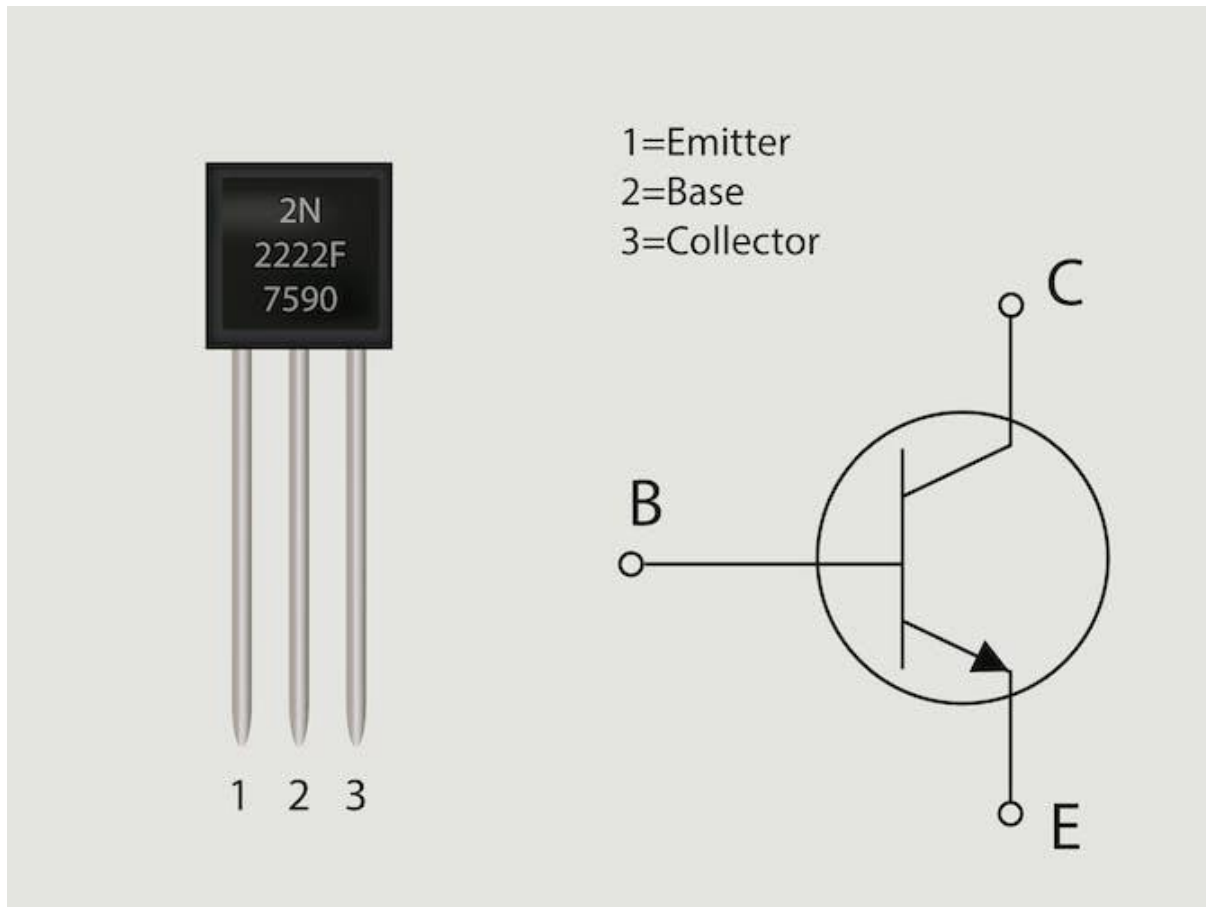


## Transistor Penguat Sinyal



Dalam dunia elektronika analog, transistor adalah salah satu komponen yang paling penting dan revolusioner. Sejak ditemukan pada akhir 1940-an, transistor menggantikan peran tabung vakum yang besar dan boros daya, menjadi fondasi utama bagi semua perangkat elektronik modern, mulai dari radio, komputer, hingga ponsel pintar. Salah satu fungsi paling umum dari transistor adalah sebagai **penguat sinyal** — yakni memperbesar sinyal listrik yang lemah agar bisa digunakan atau diproses lebih lanjut.

### 1. Apa Itu Transistor dan Mengapa Penting?

Transistor adalah komponen semikonduktor aktif yang memiliki tiga terminal utama, yaitu:

- Basis (B)
- Kolektor (C)
- Emitor (E)

Pada dasarnya, transistor bekerja seperti kran arus: arus kecil yang masuk ke basis akan mengontrol arus yang jauh lebih besar antara kolektor dan emitor. Inilah yang membuat transistor mampu memperbesar (menguatkan) sinyal listrik.

