
B a b 4

Pembiasan BJT

Analisa dari rangkaian elektronik mempunyai dua komponen, yaitu analisa dc dan analisa ac. Analisa ac meliputi penguatan tegangan dan arus, serta impedansi inlut dan output. Sedang analisa dc digunakan untuk menetapkan titik operasi dari transistor dengan jalan mengatur besarnya arus dan tegangannya.

Dalam pembahasan ini, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu:

$$V_{BE} = 0.7V \dots\dots\dots(4.1)$$

$$I_E = (\beta + 1)I_B \cong I_C \dots\dots\dots(4.2)$$

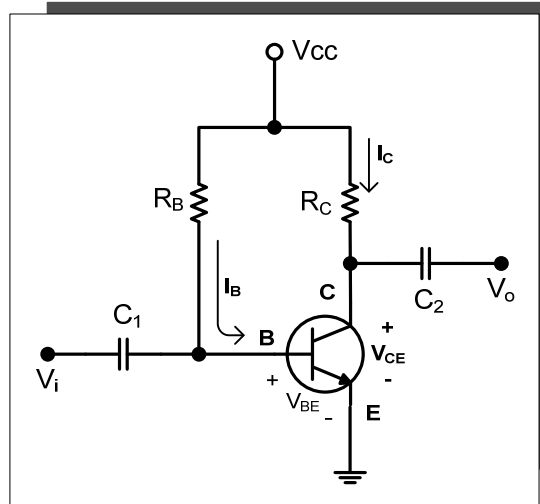
$$I_C = \beta I_B \dots\dots\dots(4.3)$$

Ada tiga titik operasi (daerah kerja) pada transistor yang dapat dipilih dalam perancangan , yaitu :

- Daerah Aktif
- Daerah Saturasi
- Daerah Cutoff

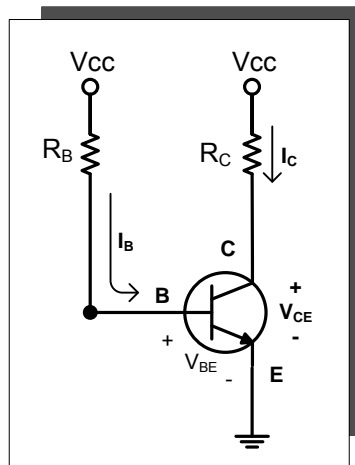
4.1 RANGKAIAN FIXED BIAS

Rangkaian ini merupakan bentuk konfigurasi pembiasan yang paling sederhana untuk memulai analisa rangkaian transistor. Konfigurasinya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.1 Rangkaian Fixed Bias

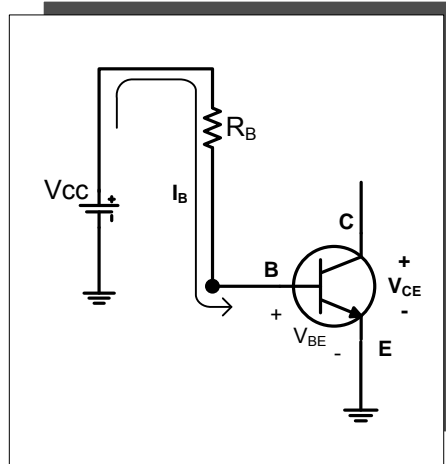
Sebelum memulai analisa dc, rangkaian harus dibuat dalam model dcnya terlebih dahulu dengan melepaskan semua kapasitor seperti gambar berikut.



Gambar 4.2 Model Ekuivalen dc untuk Gambar 4.1

4.1.1 Forward Bias pada Basis – Emiter

Perhatikan gambar berikut.



Gambar 4.3 Loop Basis – Emiter

Dengan menerapkan KVL pada loop basis – emitter, diperoleh

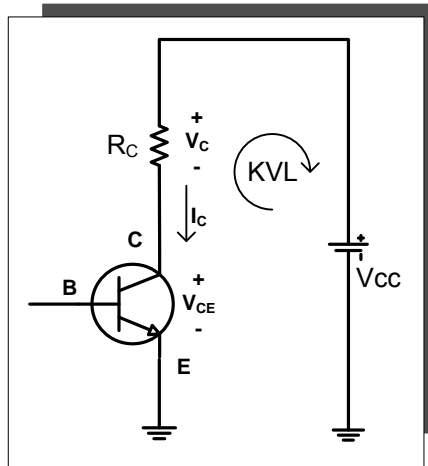
$$+V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} = 0$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} \dots\dots\dots(4.4)$$

Karena V_{CC} dan V_{BE} bernilai tetap, arus basis dapat diatur dengan memilih nilai R_B untuk operasi yang diinginkan.

