

## Elektronika Dasar - 3

# Transistor Bipolar BJT Bipolar Junction Transistor



- ✦ bentuk fisik transistor NPN dan PNP
- ✦ injeksi mayoritas dari emiter, lebar daerah base, rekomendasi hole-elektron, efisiensi emiter
- ✦ persamaan arus tegangan pada transistor dengan kurva arus tegangan
- ✦ karakteristik transistor dengan kurva arus tegangan
- ✦ faktor penguatan arus dan tegangan
- ✦ konfigurasi common emitter, common base dan common collector
- ✦ daerah operas: aktif, cutoff dan saturasi dan aplikasinya
- ✦ tegangan-tegangan pada pada dioda B/E dan dioda B/C, dan hubungan arus collector dan arus base pada ketiga daerah operasi
- ✦ jenis-jenis pemberian prategangan: bias tetap, emiter bias, voltage divider, dc bias dengan feedback tegangan, prategangan yang lain
- ✦ analisa garis beban untuk menentukan titik kerja
- ✦ efek perubahan temperatur terhadap parameter transistor
- ✦ menentukan stabilitas transistor untuk berbagai konfigurasi prategangan
- ✦ Rangkaian gerbang logika dengan menggunakan transistor



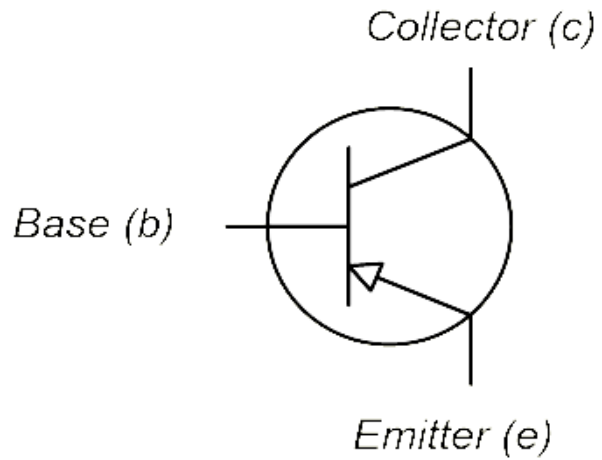
# BJT

## Bipolar Junction Transistor

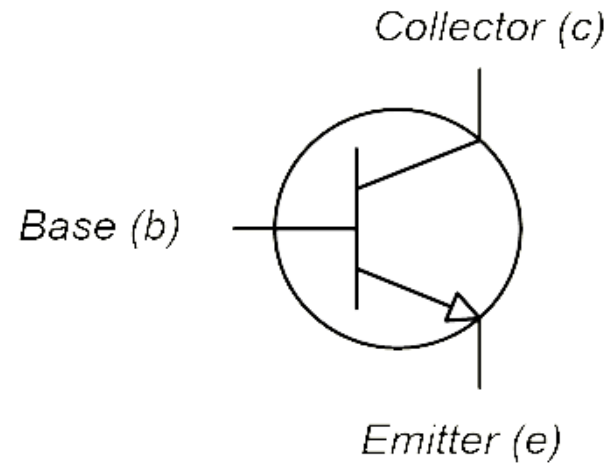
- ✦ Selama tahun 1904 – 1947 vacuum tube digunakan sebagai komponen elektronika
- ✦ Pada akhir 1947 ditemukan transistor sebagai pengganti dari vacuum tube
- ✦ Transistor tersusun atas tiga buah lapisan semikonduktor (tipe-n dan tipe-p)
- ✦ Transistor bipolar (BJT)
  - ✦ NPN (contohnya tipe 2N3904)
  - ✦ PNP (contohnya tipe 2N3906)



# Lambang BJT



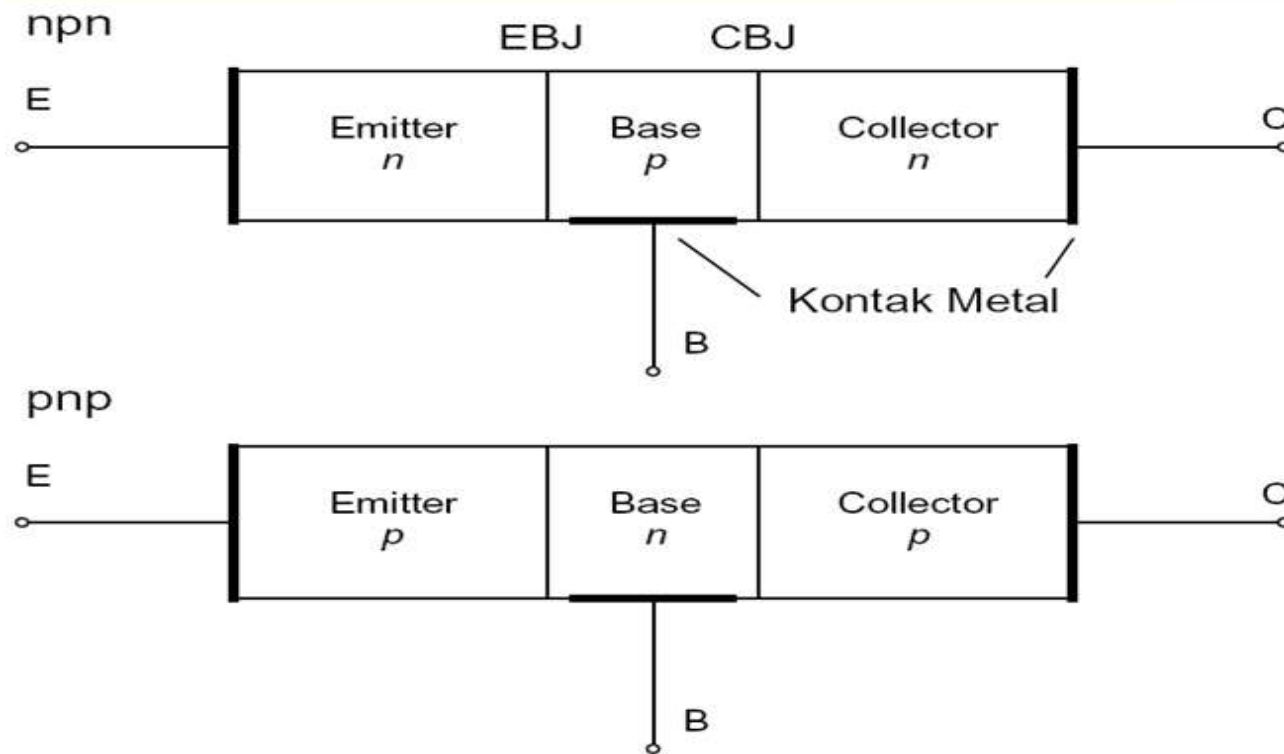
pnp transistor



npn transistor



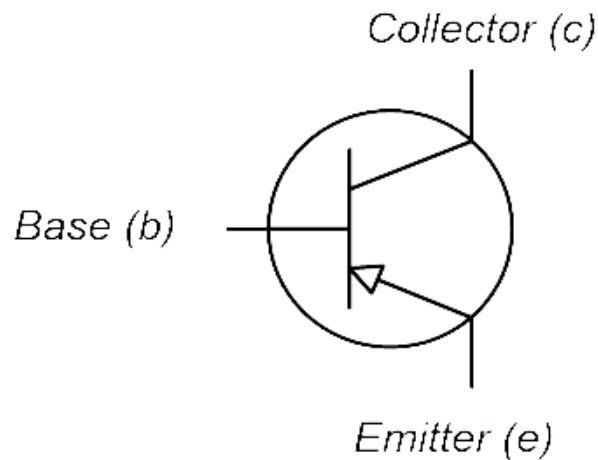
# Struktur Fisik BJT



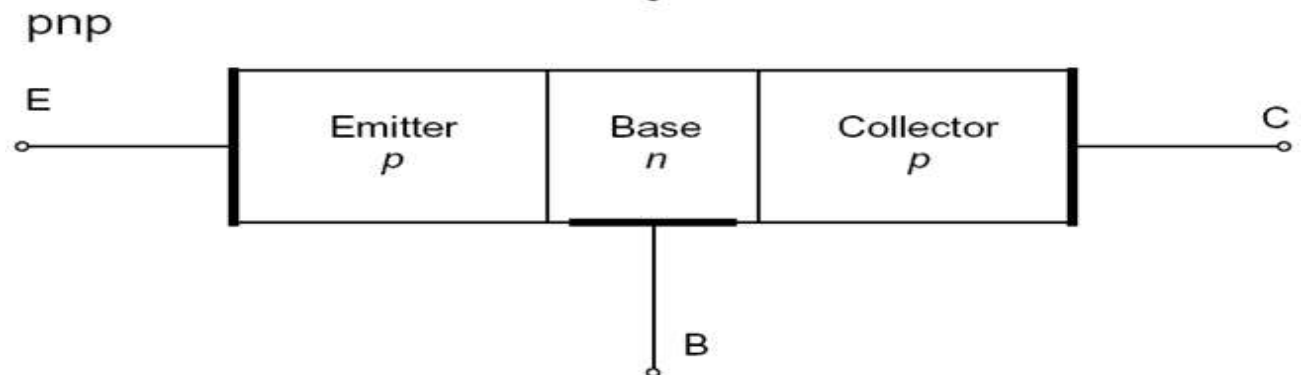


# Transistor PNP

- ✚ Bagian junction Base-Emitter → reverse bias
- ✚ Bagian junction Base-Collector → forward bias



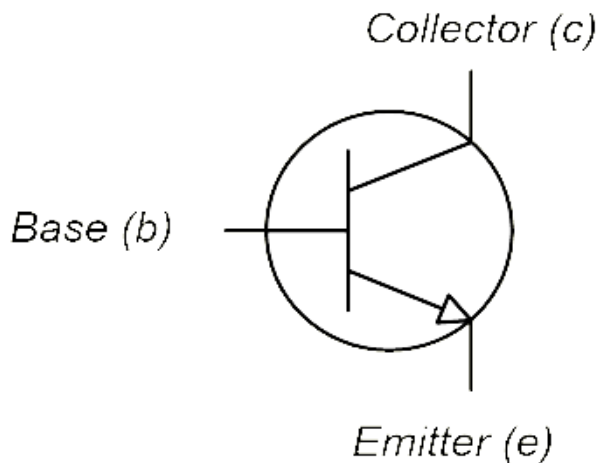
pnp transistor



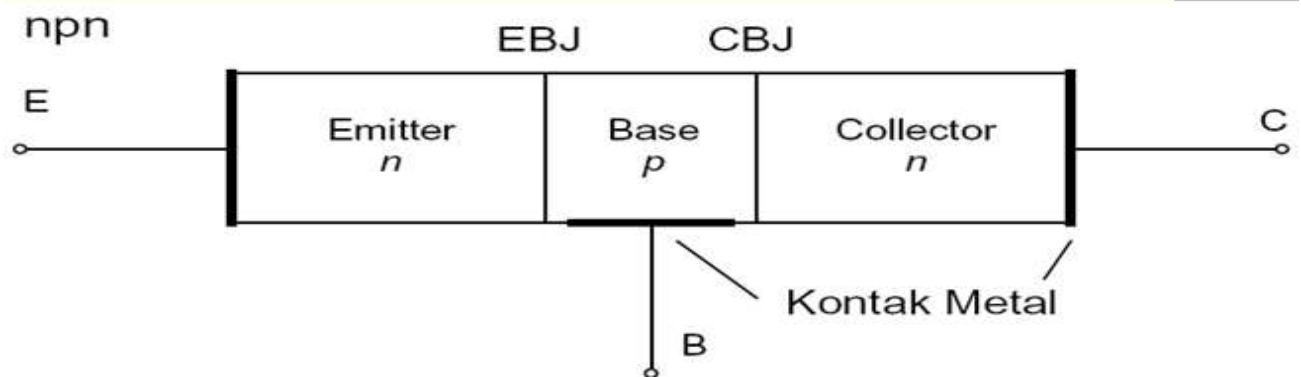


# Transistor NPN

- + Bagian junction Base-Emitter → forward bias
- + Bagian junction Base-Collector → reverse bias

