

MODUL III

(FIXED/BASE BIASING AND VOLTAGE DIVIDER BIASING)

3.1 Tujuan Praktikum

1. Pembuktian tegangan dan arus pada rangkaian bias base sebagaimana perencanaannya dengan garis beban untuk menentukan titik kerja rangkaian (Q). Karena kesederhanaan rangkaian bias base ini sehingga kestabilan titik kerja transistor menjadi tidak efektif. Kestabilan titik kerja rangkaian ini dipengaruhi oleh penguatan arus transistor (β).
2. Pembuktian tegangan dan arus pada rangkaian bias pembagi tegangan sebagaimana perencanaannya dengan garis beban untuk menentukan titik kerja rangkaian (Q). Rangkaian bias pembagi tegangan seringkali digunakan karena arus base dibuat kecil dibanding dengan arus yang melalui resistansi pada sisi base (voltage divider). Sebagai hasilnya, arus pada kolektor relatif stabil terhadap perubahan nilai β dari transistor.

3.2 Dasar Teori

Suatu transistor harus diberi bias dc untuk dapat dioperasikan sebagai penguat. Titik kerja dc harus di set agar variasi sinyal pada terminal input dapat dikuatkan (amplify) dan secara akurat direproduksi pada terminal output.

3.2.1 Garis Beban DC

Apabila arus base (I_B) bertambah, maka arus collector (I_C) juga bertambah, sedangkan tegangan collector-emitter (V_{CE}) berkurang. Sebaliknya apabila arus base (I_B) berkurang, maka arus collector (I_C) juga berkurang, sedangkan tegangan collector-emitter (V_{CE}) bertambah. Sehingga perubahan pada (V_{BB}) akan mengakibatkan perubahan titik kerja transistor di sepanjang garis lurus, yang disebut dengan garis beban dc. Sebagai contoh, pergeseran titik Q yang disebabkan perubahan arus base (I_B), arus collector (I_C), dan tegangan collector-emitter (V_{CE}), diilustrasikan oleh gambar 3.1.

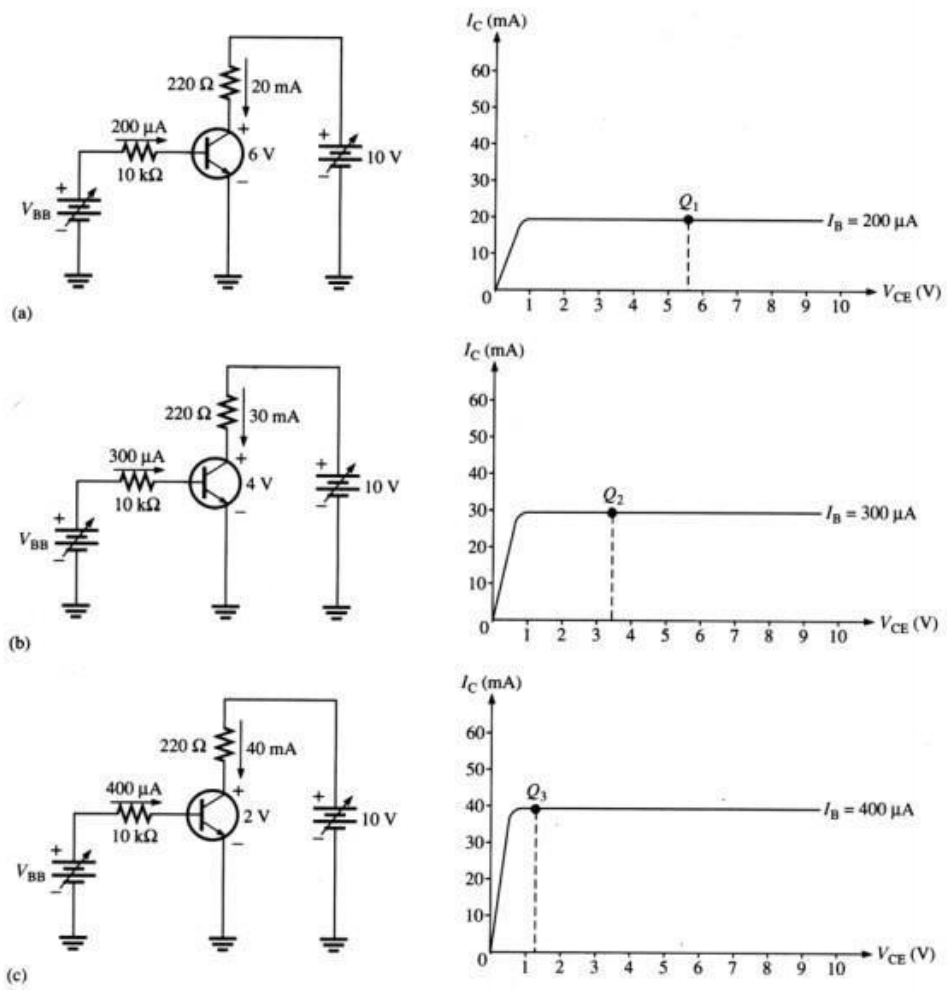
Titik perpotongan garis beban dengan sumbu mendatar adalah $V_{CE} = V_{CC} = 10 \text{ V}$. Titik ini adalah titik cut-off, karena secara ideal I_B dan I_C sama dengan nol. Titik perpotongan garis beban dengan sumbu vertikal secara ideal adalah $I_C = 45,5 \text{ mA}$. Titik ini adalah titik saturasi, karena I_C adalah maksimum pada titik dimana nilai $V_{CE} = 0$, dan $I_C = V_{CC}/R_C$. Dengan menggunakan hukum Kirchhoff tegangan pada loop collector akan memberikan

