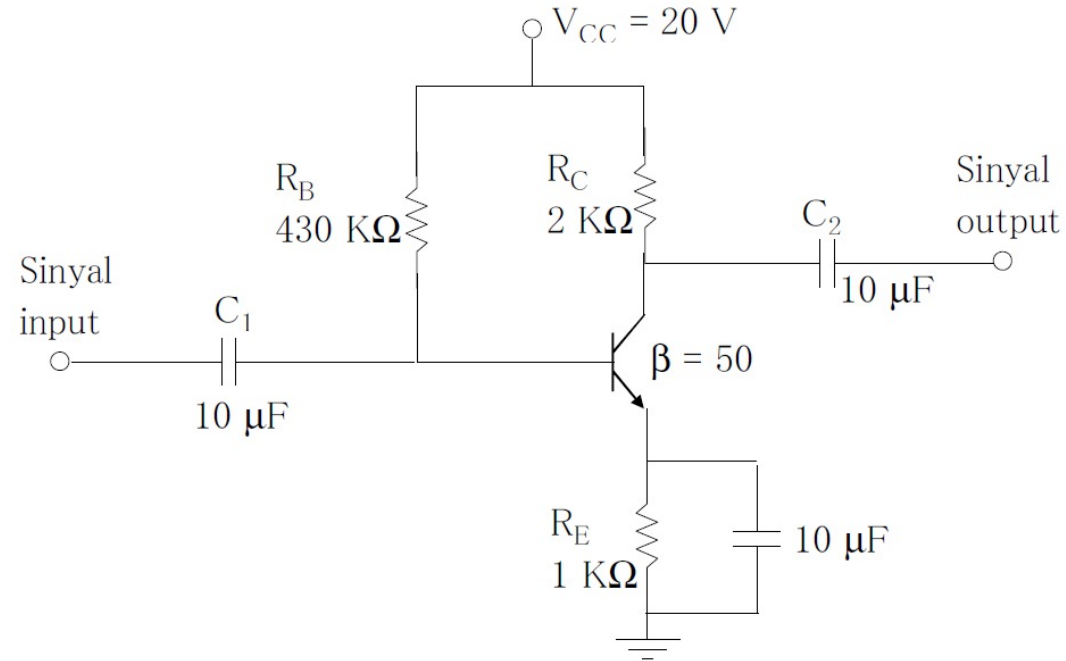


- Mengatasi pengaruh perubahan β , pada bias tetap ditambahkan resistor pada emitter (R_E)
- Loop kiri $V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} + I_E R_E$
- Ingat bahwa $I_E = I_C + I_B$ dan $I_C = \beta I_B$ sehingga
- $V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} + (\beta + 1) I_B R_E$
- **$I_B = (V_{CC} - 0.7) / (R_B + (\beta + 1) R_E)$**
- Cari **$I_C = \beta I_B$**
- Loop kanan $V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + I_E R_E$
- Karena I_B sangat kecil sehingga $I_E \approx I_C$
- $V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + I_E R_E$
- **$V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_E + R_C)$**



Grafik titik kerja Bias Tetap dengan stabilisasi R_E

- Sama seperti sebelumnya cari V_{CEmaks} dan I_{Cmaks}
- $V_{CEmaks} = V_{CC}$
- $I_{Cmaks} = V_{CC} / (R_C + R_E)$



Contoh

- Tentukan I_{BQ} , I_{CQ} , V_{CEQ}
- Gambarkan grafik garis kerja transistor
- Ubah $\beta=100$ ulangi soal 1 dan 2