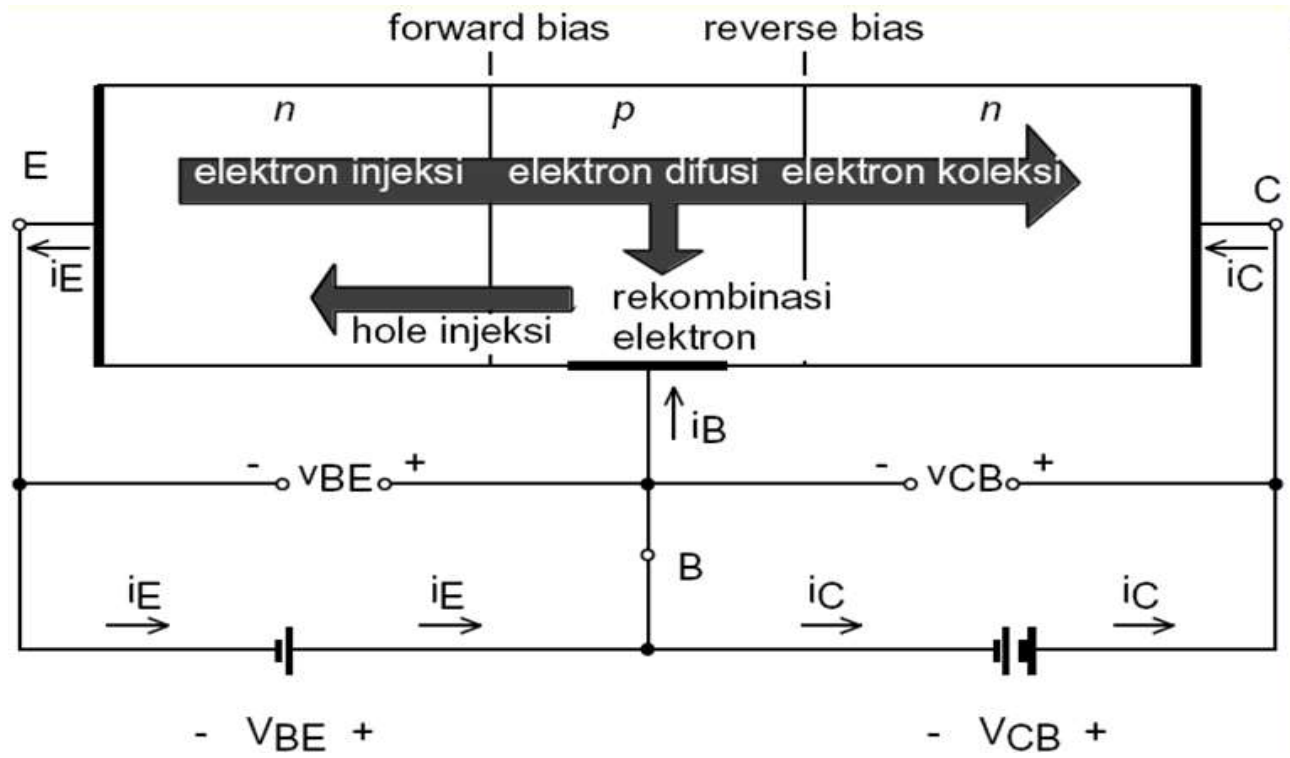


npn transistor





# Aliran Arus pada BJT





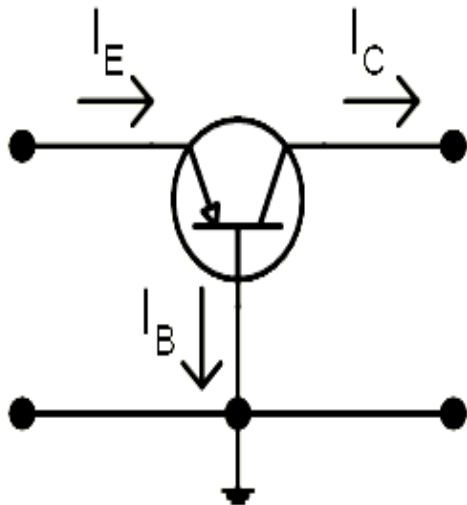


# Common Base Configuration

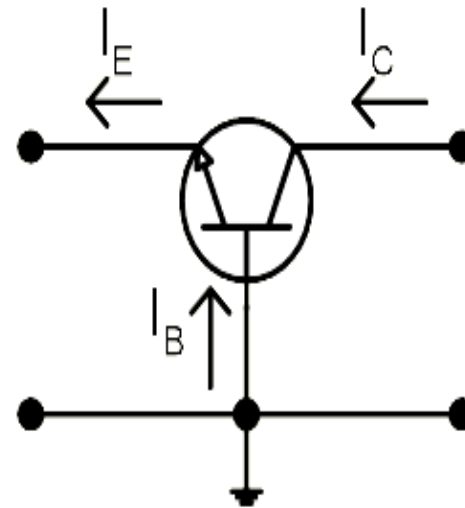
- + Base (basis) dihubungkan bersama ke bagian input dan output dari transistor
- + Biasanya base dihubungkan ke ground



# Common Base Configuration PNP dan NPN



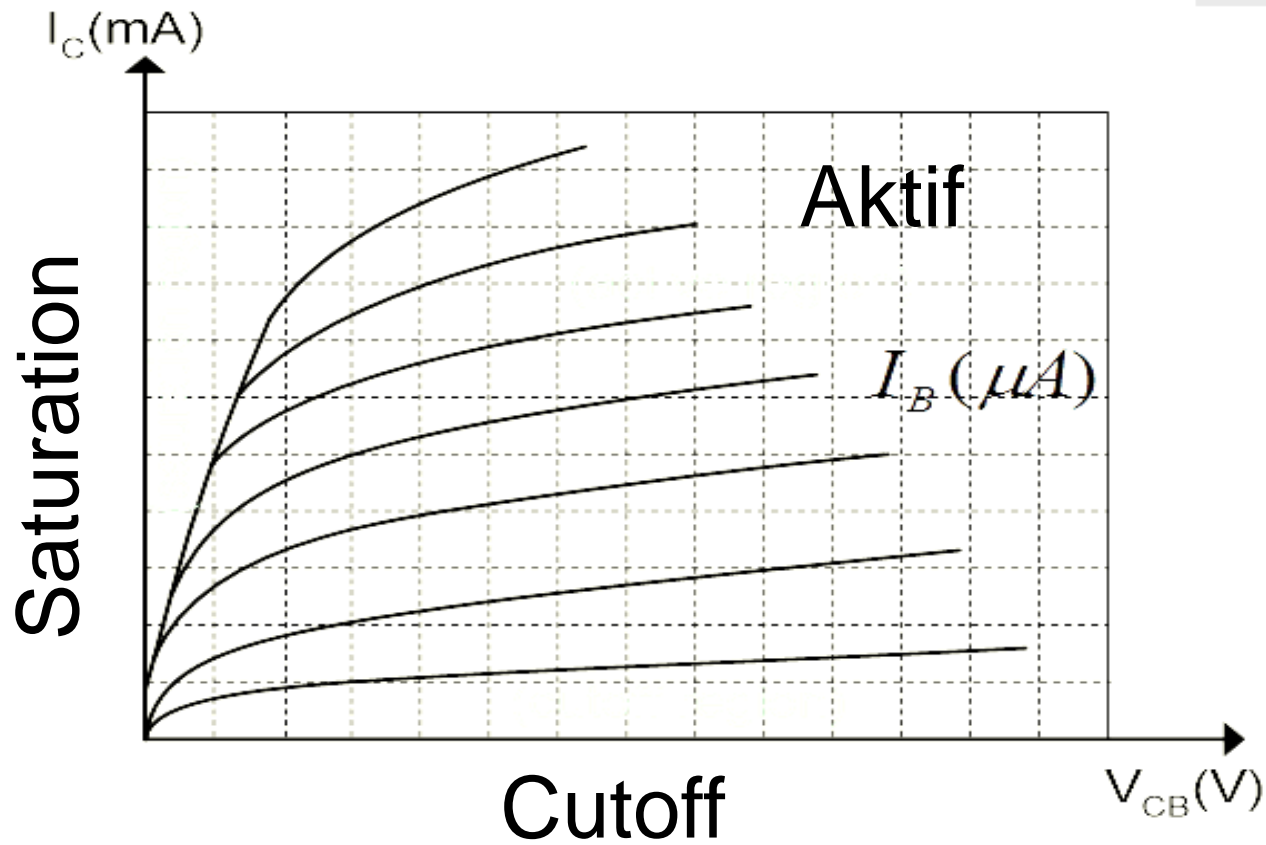
Common Base Configuration  
untuk Transistor pnp



Common Base Configuration  
untuk Transistor npn



# Kurva Karakteristik Common Base Configuration





# Kurva Karakteristik Common Base Configuration

- ✚ Pada **Active Region**, collector-base mengalami reverse bias, sementara base-emitter mengalami forward bias
- ✚ Pada **Cutoff Region**, collector-base dan base-emitter mengalami reverse bias
- ✚ Pada **Saturation Region**, collector-base dan base-emitter mengalami forward bias



## Alpha ( $\alpha$ )

- + Dalam analisa DC, besarnya arus  $I_C$  berkaitan dengan besarnya arus  $I_E$  yang diakibatkan adanya pembawa mayoritas
- + Hubungan ini disebut dengan alpha (  $\alpha$  )

$$\alpha_{dc} = \frac{I_C}{I_E}$$

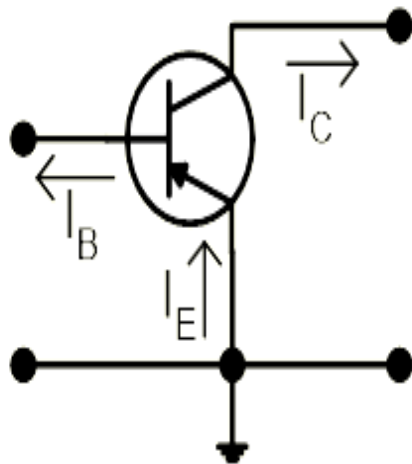


# Common Emitter Configuration

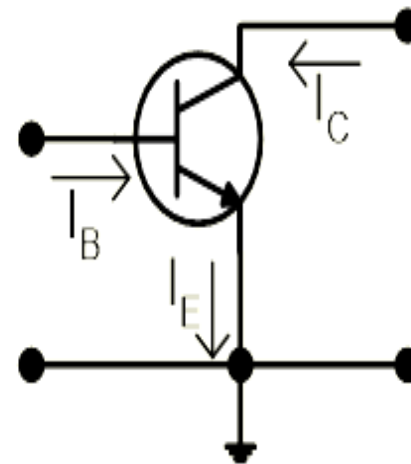
- + Emitter dihubungkan bersama ke bagian input dan output dari transistor
- + Biasanya emitter terhubung ke ground