$$V_{CC} - I_C \cdot R_C - V_{CE} = 0$$

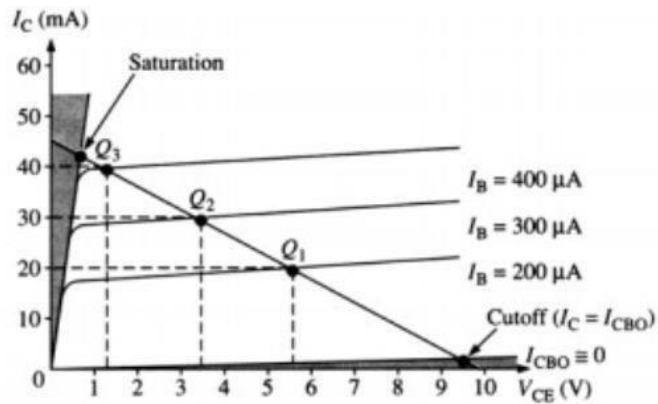
Hasilnya adalah persamaan garis lurus untuk garis beban dengan bentuk umum : $y = mx + b$ sebagai berikut.

$$I_C = -\left(\frac{1}{R_C}\right)V_{CE} + \frac{V_{CC}}{R_C}$$

dimana $-1/R_C$ adalah gradien (slope), sedangkan V_{CC}/R_C adalah konstanta.



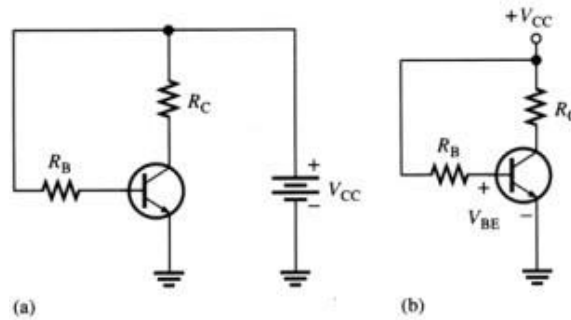
Gambar 3.1: Ilustrasi pengaturan titik Q



Gambar 3.2 Garis beban DC

3.2.2 Teori Bias Tetap (Fixed Biasing)

Metode yang lebih praktis adalah menggunakan V_{CC} sebagai sumber bias tunggal, seperti terlihat pada gambar 5.3(a). Untuk menyederhanakan skema rangkaian, simbol battery dapat dihilangkan dan diganti dengan terminal garis yang ujungnya diberi lingkaran kecil, yang menyatakan tegangan, seperti terlihat pada gambar 5.3(b).