4.1.2 Loop Kolektor – Emiter

Analisa loop kolektor – emiter dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.4 Loop Kolektor – Emiter

Nilai arus pada kolektor berhubungan dengan I_B , dimana

$$I_C = \beta I_B \dots\dots\dots(4.5)$$

$$V_{BE} = V_B - V_E \dots\dots\dots(4.6)$$

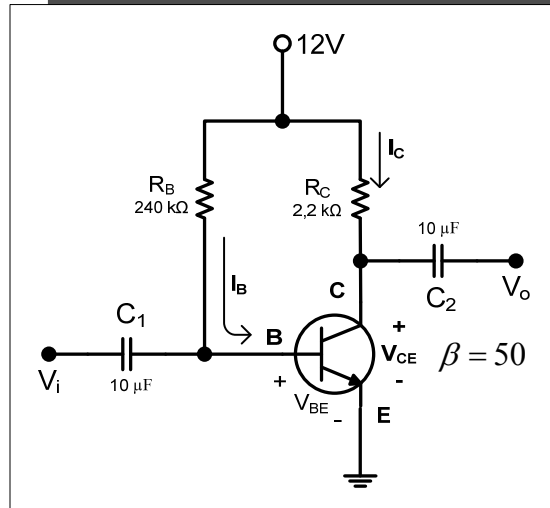
Karena $V_E = 0V$, maka

$$V_{BE} = V_B \dots\dots\dots(4.7)$$

Contoh 4.1

Hitunglah nilai-nilai berikut untuk gambar 4.5

- a. I_B dan I_C
- b. V_{CE}
- c. V_B dan V_C
- d. V_{BC}



Gambar 4.5 Contoh Rangkaian Fixed Bias

Jawab :

$$a. \quad I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{12V - 0.7V}{240k\Omega} = 47.8\mu A$$

$$I_C = \beta I_B = (50)(47.08\mu A) = 23.5mA$$

$$b. \quad V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = 12V - (23.5mA)(2.2k\Omega) = 6.83V$$

$$c. \quad V_B = V_{BE} = 0.7V$$

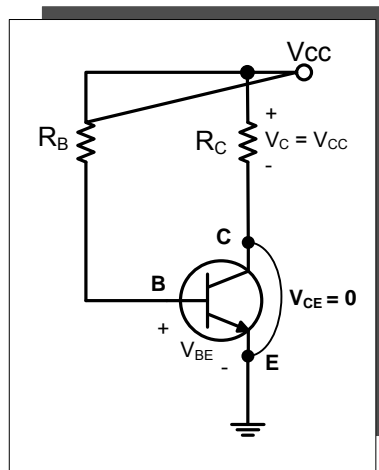
$$d. \quad V_C = V_{CE} = 6.83V$$

$$e. \quad V_{BE} = V_B - V_C = 0.7V - 6.83V = -6.13V$$

4.13 Tingkat Saturasi Transistor

Pada operasi transistor, daerah sturasi adalah daerah dimana arus kolektor bernilai maximum. Secara normal kondisi saturasi adalah kondisi yang dihindari karena akan berakibat sinyal output terdistorsi.

Dalam keadaan saturasi, terminal kolektor dan basis seperti terhubung singkat seperti gambar berikut.