# Common Emitter Configuration PNP dan NPN



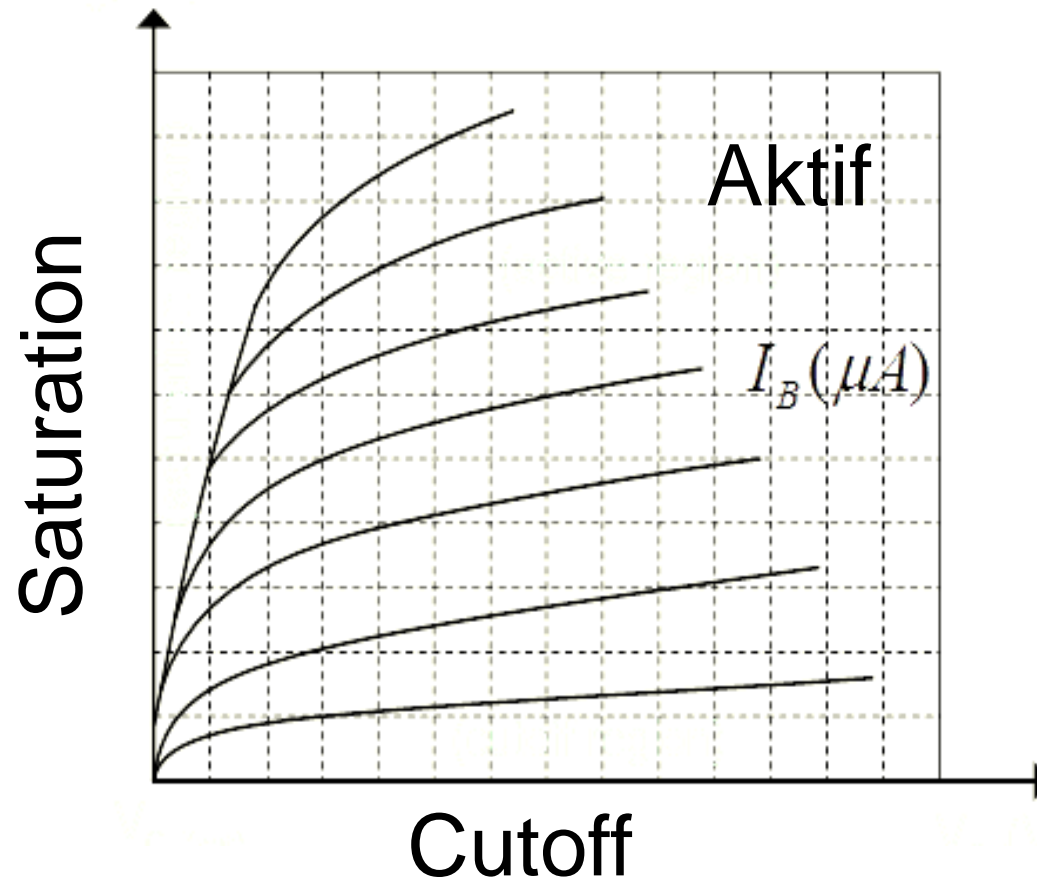
Common Emitter Configuration  
untuk Transistor pnp



Common Emitter Configuration  
untuk Transistor npn



# Kurva Karakteristik Common Emitter Configuration







# Kurva Karakteristik Common Emitter Configuration

- ✚ Pada **Active Region**, collector-base mengalami reverse bias, sementara base-emitter mengalami forward bias
- ✚ Pada **Cutoff Region**, collector-base dan base-emitter mengalami reverse bias
- ✚ Pada **Saturation Region**, collector-base dan base-emitter mengalami forward bias



# Beta ( $\beta$ )

- ✚ Dalam analisa DC, besarnya arus  $I_C$  dan  $I_B$  direlasikan dengan sebutan beta ( $\beta$ )
- ✚ Dalam datasheet,  $\beta_{dc}$  biasa dituliskan sebagai  $h_{FE}$ .

$$\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B}$$



## Hubungan antara $\alpha$ dan $\beta$

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

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

$$I_E = (\beta + 1)I_B$$

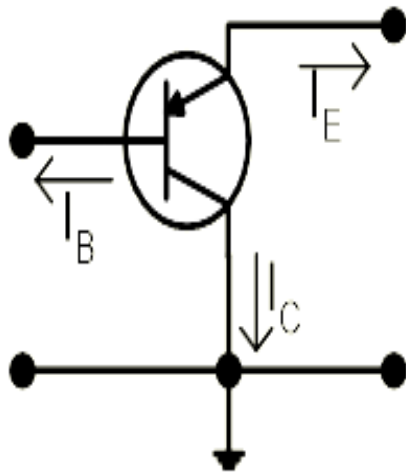


# Common Collector Configuration

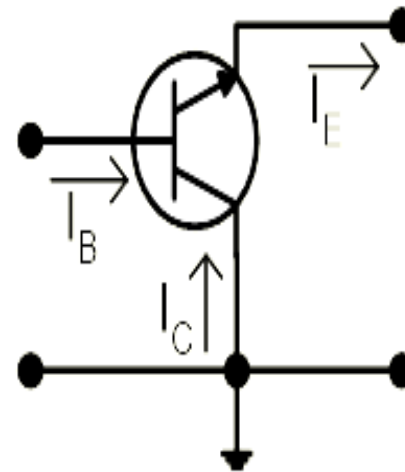
- + Collector dihubungkan bersama ke input dan output dari transistor
- + Mempunyai input impedance yang tinggi dan output impedance yang rendah



# Common Collector Configuration PNP dan NPN



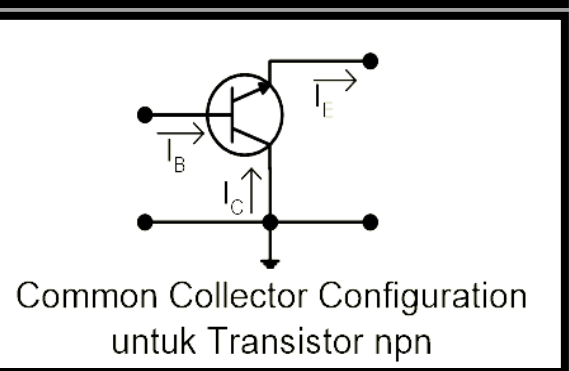
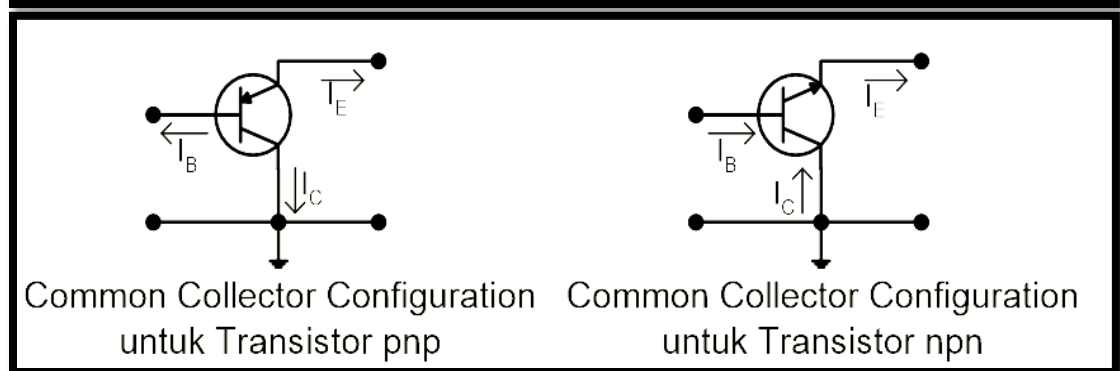
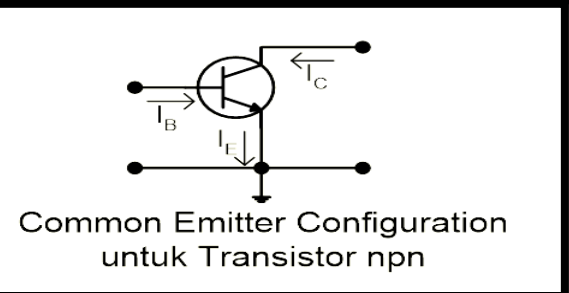
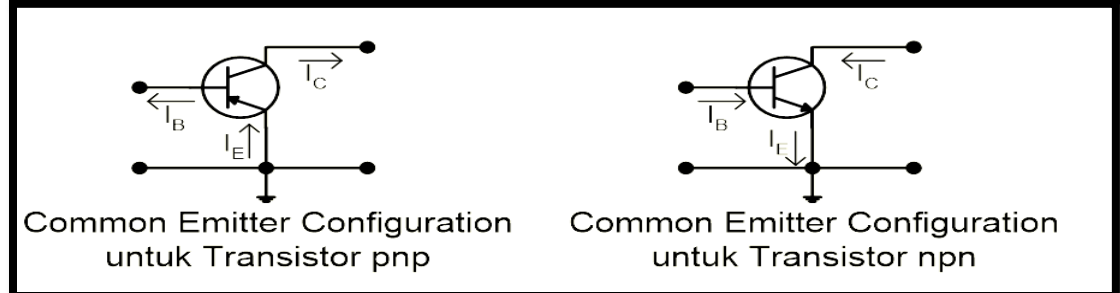
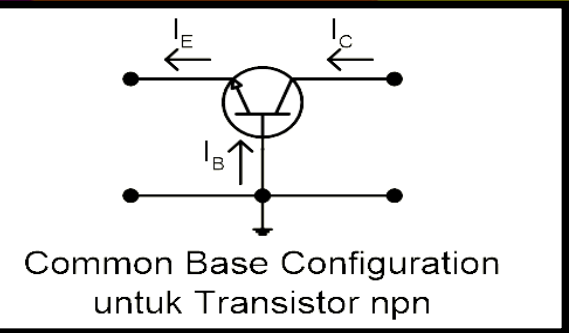
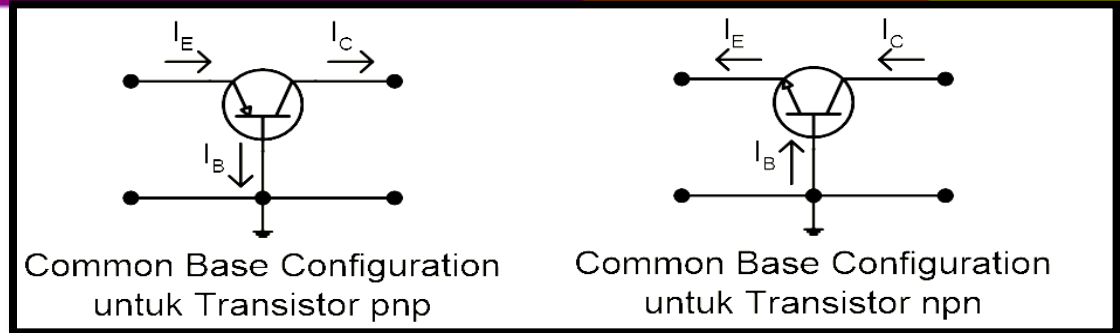
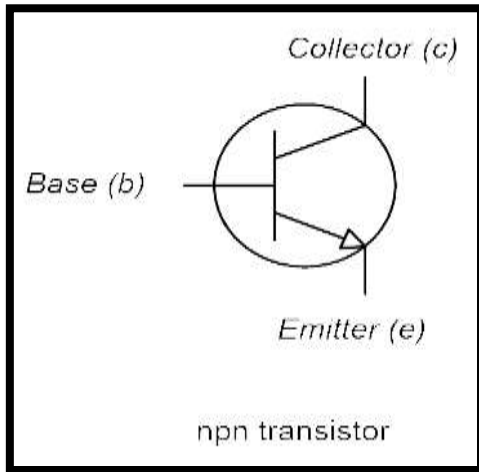
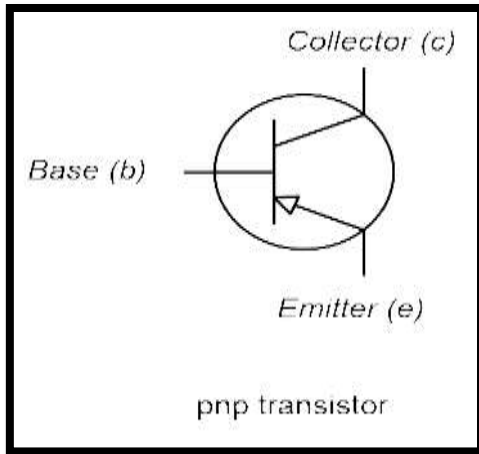
Common Collector Configuration  
untuk Transistor pnp



