

PERCOBAAN 9

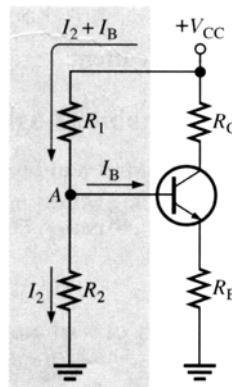
TRANSISTOR VOLTAGE DIVIDER BIASING (RANGKAIAN BIAS PEMBAGI TEGANGAN)

9.1 Tujuan :

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.

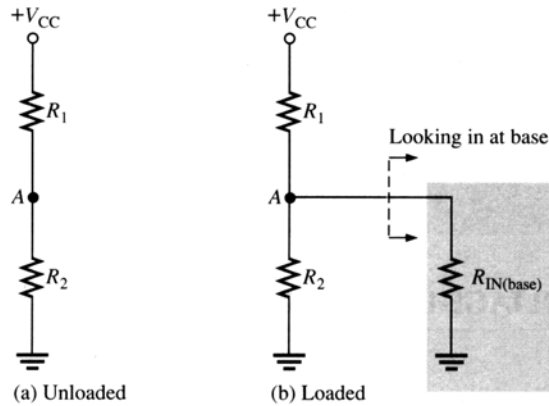
9.2 Dasar Teori :

Bias tegangan pada base transistor dapat dikembangkan dengan pembagi tegangan resistor R_1 dan R_2 , seperti terlihat pada gambar 9.1. 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 9.1 : 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 9.2(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 9.2(b).



Gambar 9.2 : Penyederhanaan rangkaian pembagi tegangan

Untuk mengembangkan formula resistansi input dc pada base transistor, digunakan diagram pada gambar 9.3. Seperti ditunjukkan pada gambar 9.3, V_{IN} dicatukan 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 disekitar 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:

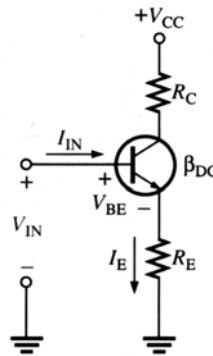
$$I_{IN} = I_B$$

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,

$$R_{IN(base)} \cong \beta \cdot R_E \quad (9-1)$$



Gambar 9.3 : Resistansi input dc adalah V_{IN}/I_{IN}

Transistor npn yang di bias pembagi tegangan (voltage divider) ditunjukkan oleh gambar 9.4. 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 9.4(b). Dengan menerapkan rumusan pembagian tegangan didapat

$$V_B = \left(\frac{R_2 // \beta \cdot R_E}{R_1 + (R_2 // \beta \cdot R_E)} \right) \cdot V_{CC} \quad (9-2)$$

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

$$V_B = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \cdot V_{CC} \quad (9-3)$$

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 :

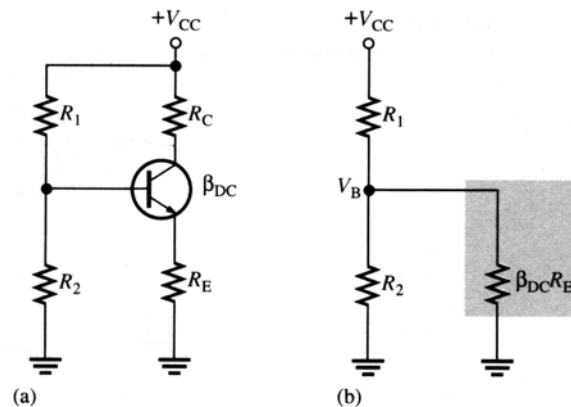
$$I_C \cong \frac{V_B - V_{BE}}{R_E} \quad (9-4)$$

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,

$$V_{CE} \cong V_{CC} - I_C \cdot R_C - I_C \cdot R_E \quad \text{atau} \quad V_{CE} \cong V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E) \quad (9-5)$$



Gambar 9.4 : 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 ekivalen base-emitter untuk gambar 9.5 dengan menggunakan teorema Thevenin. Dengan sudut pandang dari terminal base, maka rangkaian bias dapat digambar kembali, seperti ditunjukkan pada gambar 9.5(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 9.5(b). Dengan mengaplikasikan hukum Kirchhoff tegangan disekitar 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