Transistor memiliki dua jenis utama:

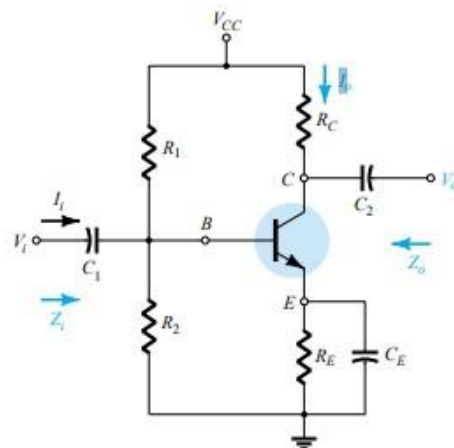
- **Bipolar Junction Transistor (BJT):** BJT adalah jenis transistor yang menggunakan arus untuk mengontrol arus lainnya. BJT memiliki tiga lapisan semikonduktor yang disebut emitter, base, dan collector. BJT terbagi menjadi dua jenis utama: NPN dan PNP, tergantung pada jenis semikonduktor yang digunakan. BJT sering digunakan dalam penguatan sinyal dan aplikasi switching.
- **Field-Effect Transistor (FET):** FET mengontrol aliran arus dengan menggunakan tegangan yang diterapkan pada gate. FET memiliki tiga terminal: source, gate, dan drain. FET terbagi menjadi beberapa jenis, termasuk Metal-Oxide-Semiconductor FET (MOSFET), Junction FET (JFET), dan Insulated Gate FET (IGFET). MOSFET adalah jenis FET yang paling umum digunakan dalam sirkuit digital karena kemampuannya untuk menangani arus besar dengan efisiensi tinggi.

Transistor bisa bekerja dalam tiga mode: cut-off, aktif, dan saturasi. Untuk keperluan penguatan sinyal, transistor harus bekerja di **wilayah aktif**, di mana arus basis kecil bisa mengendalikan arus kolektor yang lebih besar.

## 2. Prinsip Kerja Penguatan Sinyal

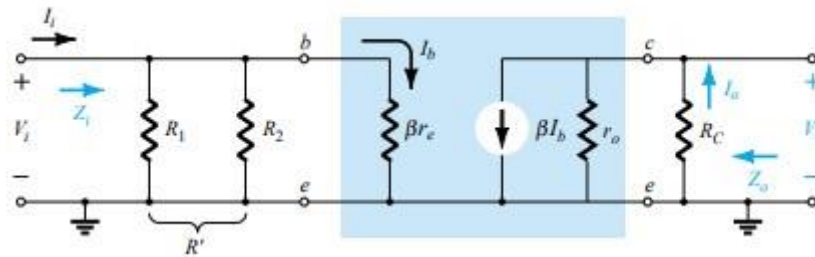
Konsep dasar penguatan sinyal dengan transistor bisa dijelaskan secara sederhana: sinyal input kecil yang dimasukkan ke basis akan menghasilkan sinyal output yang lebih besar di kolektor. Proses ini dikenal sebagai **penguatan sinyal** (amplification), dan hasilnya adalah salinan sinyal input tapi dengan amplitudo yang jauh lebih besar.

## 3. Contoh rangkaian penguat sederhana



Gambar 1. contoh rangkaian penguat sederhana

Boylestad, R. L., & Nashelsky, L. (2013) Electronic Devices and Circuit Theory (11th ed.). Pearson Edition



Gambar 2. Rangkaian ekivalen ac untuk rangkaian pada gambar 1  
 Boylestad, R. L., & Nashelsky, L. (2013) Electronic Devices and Circuit Theory (11th ed.).  
 Pearson Edition

Kombinasi Paralel :  $R_p = R_1 \parallel R_2$

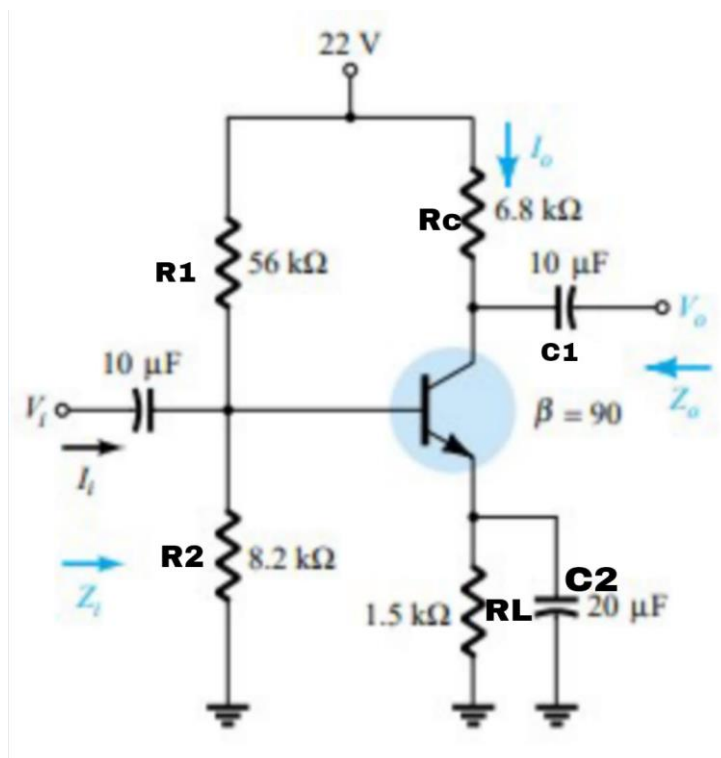
Impedansi Input :  $Z_i = R_p \parallel \beta r_e$