Common Collector Configuration  
untuk Transistor npn



# Rangkuman Common





# Rangkaian Transistor Linier

- + Rangkaian transistor linier beroperasi pada :
  - + Dioda emitter di bias forward
  - + Dioda kolektor dibias reverse



# Pembiasan BJT

- + Tujuannya untuk menentukan titik kerja transistor
- + Analisa rangkaian elektronik mempunyai 2 komponen
  - + Analisa DC
    - untuk menetapkan titik operasi dari transistor dengan jalan mengatur besarnya arus dan tegangan
  - + Analisa AC
    - penguatan tegangan dan arus, impedansi input dan output
- +  $V_{BE} = 0.7V$
- +  $I_E = (\beta + 1) I_B \cong I_C$
- +  $I_C = \beta I_B$



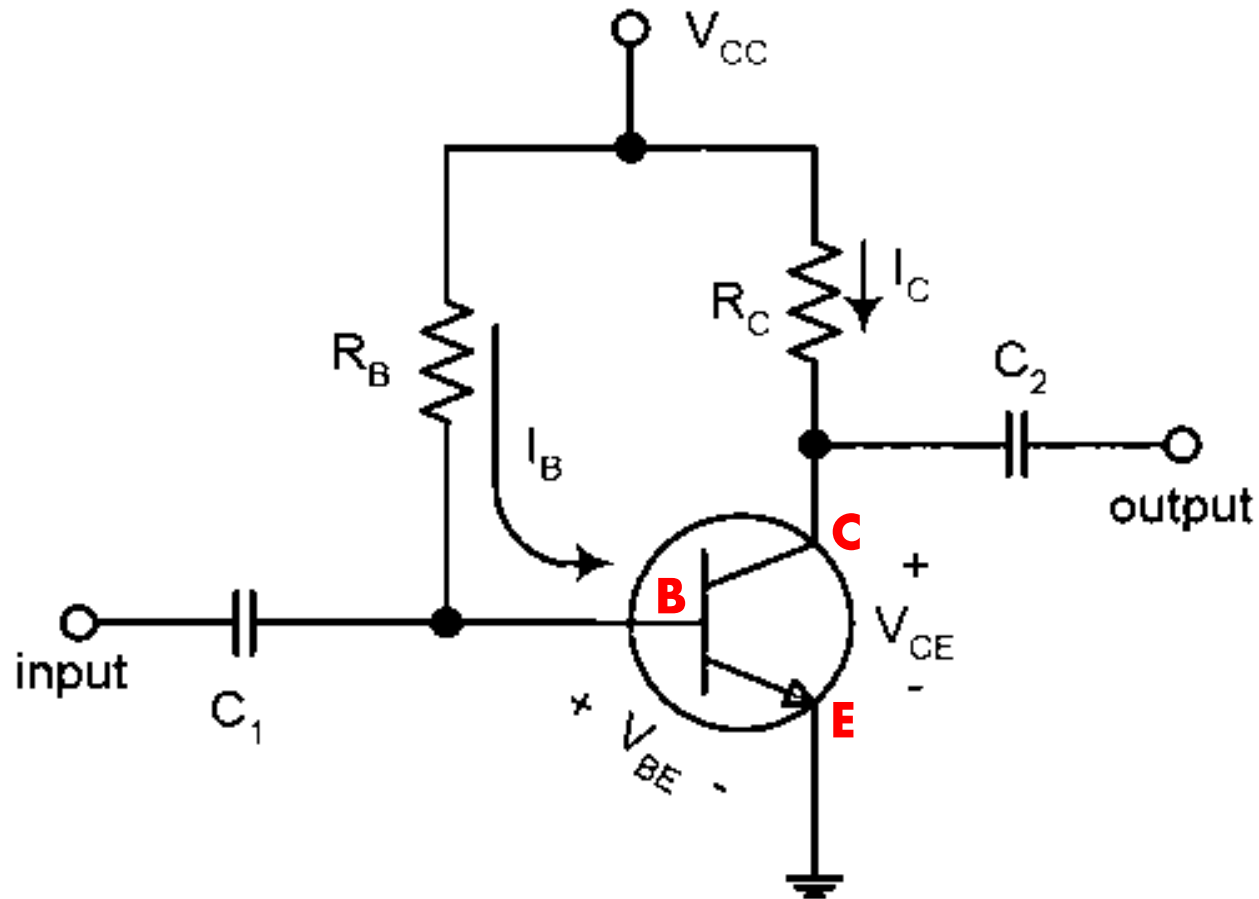


# Daerah Kerja (Titik Operasi ) pada transistor

- + Daerah aktif
- + Daerah saturasi
- + Daerah cutoff



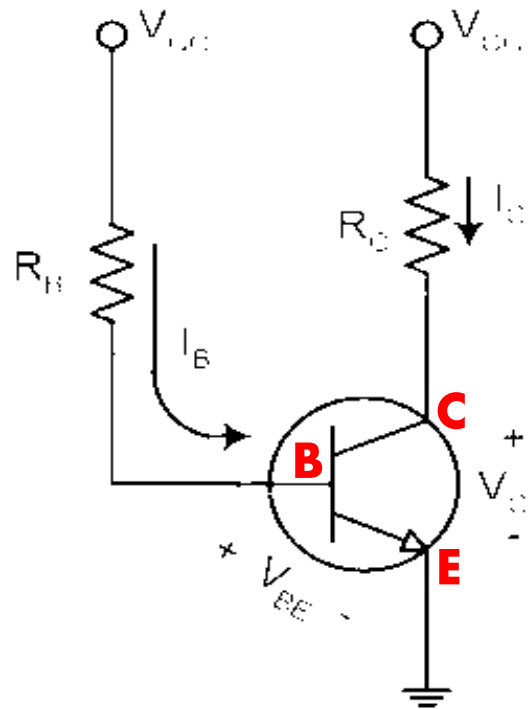
# Rangkaian Fixed Bias





# Rangkaian Fixed Bias

✚ Sederhanakan menjadi rangkaian ekivalen DC :



DC EQUIVALENT OF  
FIXED BIAS CIRCUIT



# Rangkaian Fixed Bias Forward Bias pada Basis – Emiter

✚ Menggunakan hukum Krichoff Tegangan pada loop B-E

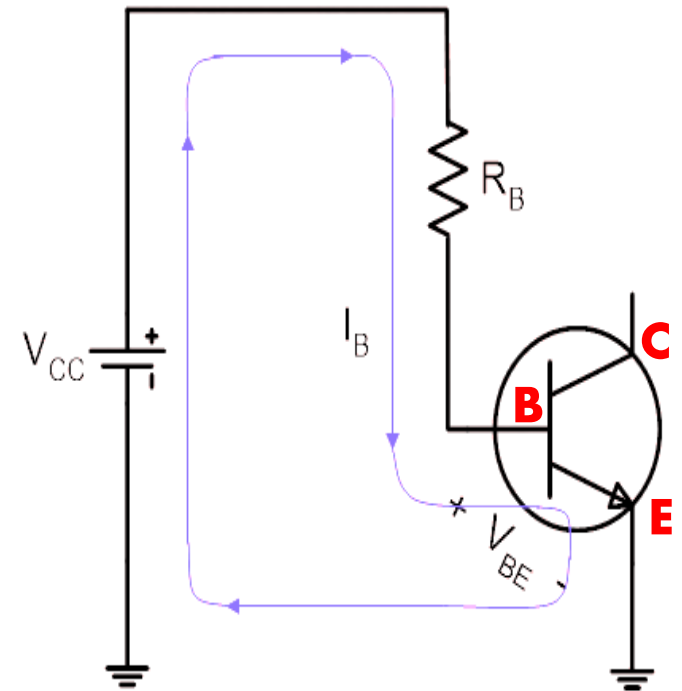
$$\text{✚ } +V_{CC} - V_B - V_{BE} = 0$$

$$\text{✚ } +V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} = 0$$

$$\text{✚ } I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$

✚ Catt :  $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$

✚ Karena  $V_{CC}$  dan  $V_{BE}$  bernilai tetap, maka Arus basis dapat diatur dengan memilih nilai  $R_B$  untuk operasi yang diinginkan



BASE - EMITTER LOOP



# Rangkaian Fixed Bias Loop Kolektor – Emitter

- ✚ Menggunakan hukum kirchoff tegangan pada loop C-E
- ✚ Nilai arus pada kolektor berhubungan