Gambar 3.3 : Rangkaian bias base (bias tetap / fixed bias)

Analisis dari rangkaian gambar 5.3, untuk daerah linier dapat diuraikan sebagai berikut. Tegangan drop yang melalui R_B adalah $V_{CC} - V_{BE}$. Oleh karena itu,

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

Dengan menerapkan hukum Kirchhoff tegangan di sisi rangkaian kolektor, dapat dituliskan dengan persamaan:

$$V_{CC} - I_C \cdot R_C - V_{CE} = 0$$

Penyelesaian untuk V_{CE} didapat:

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_C$$

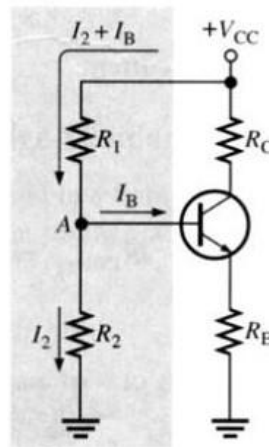
Dengan mengabaikan kebocoran arus I_{CBO} , telah kita ketahui bersama bahwa:

$$I_C = \beta \cdot I_B \quad \text{sehingga} \quad I_C = \beta \cdot \left(\frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} \right)$$

Pada persamaan di atas diperlihatkan bahwa nilai I_C bergantung pada β . Sehingga kerugian pada rangkaian bias ini adalah berubahnya nilai β akan menyebabkan perubahan pula pada I_C dan V_{CE} yang berakibat perubahan pada titik kerja transistor (Q) dan membuatnya menjadi rangkaian bias yang sangat bergantung pada β . Dan perlu diketahui bahwa nilai β bervariasi terhadap suhu.

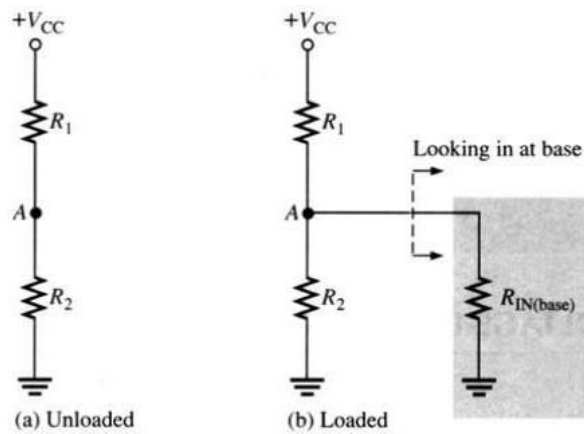
3.2.3 Teori Bias Pembagi Tegangan (Voltage Divider Biasing)

Bias tegangan pada base transistor dapat dikembangkan dengan pembagi tegangan resistor R_1 dan R_2 , seperti terlihat pada gambar 5.4. Pada titik A, ada dua lintasan arus yang menuju ke ground, yang satu melalui R_2 , sedangkan yang satunya melalui junction base-emitter dari transistor.



Gambar 5.4: Rangkaian bias pembagi tegangan

Apabila arus base sangat kecil dibandingkan dengan arus yang melalui R_2 , maka rangkaian bias dapat dipandang sebagai pembagi tegangan sederhana yang terdiri dari R_1 dan R_2 , seperti yang diperlihatkan pada gambar 5.5(a). Apabila arus base tidak cukup kecil untuk diabaikan dibandingkan dengan I_2 , maka resistansi input dc, $R_{IN(base)}$, dari base transistor ke ground harus ikut diperhitungkan. Keberadaan $R_{IN(base)}$ paralel dengan R_2 , sebagaimana terlihat pada gambar 5.5(b).



Gambar 5.5: Penyederhanaan rangkaian pembagi tegangan

Untuk mengembangkan formula resistansi input dc pada base transistor, digunakan diagram pada gambar 5.6. Seperti ditunjukkan pada gambar 5.6, V_{IN} dipasang diantara base dan ground, dan I_{IN} adalah arus yang masuk ke base. Dengan menggunakan hukum Ohm,

$$R_{IN(base)} = \frac{V_{IN}}{I_{IN}}$$

Dengan menerapkan hukum Kirchhoff tegangan di sekitar rangkaian base emitter didapat

$$V_{IN} = V_{BE} + I_E \cdot R_E$$

Dengan asumsi bahwa $V_{BE} \ll I_E R_E$, maka persamaan diatas menjadi

$$V_{IN} \cong I_E \cdot R_E$$

Karena $I_C \cong I_E$ dan $I_C = \beta \cdot I_B$, maka

$$V_{IN} \cong \beta \cdot I_B \cdot R_E$$

Arus input adalah juga arus base:

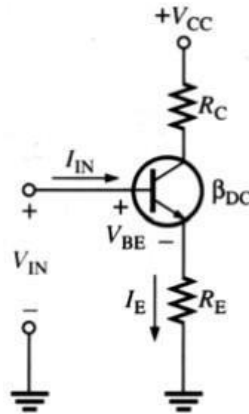
$$I_{IN} = I_B$$

Dengan substitusi I_B ke persamaan V_{IN} didapat

$$R_{IN(base)} = \frac{V_{IN}}{I_{IN}} \cong \frac{\beta \cdot I_B \cdot R_E}{I_B}$$

Sehingga,

$$R_{IN(base)} \cong \beta \cdot R_E$$



Gambar 3.6 : Resistansi input dc adalah V_{IN}/I_{IN}

Transistor NPN yang di bias pembagi tegangan (voltage divider) ditunjukkan oleh gambar 3.7. Untuk menentukan tegangan pada base dengan menggunakan formula pembagian tegangan adalah sebagai berikut.

Resistansi total dari base ke ground adalah

$$R_2 // \beta \cdot R_E$$

Pembagian tegangan dibentuk oleh R_1 dan R_2 paralel dengan resistansi dari base ke ground, seperti terlihat pada gambar 3.7(b).

Dengan menerapkan rumusan pembagian tegangan didapat

$$V_B = \left(\frac{R_2 // \beta \cdot R_E}{R_1 + (R_2 // \beta \cdot R_E)} \right) \cdot V_{CC}$$

Apabila $\beta \cdot R_E \gg R_2$, maka penyederhanaan rumusan menjadi

$$V_B = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \cdot V_{CC}$$

Tegangan base dapat ditentukan dengan tegangan emitter, yaitu

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

Arus emitter dapat dicari dengan menggunakan hukum Ohm,

$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

Karena $I_C \cong I_E$ maka dapat dituliskan :

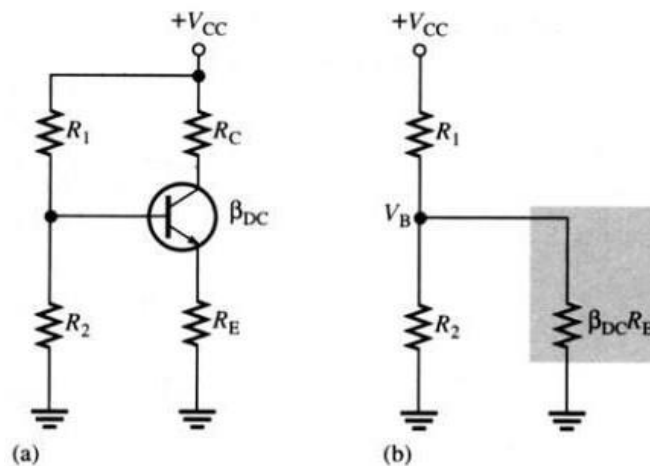
$$I_C \cong \frac{V_B - V_{BE}}{R_E}$$

Pernyataan V_{CE} sebagai fungsi I_C dapat dicari dengan menggunakan hukum Kirchhoff tegangan sebagai berikut

$$V_{CC} - I_C \cdot R_C - I_E \cdot R_E - V_{CE} = 0$$

Karena $I_C \cong I_E$ maka,

$$V_{CE} \cong V_{CC} - I_C \cdot R_C - I_C \cdot R_E \quad \text{atau} \quad V_{CE} \cong V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E)$$



Gambar 3.7: Transistor NPN dengan bias pembagi tegangan

Cara lain untuk menganalisa rangkaian bias transistor pembagi tegangan adalah dengan mengaplikasikan teorema Thevenin. Metode ini digunakan untuk mengevaluasi stabilitas rangkaian. Pertama, dapatkan rangkaian ekuivalen base-emitter untuk gambar 5.7 dengan menggunakan teorema Thevenin. Dengan sudut pandang dari terminal base, maka rangkaian bias dapat digambar kembali, seperti ditunjukkan pada gambar 5.7(a). Dengan mengaplikasikan teorema Thevenin kedalam rangkaian disebelah kiri titik A, didapat penyelesaian sebagai berikut

$$R_{TH} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

dan

$$V_{TH} = \left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \right) \cdot V_{CC}$$