Gambar 4.6 Transistor dalam Daerah Saturasi

Karena $V_{CE} = 0V$, maka

$$V_C - V_{CC} = 0$$

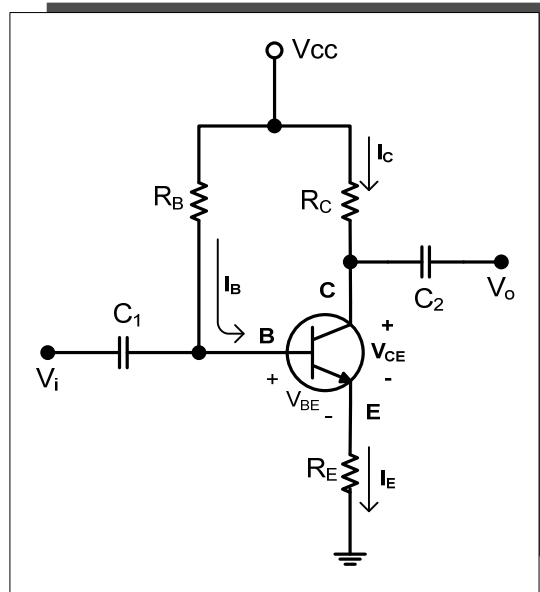
$$V_C = V_{CC}$$

$$I_{Csat} R_E = V_{CC}$$

$$I_{Csat} = \frac{V_{CC}}{R_C} \dots\dots\dots(4.11)$$

4.2 FIXED BIAS DENGAN TAHANAN EMITER

Konfigurasi rangkaian ini adalah merupakan modifikasidari rangkaian fixed bias dengan maksud untuk memperoleh stabilitas yang lebih baik.



Gambar 4.7 Fixed Bias dengan R_E

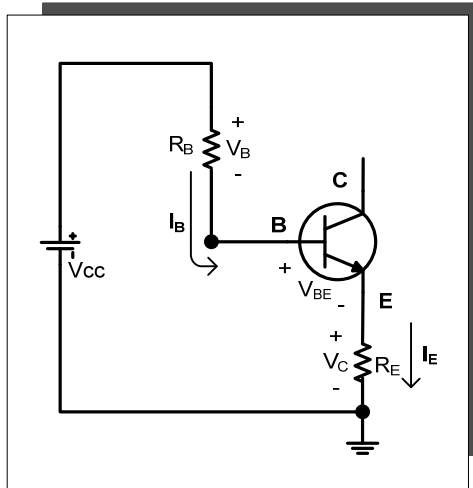
4.2.1 Loop Base – Emiter

Setelah rangkaian pada gambar 4.7 dibuat dalam model dc, selanjutnya kita dapat menerapkan KVL pada loop basis – emitter, sehingga diperoleh persamaan berikut.

$$+V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} - I_E R_E = 0 \dots\dots\dots(4.12)$$

Dimana

$$I_E = (\beta + 1)I_B \dots\dots\dots(4.13)$$



Gambar 4.8 Loop B – E

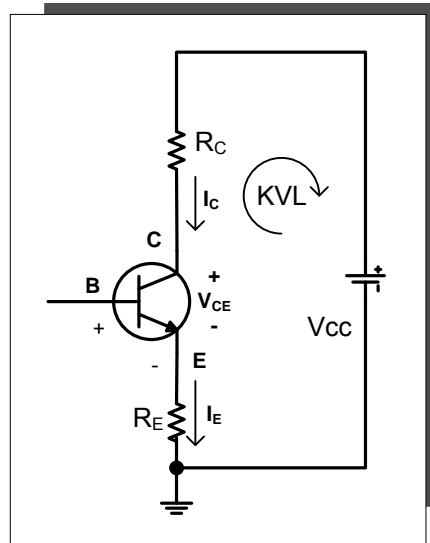
Dengan substitusi I_E ,

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

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1)R_E} \dots\dots\dots(4.14)$$

4.2.2 Loop Kolektor – Emitter

Model ekivalen dc pd loop kolektor – emitter dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 4.9 Model Ekuivalen dc pada Loop C – E

Dengan menerapkan KVL pada loop ini, maka diperoleh persamaan berikut

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_E + R_C) \dots\dots\dots(4.15)$$