Dengan  $I_B$  dimana  $I_C = \beta I_B$

- ✚  $+V_{CC} - V_{CE} - I_C R_C = 0$

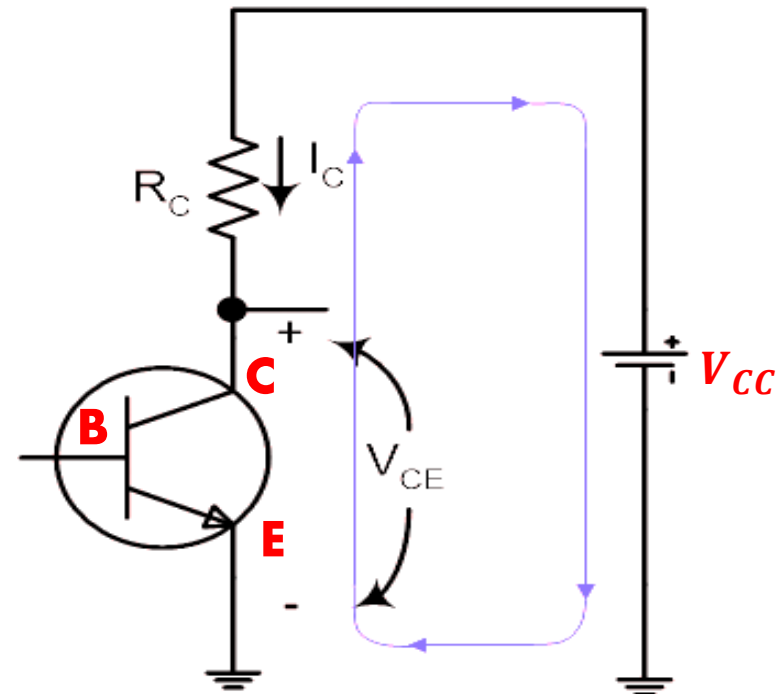
- ✚  $V_{CE} + I_C R_C - V_{CC} = 0$

- ✚  $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$

- ✚  $V_{CE} = V_C - V_E$

- ✚  $V_{BE} = V_B - V_E$

- ✚ Karena  $V_E = 0$ , maka  $V_{BE} = V_B$



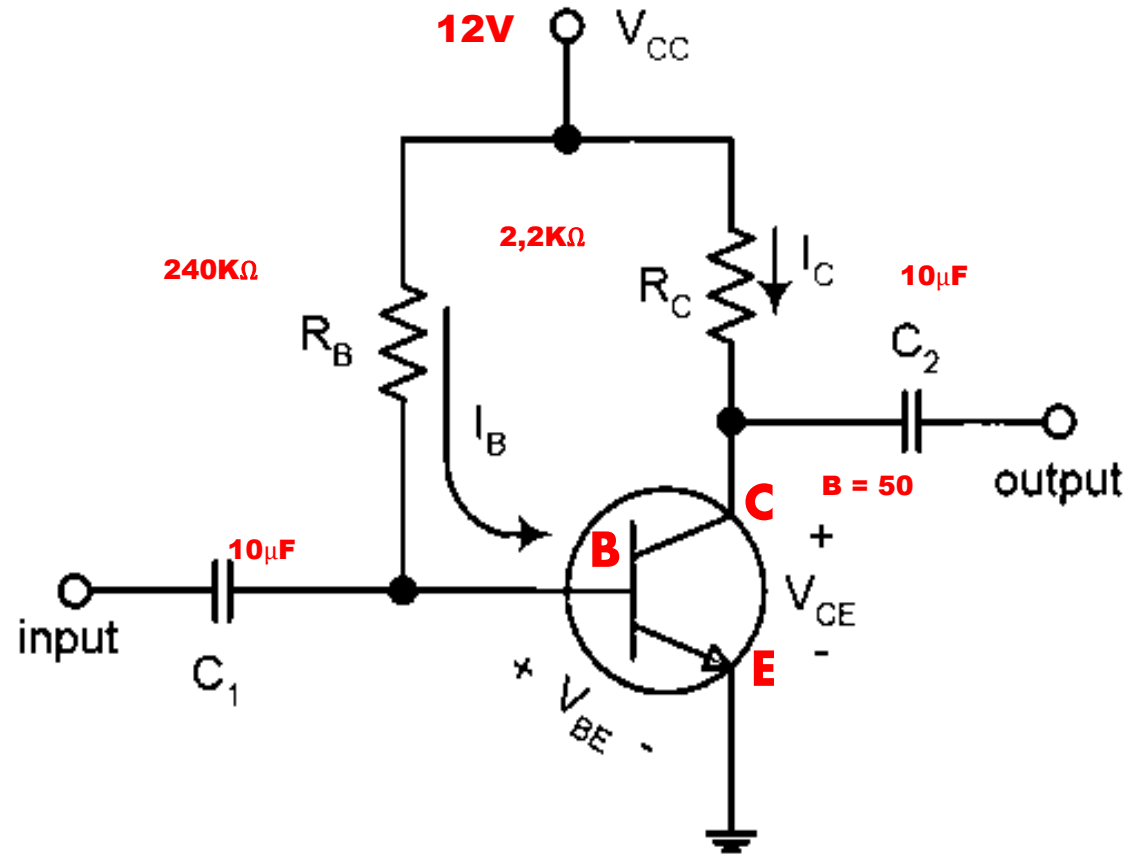
COLLECTOR - EMITTER  
LOOP



# Rangkaian Fixed Bias

## Contoh Perhitungan

- + Hitunglah nilai-nilai berikut :
- +  $I_B$  dan  $I_C$
- +  $V_{CE}$
- +  $V_B$  dan  $V_C$
- +  $V_{BC}$

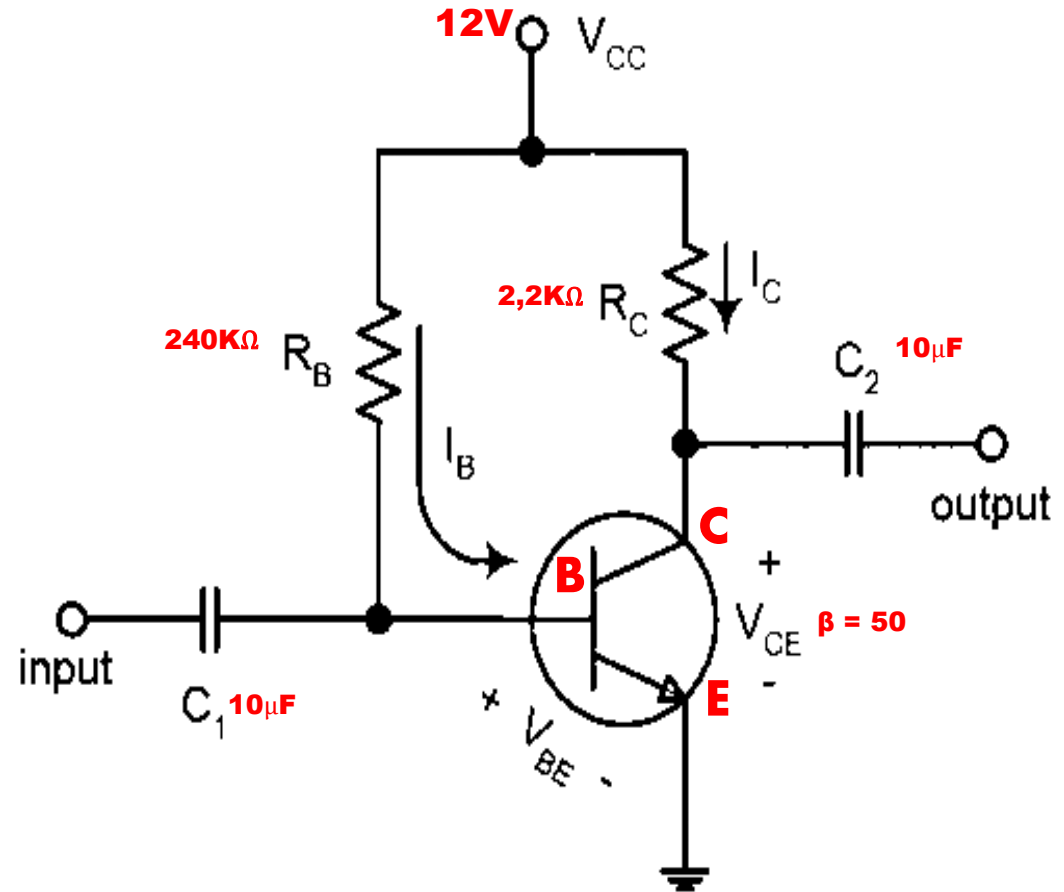




# Rangkaian Fixed Bias

## Contoh Perhitungan

- $$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$
$$= \frac{12V - 0.7V}{240K\Omega} = 47.08 \mu A$$
- $$I_C = \beta I_B$$
$$= (50)(47.08 \mu A) = 2.35 \text{ mA}$$
- $$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$
$$= 12V - (2.35 \text{ mA})(2.2K\Omega)$$
$$= 6.83 \text{ V}$$
- $$V_B = V_{BE} = 0.7 \text{ V}$$
- $$V_C = V_{CE} = 6.83 \text{ V}$$
- $$V_{BC} = V_B - V_C$$
$$= 0.7V - 6.83V = -6.13V$$

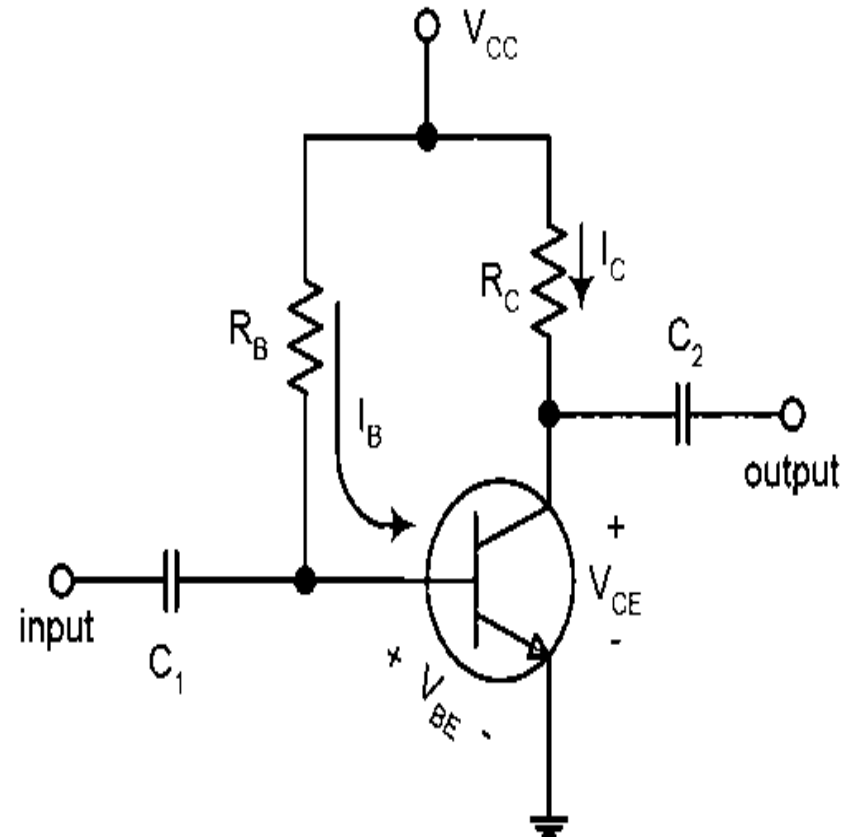




## Latihan :

jika  $V_{CC} = 10 \text{ V}$  ;  $R_B = 2\text{K}\Omega$  ;  $R_C = 4 \Omega$

- $I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$   
 $= \frac{10\text{V} - 0.7\text{V}}{2\text{K}\Omega} = 4.65 \text{ mA}$
- $I_C = \beta I_B$   
 $= (50)(4.65 \text{ mA}) = 232.5 \text{ mA}$
- $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$   
 $= 10\text{V} - (232.5\text{mA})(4\Omega)$   
 $= 10 - 930 \text{ mV} = 10 - 0.93 = 9.07\text{V}$
- $V_B = V_{BE} = 0.7 \text{ V}$
- $V_C = V_{CE} = 9.07 \text{ V}$
- $V_{BC} = V_B - V_C$   
 $= 0.7\text{V} - 9.07\text{V} = - 8.37 \text{ V}$