Impedansi Output :  $Z_o = R_C \parallel r_o$

Penguatan Tegangan :  $A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_C \parallel r_o}{r_e}$

Penguatan Arus :  $A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{\beta R_p r_o}{(r_o + R_C)(R_p + \beta r_e)}$

Contoh soal



Tentukan

- a.  $r_e$
- b.  $Z_i$
- c.  $Z_o$
- d.  $A_v$
- e.  $A_i$

Solution

$$a. V_B = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{CC} = \frac{(8.2 \text{ k}\Omega)(22 \text{ V})}{56 \text{ k}\Omega + 8.2 \text{ k}\Omega} = 2.81 \text{ V}$$

$$V_E = V_B - V_{BE} = 2.81 \text{ V} - 0.7 \text{ V} = 2.11 \text{ V}$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{2.11 \text{ V}}{1.5 \text{ k}\Omega} = 1.41 \text{ mA}$$

$$r_e = \frac{26 \text{ mV}}{I_E} = \frac{26 \text{ mV}}{1.41 \text{ mA}} = 18.44 \text{ }\Omega$$

$$b. R_p = R_1 \parallel R_2 = 56 \text{ k} \parallel 8.2 \text{ k} = 7.15 \text{ k}\Omega$$

$$Z_i = R_p \parallel \beta r_e = 7.15 \text{ k} \parallel (90)(18.44) = 7.15 \text{ k} \parallel 1.66 \text{ k} = 1.35 \text{ k}\Omega$$

$$c. Z_o = R_C = 6.8 \text{ k}\Omega$$

$$d. A_v = -\frac{R_C}{r_e} = -\frac{6.8 \text{ k}\Omega}{18.44 \text{ }\Omega} = -368.76$$

$$e. A_i = \frac{\beta R_p}{R_p + \beta r_e} = \frac{(90)(7.15 \text{ k}\Omega)}{7.15 \text{ k}\Omega + 1.66 \text{ k}\Omega} = 73.04$$

### Kesimpulan

transistor jenis common-emitter dengan konfigurasi bias pembagi tegangan, yang dirancang untuk memperkuat sinyal kecil. Berdasarkan analisis teoritis, syarat kestabilan bias  $\beta R_E$  telah terpenuhi, sehingga pendekatan linier dapat digunakan dengan aman. Tegangan pada basis transistor ( $V_B$ ) dihitung sebesar 2.81 V, sedangkan tegangan pada emitor ( $V_E$ ) sebesar 2.11 V, menghasilkan arus emitor sebesar 1.41 mA. Nilai resistansi dinamis emitor kecil  $r_e$  ditemukan sebesar 18.44  $\Omega$ . Impedansi masukan total ( $Z_i$ ) dihitung sebesar 1.35 k $\Omega$ , sedangkan impedansi keluarannya ( $Z_o$ ) adalah 6.8 k $\Omega$ . Penguatan tegangan ( $A_v$ ) bernilai -368.76, menandakan penguatan besar dengan pembalikan fasa, sebagaimana khas pada penguat common-emitter. Karena syarat  $\beta R_E \gg r_e$  tidak terpenuhi, maka penguatan arus dihitung menggunakan rumus

umum dan diperoleh nilai  $A_i=73.04$  A. Secara keseluruhan, rangkaian ini bekerja sebagai penguat sinyal AC yang efektif dengan karakteristik penguatan tinggi, impedansi masukan sedang, dan output yang dibalik fasa.

**Referensi:**

Sedra, A. S., & Smith, K. C. (2015). *Microelectronic Circuits* (7th ed.). Oxford University Press.

Floyd, T. L. (2017). *Electronic Devices* (10th ed.). Pearson.

Millman, J., & Halkias, C. (1972). *Electronic Devices and Circuits*. McGraw-Hill.

Boylestad, R. L., & Nashelsky, L. (2012). *Electronic Devices and Circuit Theory* (11th ed.). Pearson.

Malvino, A. P., & Bates, D. J. (2011). *Electronic Principles* (7th ed.). McGraw-Hill.