Tegangan antara emitter dengan ground (V_E) adalah

$$V_E = I_E R_E = I_C R_C \dots\dots\dots(4.16)$$

Tegangan kolektor dengan ground (V_C) adalah

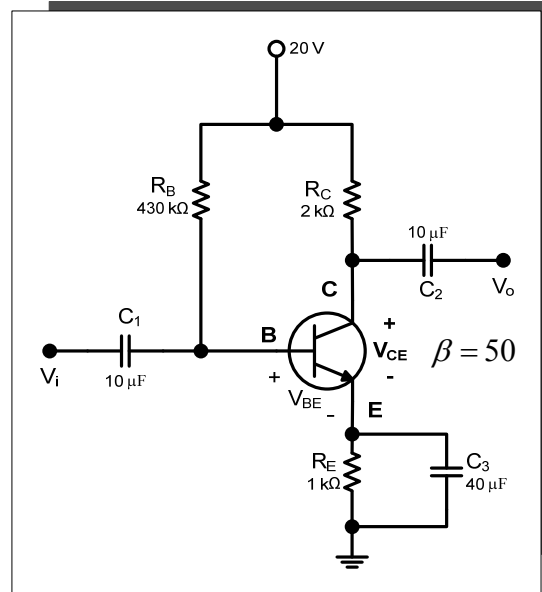
$$V_C = V_{CC} - I_C R_C \dots\dots\dots(4.17)$$

Tegangan antara basis dan ground adalah

$$V_B = V_{BE} + I_C R_E \dots\dots\dots(4.18)$$

Kerjakan latihan berikut dengan PSPICE lalu bandingkan dengan hasil perhitungan anda!

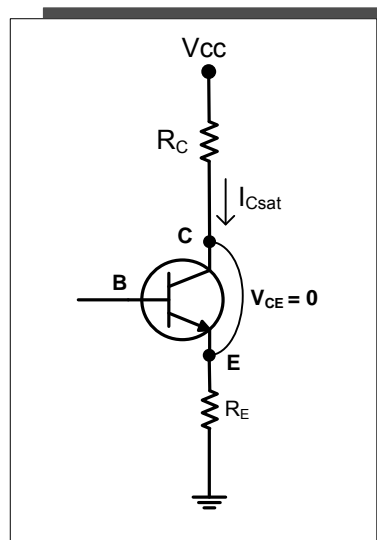
Untuk rangkaian pada gambar 4.10, tentukan nilai-nilai berikut I_B , I_C , V_{CE} , V_C , V_E , V_B , V_{BC} .



Gambar 4.10 Contoh Rangkaian Fixed Bias dengan R_E

4.2.3 Tingkat Saturasi

Tingkat saturasi atau arus kolektor yang maximum pada konfigurasi ini dapat diketahui dengan melakukan pendekatan yang sama seperti pada bagian sebelumnya, yaitu dengan menghubungkan singkat terminal kolektor dengan emitter, seperti pada gambar berikut.



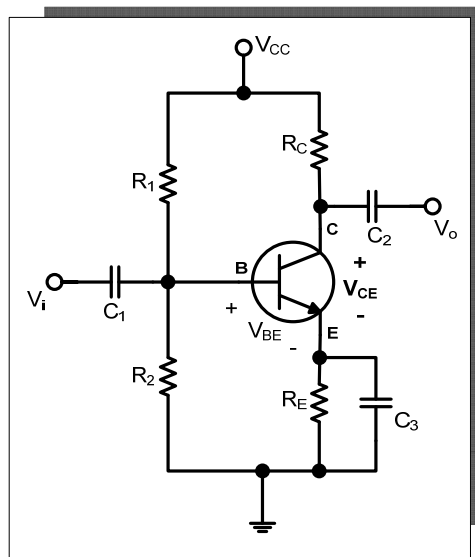
Gambar 4.11 Transistor dalam Keadaan Saturasi

Dari keterangan dan gambar diatas dapat kita simpulkan

$$I_{C_{sat}} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} \dots\dots\dots(4.19)$$

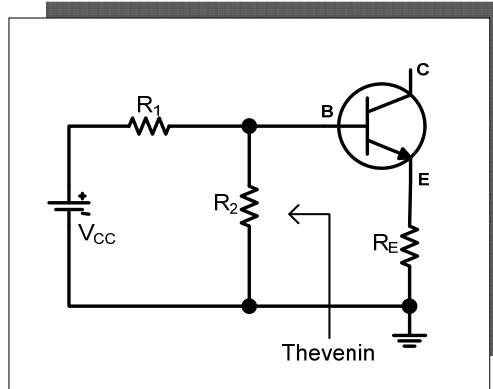
4.3 BIAS PEMBAGI TEGANGAN

Dari pembahasan sebelumnya diketahui bahwa arus bias I_C dan tegangan V_{CE} merupakan fungsi dari penguatan arus (β) dari transistor. Namun demikian, β sangat sensitive terhadap perubahan suhu. Untuk itu dikembangkan rangkaian bias yang lebih independent terhadap β , yaitu bias pembagi tegangan dengan konfigurasinya sebagai berikut.