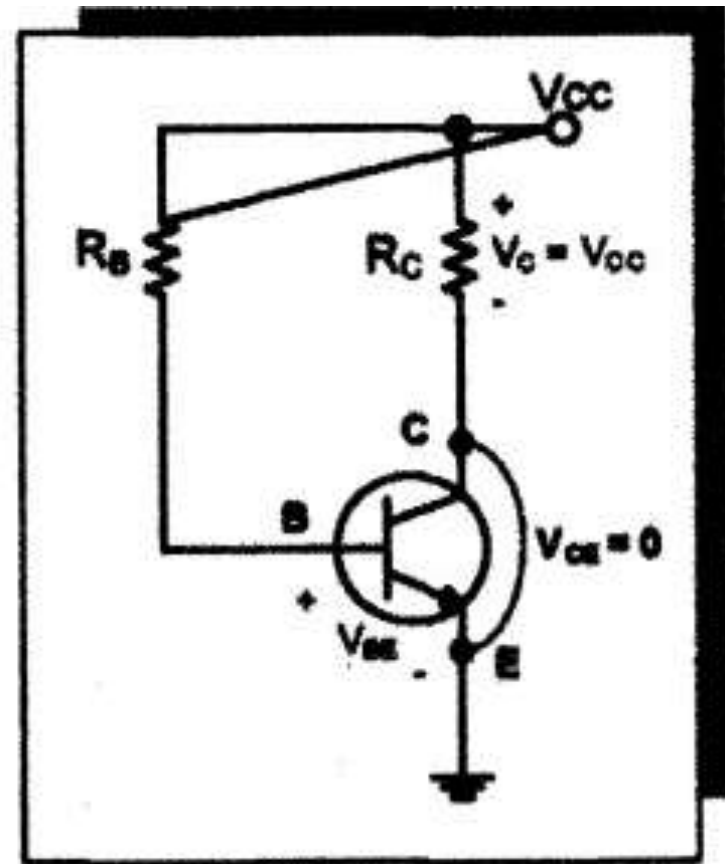






# Rangkaian Fixed Bias Transistor Saturation

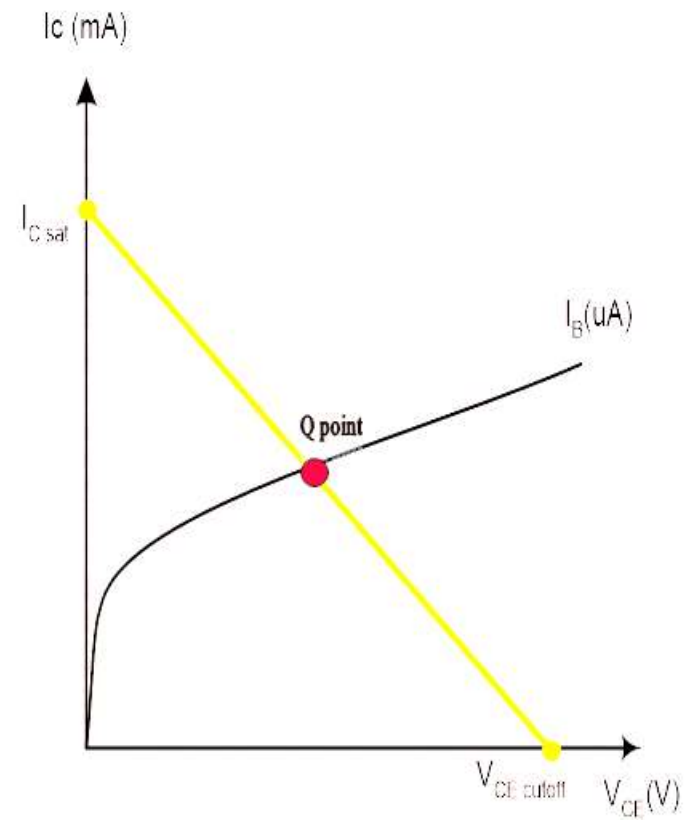
- Daerah saturasi adalah daerah dimana arus kolektor bernilai maksimum.
- Secara normal kondisi saturasi adalah kondisi yang dihindari karena akan berakibat sinyal output terdistorsi
- Pada keadaan saturasi, collector dan emitter terhubung singkat, sehingga :
  - Karena  $V_{CE} = 0$ , maka :
    - $V_C - V_{CC} = 0$
    - $V_C = V_{CC}$
    - $I_{Csat} R_E = V_{CC}$
    - $I_{Csat} = \frac{V_{CC}}{R_C}$





# Rangkaian Fixed Bias Load Line Analysis

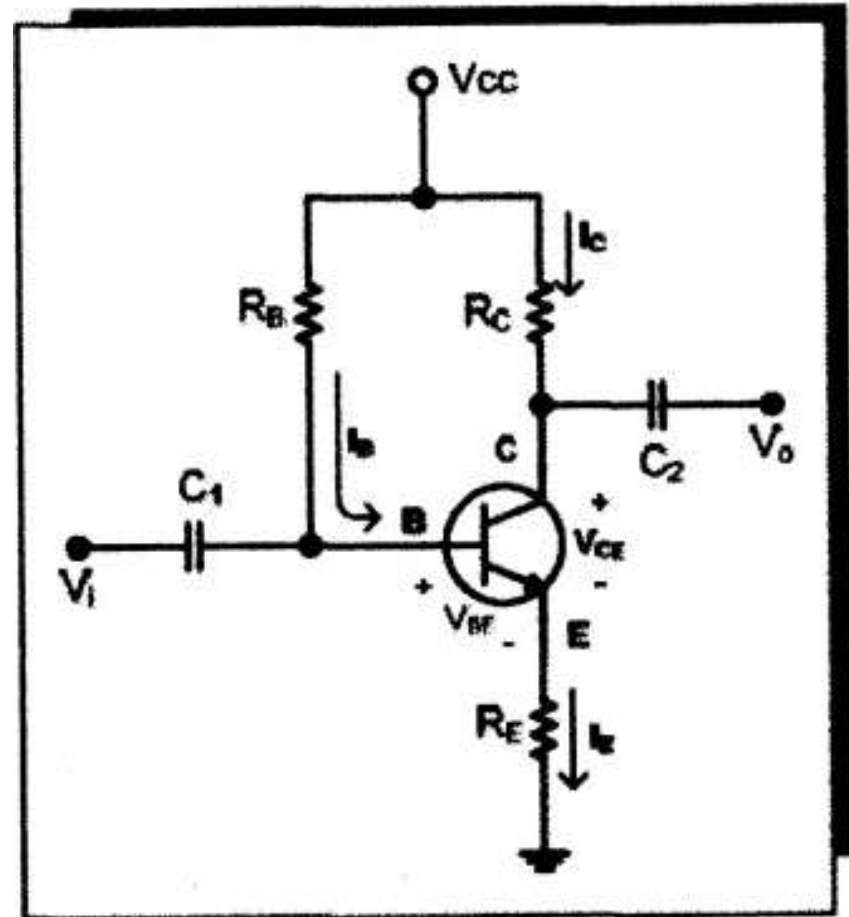
- $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$
- $I_{C_{sat}} = \frac{V_{CC}}{R_C} \mid \cdot V_{CE} = 0V$
- $V_{CE} = V_{CC} \mid \cdot I_C = 0mA$





# Rangkaian Fixed Bias Dengan Tahanan Emitter

- ✚ Konfigurasi rangkaian ini adalah merupakan modifikasi rangkaian fixed bias dengan maksud untuk memperoleh stabilitas yang lebih baik





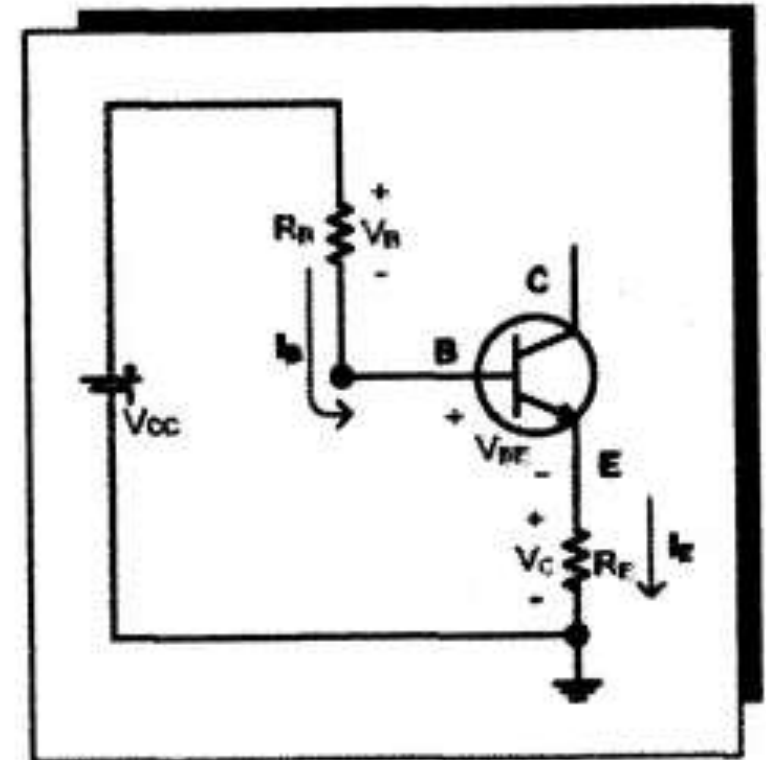
# Rangkaian Fixed Bias Dengan Tahanan Emitter Loop Base - Emiter

$$+V_{CC} - V_B - V_{BE} - V_E = 0$$

$$+V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} - I_E R_E = 0$$

$$+V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} - (\beta + 1) I_B R_E = 0$$