Rangkaian pengganti Thevenin diperlihatkan pada gambar 3.7(b). Dengan mengaplikasikan hukum Kirchhoff tegangan di sekitar loop pengganti base emitter memberikan

$$V_{TH} = I_B \cdot R_{TH} + V_{BE} + I_E \cdot R_E$$

Substitusi I_E/β untuk I_B , didapat

$$V_{TH} = I_E \cdot \left(R_E + \frac{R_{TH}}{\beta} \right) \cdot V_{BE}$$

atau

$$I_E = \frac{V_{TH} - V_{BE}}{R_E + \frac{R_{TH}}{\beta}}$$

Apabila $R_E \gg R_{TH}/\beta$, maka

$$I_E \cong \frac{V_{TH} - V_{BE}}{R_E}$$

Persamaan terakhir memperlihatkan bahwa I_E independen terhadap β . Hal ini dapat dicapai dalam praktek, dengan memilih nilai untuk R_E minimal sepuluh kali lipat dari nilai R_{TH}/β . Rangkaian bias pembagi tegangan sangat populer karena sangat stabil dan dapat dicapai dengan supply tegangan tunggal.

3.2.4 Transistor PNP

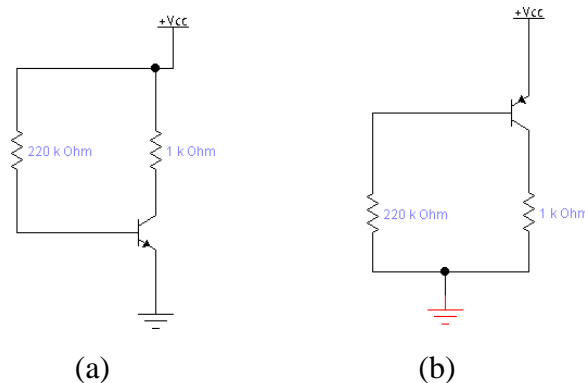
Secara analisis transistor PNP hampir sama dengan transistor NPN hanya saja yang berbeda dari rangkaianannya yang sedikit berbeda, yakni penempatan dari V_{CC} dan ground rangkaianannya yang saling terbalik. Hal tersebut dikarenakan agar transistor PNP dapat aktif atau bekerja. Perbedaan transistor PNP terletak pada pole semikonduktor transistornya sehingga bekerja dibagian rangkaian reverse.

3.3 Alat dan Bahan

1. Modul praktikum dan kit modul 3
2. AVO meter
3. Laptop
4. Power Supply

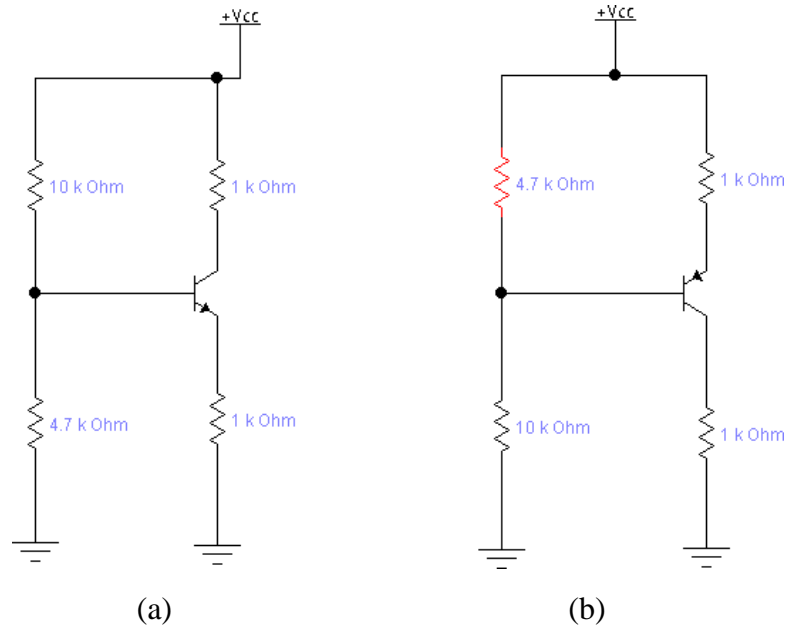
3.4 Rangkaian Percobaan

a. Rangkaian *fixed biasing*



Gambar 3.8: Rangkaian fixed biasing (a) NPN (b) PNP

b. Rangkaian *voltage divider biasing*



Gambar 3.9: Rangkaian bias pembagi tegangan (a) NPN (b)PNP

3.5 Langkah Percobaan

(Harap waktu praktikum diperhatikan)

3.6 Tugas Modul

1. Jelaskan perbedaan transistor S9014 dengan BD139 dan begitu S9012 dengan BD140 !
2. Jelaskan kegunaan dan kekurangan *fixed biasing* dan *voltage divider biasing*!