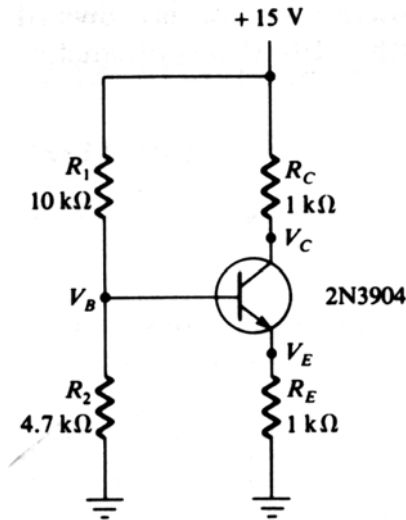
$$I_E \cong \frac{V_{TH} - V_{BE}}{R_E}$$

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.

9.3 Peralatan yang digunakan :

- 1) Modul praktikum, breadboard dan komponennya
- 2) Mikro dan Mili-Ammeter dc
- 3) Voltmeter dc
- 4) DC Power Supply

9.4 Rangkaian Percobaan :



Gambar 9.5 : Rangkaian bias pembagi tegangan

9.5 Prosedur Percobaan dan Tugas :

- 1) Rangkailah seperti pada gambar 9.2 yang bersesuaian dengan modul praktikum atau dengan menggunakan breadboard.
- 2) Dengan menggunakan nilai V_{BE} yang umum untuk transistor silikon (0,7 V), hitunglah nilai tegangan dc base (V_B), emitter (V_E), collector (V_C), dan collector-emitter (V_{CE}) untuk rangkaian percobaan voltage divider biasing, gambar 9.2, kemudian catatlah hasilnya pada tabel 9.1.

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

- 3) Dengan menggunakan voltmeter dc, secara bergantian ukurlah tegangan base (V_B), emitter (V_E), collector (V_C), dan collector-emitter (V_{CE}) untuk rangkaian percobaan gambar 9.2, kemudian catatlah hasilnya pada tabel 9.1.
- 4) Bandingkan hasil yang didapat dari langkah (2) dan (3). Error yang terjadi tidak lebih dari 10%.
- 5) Dengan menggunakan voltmeter dc ukurlah tegangan pada R_C , untuk mendapatkan nilai I_{CQ} , kemudian catatlah hasilnya pada tabel 9.1.

- 6) Hitunglah arus collector I_C , dengan rumusan pendekatan

$$I_{CQ} \approx \frac{V_E}{R_E} \quad \text{karena} \quad I_{CQ} \approx I_{EQ} \quad \text{untuk } \beta \text{ yang besar}$$

kemudian catatlah hasilnya pada tabel 9.1.

- 7) Hitunglah titik saturasi [$I_{C(sat)}$] pada garis beban dari rangkaian percobaan ini dengan persamaan

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

Dan catatlah hasilnya pada tabel 9.2.

- 8) Hitunglah titik cut-off [$V_{CE(off)}$] pada garis beban dari rangkaian percobaan ini dengan persamaan

$$V_{CE(off)} = V_{CC}$$

Dan catatlah hasilnya pada tabel 9.2.

- 9) Dari hasil pada langkah (7) dan (8), gambarkan garis beban dc pada kertas grafik (millimeter), kemudian letakkan titik kerja transistor (Q) yang didapat dengan pengukuran dan perhitungan.
- 10) Dengan menggunakan transistor nomor seri yang berbeda, ulangi langkah (2) sampai dengan (9).
- 11) Dari hasil pengukuran dan perhitungan pada tabel 9.1 dan 9.2, berikan kesimpulan yang didapat dari percobaan ini.

Tabel 9.1 : Data pengukuran dan perhitungan parameter transistor

Parameter	Pengukuran		Perhitungan
	Transistor 1	Transistor 2	
V_B			
V_C			
V_E			
V_{CEQ}			
I_{CQ}			

Tabel 9.2 : Data untuk kondisi saturasi dan cut-off

Kondisi	Perhitungan	
	I_C	V_{CE}
<i>Saturasi</i> (Langkah 7)		
<i>Cut-off</i> (Langkah 8)		