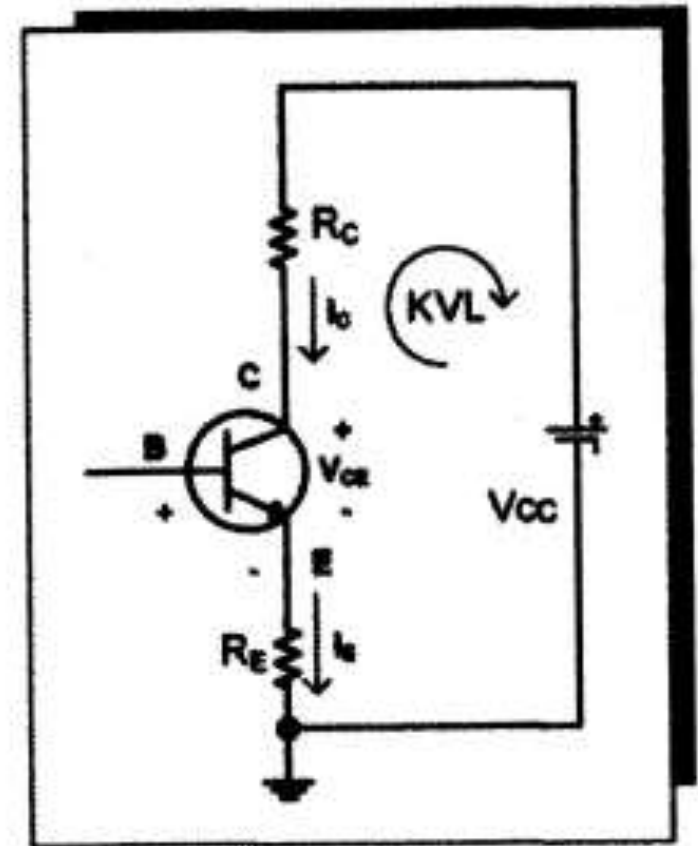
$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_E}$$





# Rangkaian Fixed Bias Dengan Tahanan Emitter Loop Kolektor - Emiter

- + $V_{CC} - V_{CE} - V_C - V_E = 0$
- $V_{CE} = V_{CC} - V_C - V_E$
- $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C - I_E R_E$
- $I_C = I_E$ , maka :
- $V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E)$
- Tegangan antara emitter dan ground ( $V_E$ )  
 $V_E = I_E R_E = I_C R_C$
- Tegangan antara kolektor dan ground ( $V_C$ )  
 $V_C = V_{CC} - I_C R_C$
- Tegangan antara basis dan ground ( $V_B$ )  
 $V_B = V_{BE} + I_C R_E$

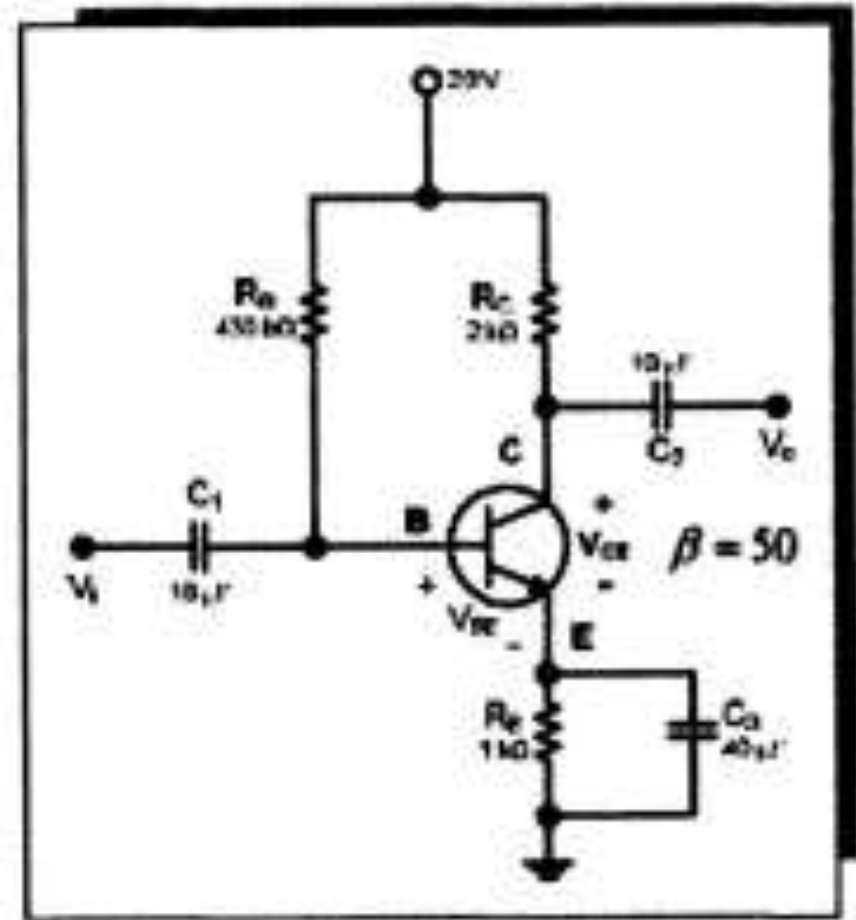




# Rangkaian Fixed Bias Dengan Tahanan Emitter

## Contoh Latihan

- + Tentukan nilai – nilai berikut, jika diketahui :
- +  $V_{CC} = 20 \text{ V}$ ,
- +  $R_B = 430 \text{ K}\Omega$
- +  $R_C = 2 \text{ K}\Omega$
- +  $R_E = 1 \text{ K}\Omega$
- + Carilah :  $I_B$  ;  $I_C$  ;  $V_{CE}$  ;  $V_C$  ;  $V_E$  ;  $V_B$  ;  $V_{BC}$

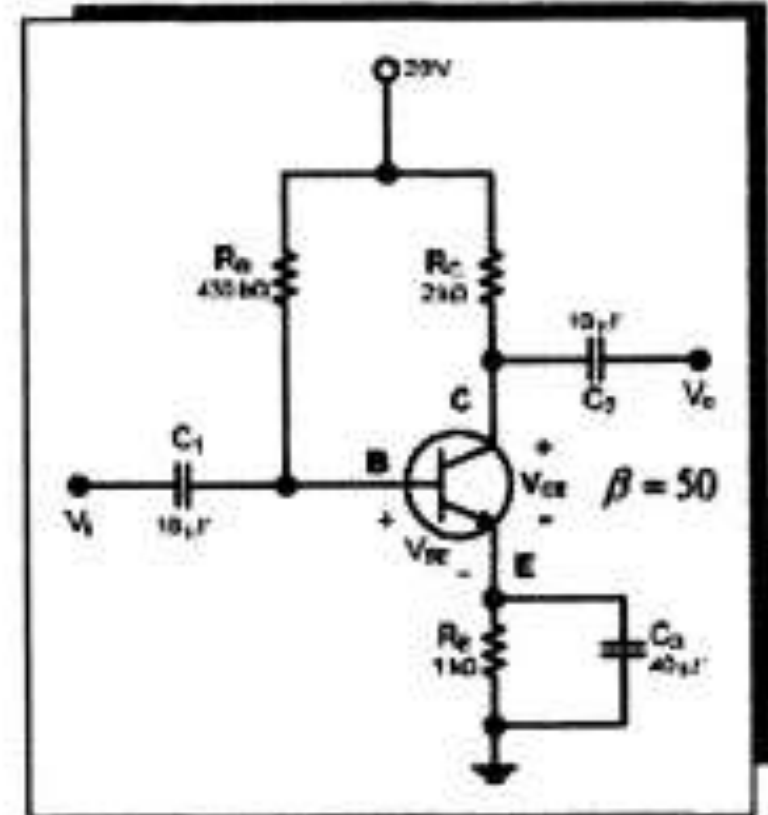




# Rangkaian Fixed Bias Dengan Tahanan Emitter

## Contoh Latihan

- $I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_E} = \frac{20V - 0.7V}{430K\Omega + (50 + 1) 1K\Omega} = 40.12 \mu A$
- $I_C = \beta I_B = (50)(40.1 \mu A) = 2006 \mu A = 2.006 \text{ mA}$
- $V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E)$   
 $= 20V - 2.006 \text{ mA} (2K\Omega + 1K\Omega) = 13.985V$
- $V_C = V_{CC} - I_C R_C$   
 $= 20V - (2.006 \text{ mA})(2K\Omega) = 15.988V$
- $V_E = I_E R_E = I_C R_E = (2.005 \text{ mA})(2K\Omega) = 4.01V$
- $V_B = V_{BE} + I_C R_E$   
 $= 0.7V + (2.005 \text{ mA})(1K\Omega) = 2.705V$
- $V_{BC} = V_B - V_C = 2.705V - 15.99V = -13.285V$

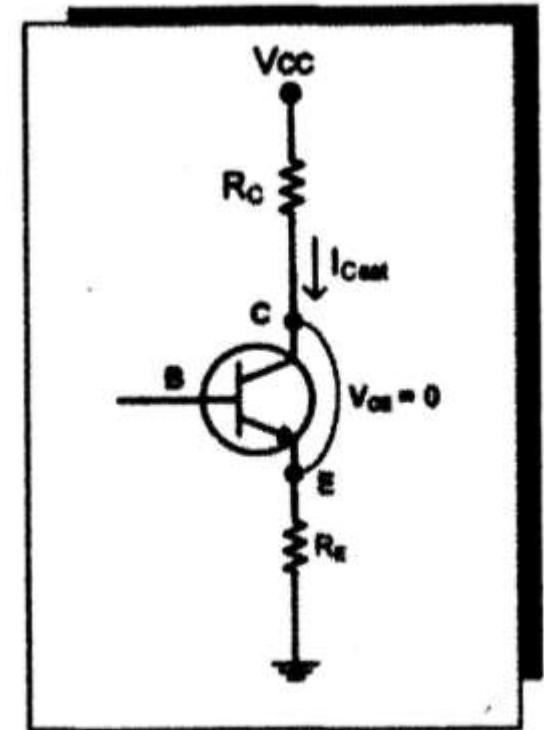




# Rangkaian Fixed Bias Dengan Tahanan Emitter Tingkat Saturasi

- ✦ Tingkat saturasi / arus kolektor yang maksimum pada konfigurasi dapat diketahui dengan menghubungkan singkat terminal kolektor dengan emitter

- ✦ 
$$I_{C_{Sat}} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

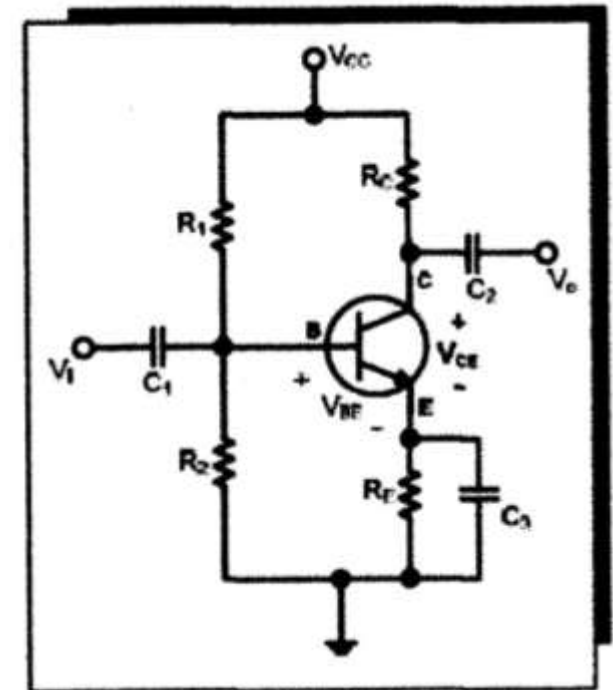






# Rangkaian Fixed Bias Dengan Tahanan Emitter Bias Pembagi Tegangan

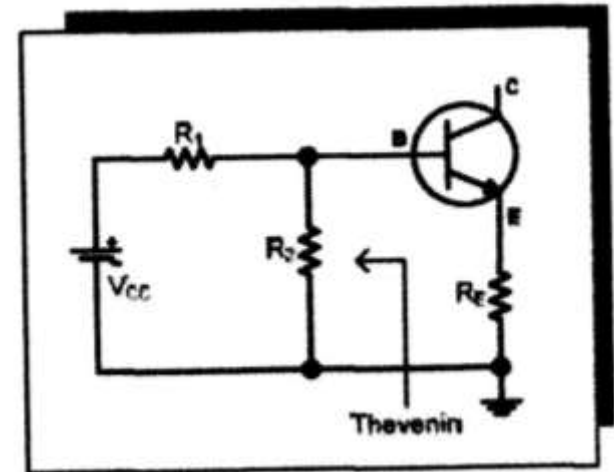
- ✦ Arus bias  $I_C$  dan tegangan  $V_{CE}$  merupakan fungsi dari penguatan arus ( $\beta$ ) transistor
- ✦ B sangat sensitif terhadap perubahan suhu
- ✦ Bias pembagi tegangan yang lebih independent terhadap  $\beta$