Gambar 4.12 Bias Pembagi Tegangan

Untuk analisa dc, bagian input dapat digambarkan kembali seperti gambar 4.13. Rangkaian ekivalen Thevenin dapat digunakan untuk menganalisa bagian ini



Gambar 4.13 Bagian Input dari Rangkaian Bias Pembagi Tegangan

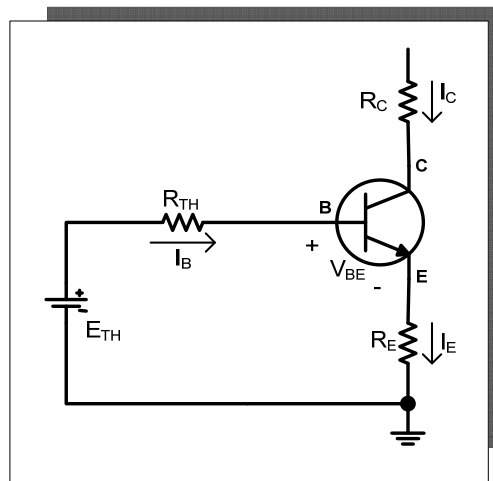
R_{TH} diperoleh dengan mematikan mematikan sumber tegangan, sehingga diperoleh

$$R_{TH} = R_1 // R_2 \dots \dots \dots (4.20)$$

$$R_{TH} = V_{R2}$$

$$E_{TH} = \frac{R_2 V_{CC}}{R_1 + R_2} \dots \dots \dots (4.21)$$

Selanjutnya, bagian input dapat digambarkan kembali seperti berikut



Gambar 4.14 Penggunaan Rangkaian Ekivalen Thevenin

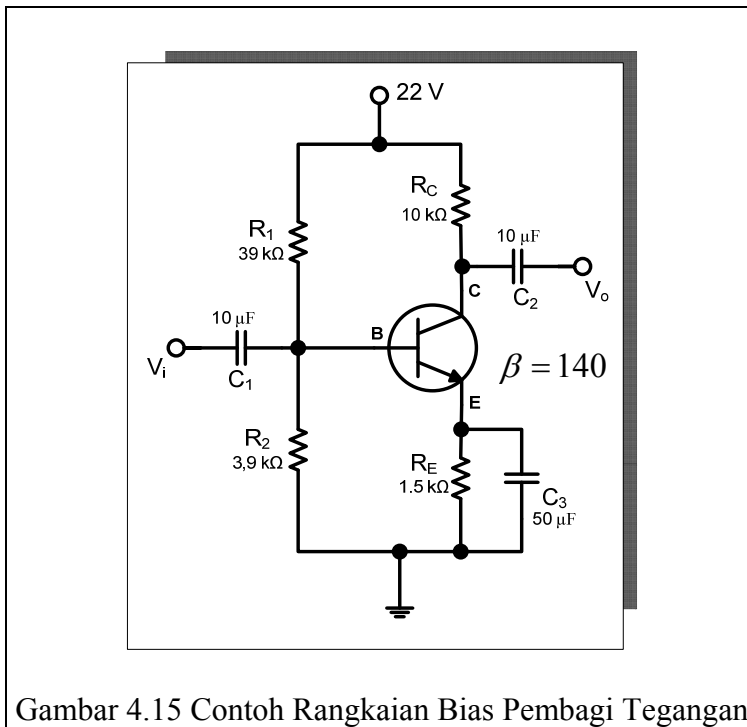
Pembiasan BJT

Langkah berikutnya adalah menerapkan KVL pada loop basis – emitter dan loop kolektor – emitter sehingga diperoleh persamaan berikut

$$I_B = \frac{E_{TH} - V_{BE}}{R_{TH} + (\beta + 1)R_E} \dots\dots\dots(4.22)$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E) \dots\dots\dots(4.23)$$

Kerjakan latihan berikut lalu bandingkan hasilnya dengan PSPICE.



Tentukan tegangan bias V_{CE} dan arus I_C untuk rangkaian berikut

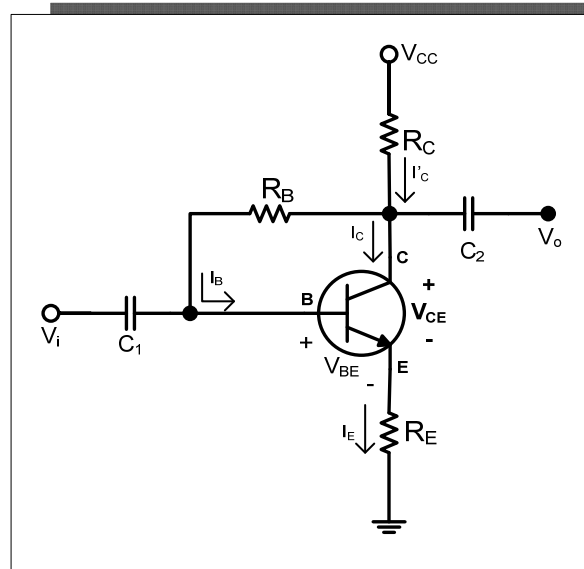
Gambar 4.15 Contoh Rangkaian Bias Pembagi Tegangan

Tingkat saturasi transistor dirumuskan sebagai berikut

$$I_{Csat} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} \dots\dots\dots(4.24)$$

4.4 BIAS DC DENGAN TEGANGAN UMPAN BALIK

Konfigurasi rangkaian pembiasan ini dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 4.16 Bias dc dengan Tegangan Umpan Balik

Dengan menerapkan KVL pada semua loop akan diperoleh persamaan-persamaan berikut

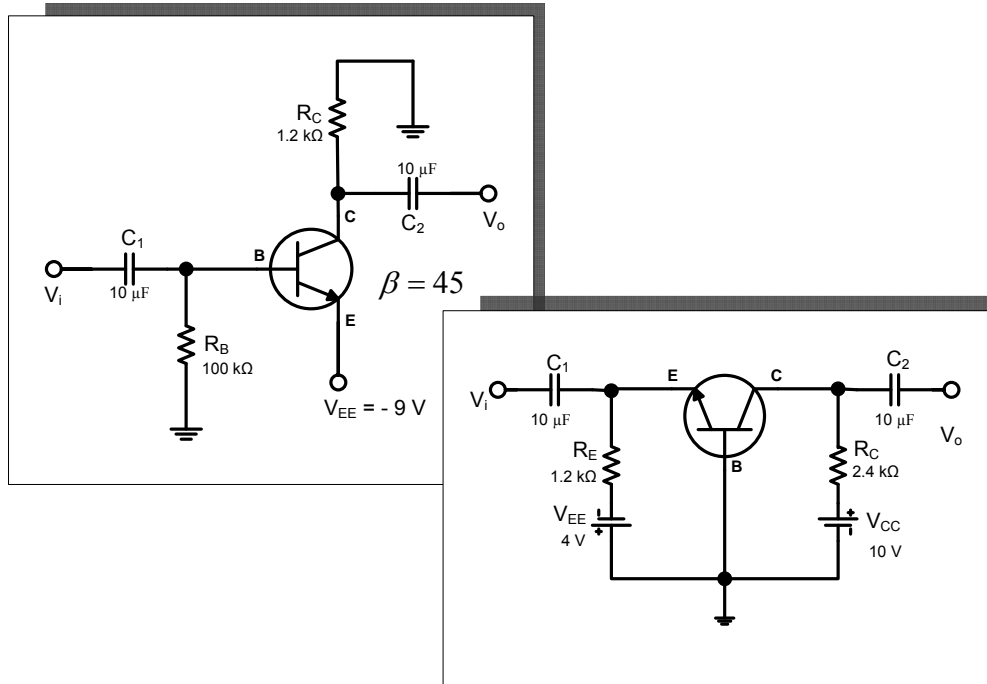
$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_B + \beta(R_C + R_E)} \dots\dots\dots(4.25)$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E) \dots\dots\dots(4.26)$$

4.5 RANGKAIAN BIAS YANG LAIN

Dalam rangkaian elektronika terdapat berbagai variasi lain dari pembiasan transistor yang tentunya disesuaikan dengan kebutuhan, namun demikian karakteristik arus dan tegangannya dapat diketahui dengan cara yang sama. Berikut adalah contoh rangkaian bias transistor yang lain

Pembiasan BJT



Gambar 4.17 Contoh Konfigurasi Pembiasan yang lain