# Rangkaian Fixed Bias Dengan Tahanan Emitter Bias Pembagi Tegangan

- ✦ Bagian Input dari rangkaian pembagi tegangan
- ✦  $R_{TH}$  diperoleh dengan mematikan sumber tegangan
- ✦  $R_{TH} = R_1 // R_2$
- ✦  $R_{TH} = V_{R2}$
- ✦  $E_{TH} = \frac{R_2 V_{CC}}{R_1 + R_2}$



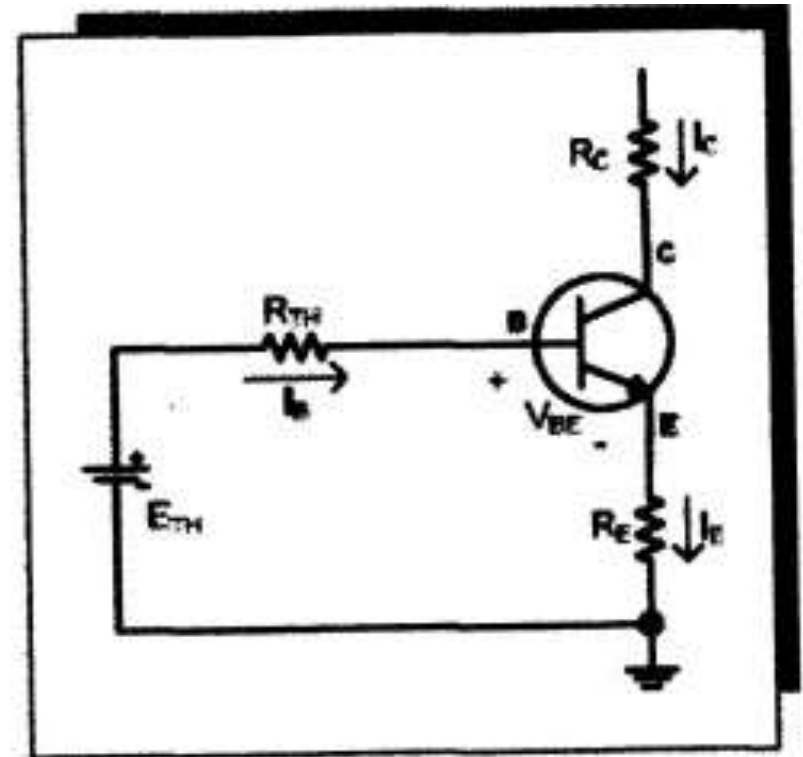


# Rangkaian Fixed Bias Dengan Tahanan Emitter Bias Pembagi Tegangan

- ✦ Rangkaian ekuivalen Thevenin
- ✦ Menerapkan KVL pada loop basis – emitter dan loop kolektor – emitter

$$I_B = \frac{E_{TH} - V_{BE}}{R_{TH} + (\beta + 1)R_E}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E)$$

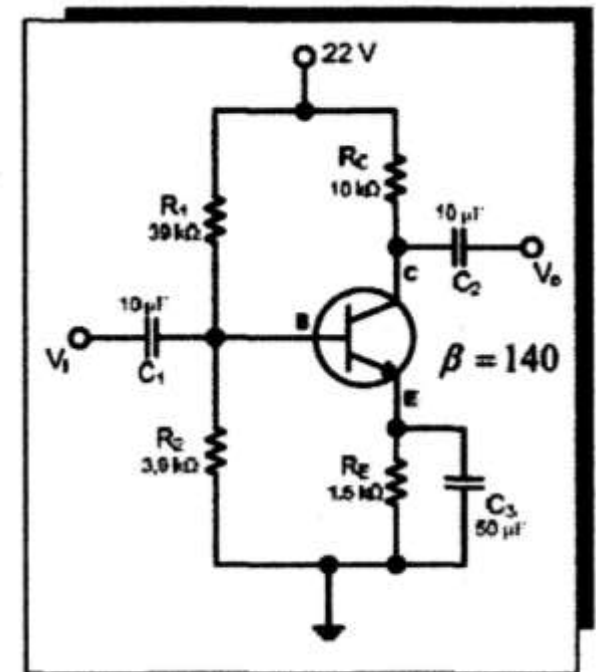




# Rangkaian Fixed Bias Dengan Tahanan Emitter

## Contoh Bias Pembagi Tegangan

- Tentukan tegangan bias  $V_{CE}$  dan arus  $I_C$  untuk rangkaian ini





# Rangkaian Fixed Bias Dengan Tahanan Emitter Tingkat Saturasi Transistor

$$I_{C_{sat}} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

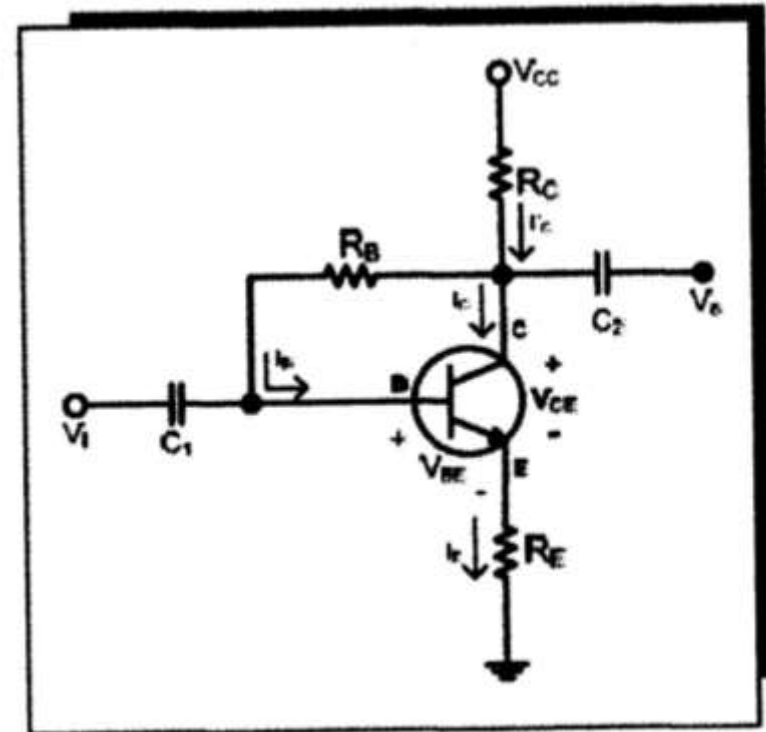


# Bias DC dengan tegangan Umpan Balik

✚ Menerapkan KVL pada semua loop :

$$\text{✚ } I_B = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_B + \beta (R_C + R_E)}$$

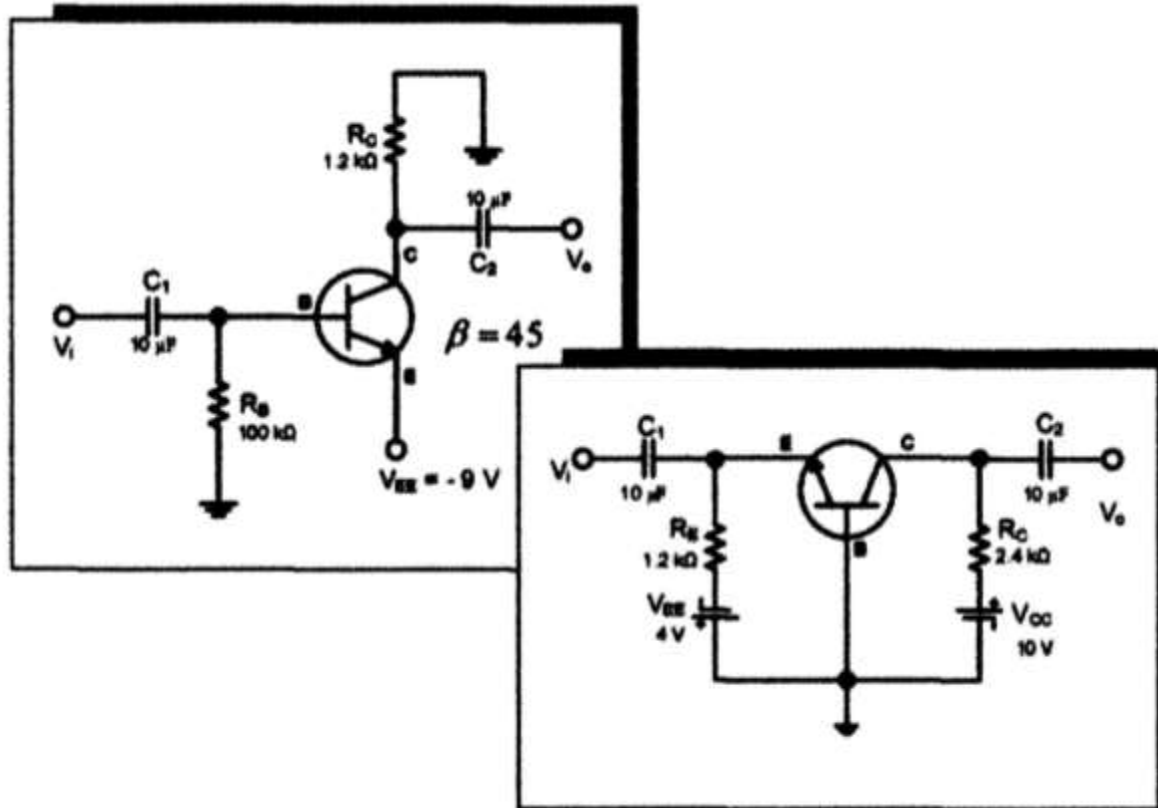
$$\text{✚ } V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E)$$





# Rangkaian Bias Lain

q





Alhamdulillah....

Thanks!

A blue line-art drawing of a smiling person with their arms raised in a gesture of gratitude or joy. The drawing is positioned below the word 'Thanks!' and has a small '©' symbol at the bottom right.