
Penguat Sinyal Kecil BJT

Tujuan

Mahasiswa dapat :

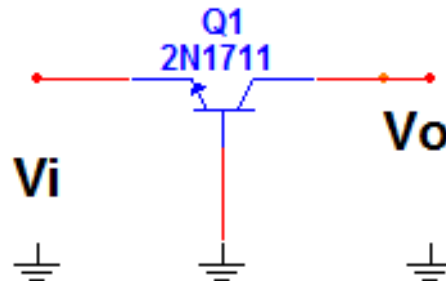
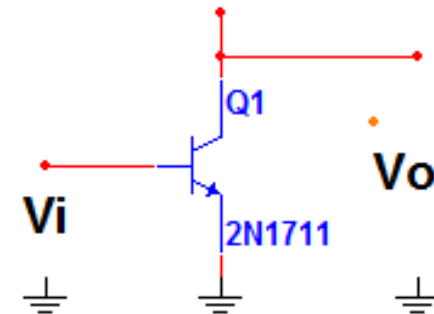
- 1) Memahami jenis-jenis rangkaian penguat
- 2) Menggambar rangkaian ekuivalen ac rangkaian BJT
- 3) Menghitung penguatan tegangan
- 4) Menghitung impedansi rangkaian penguat

Konfigurasi BJT Amplifier

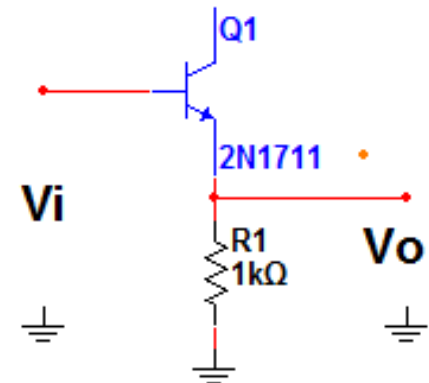
- Common-emitter (CE) amplifier
- Common-collector (CC) amplifier
- Common-base (CB) amplifier

Penguat BJT

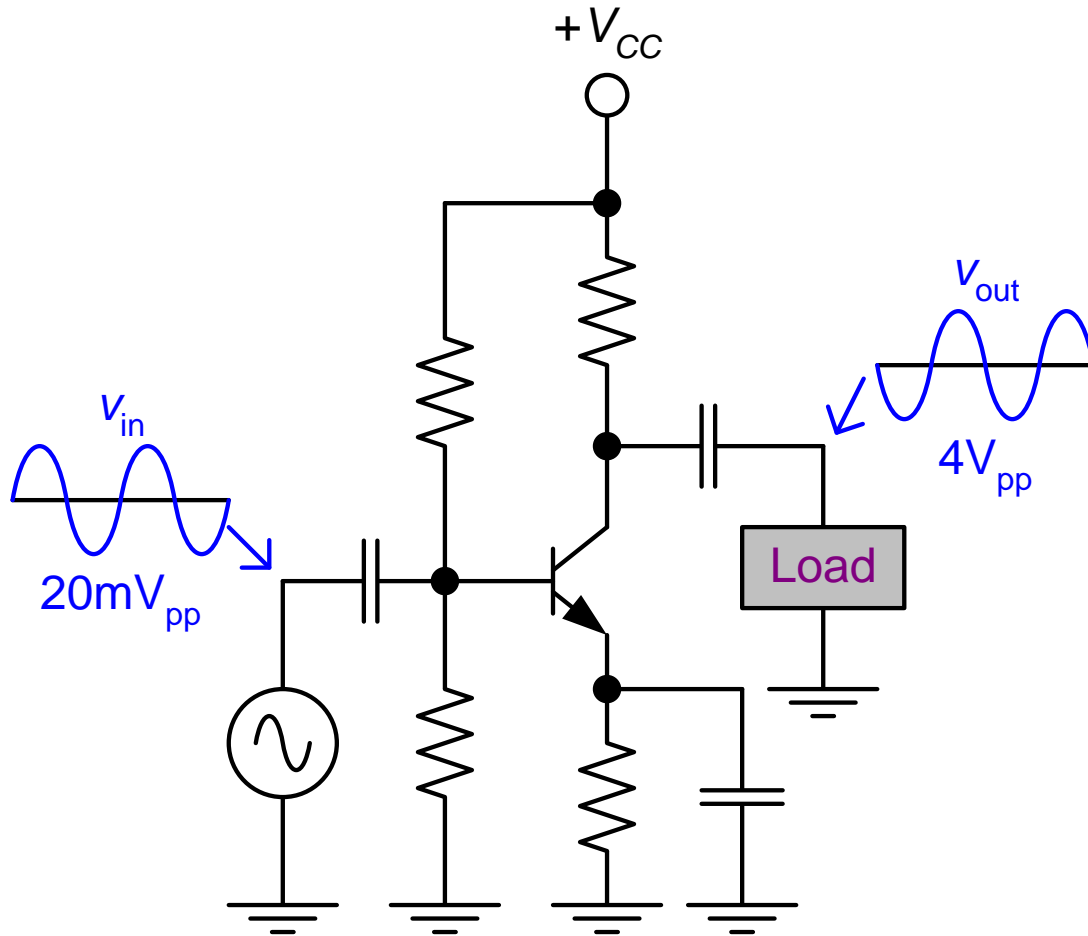
- Penguat Common Emitter
- Penguat Common Base



- Penguat Common Collector (Emitter Follower)



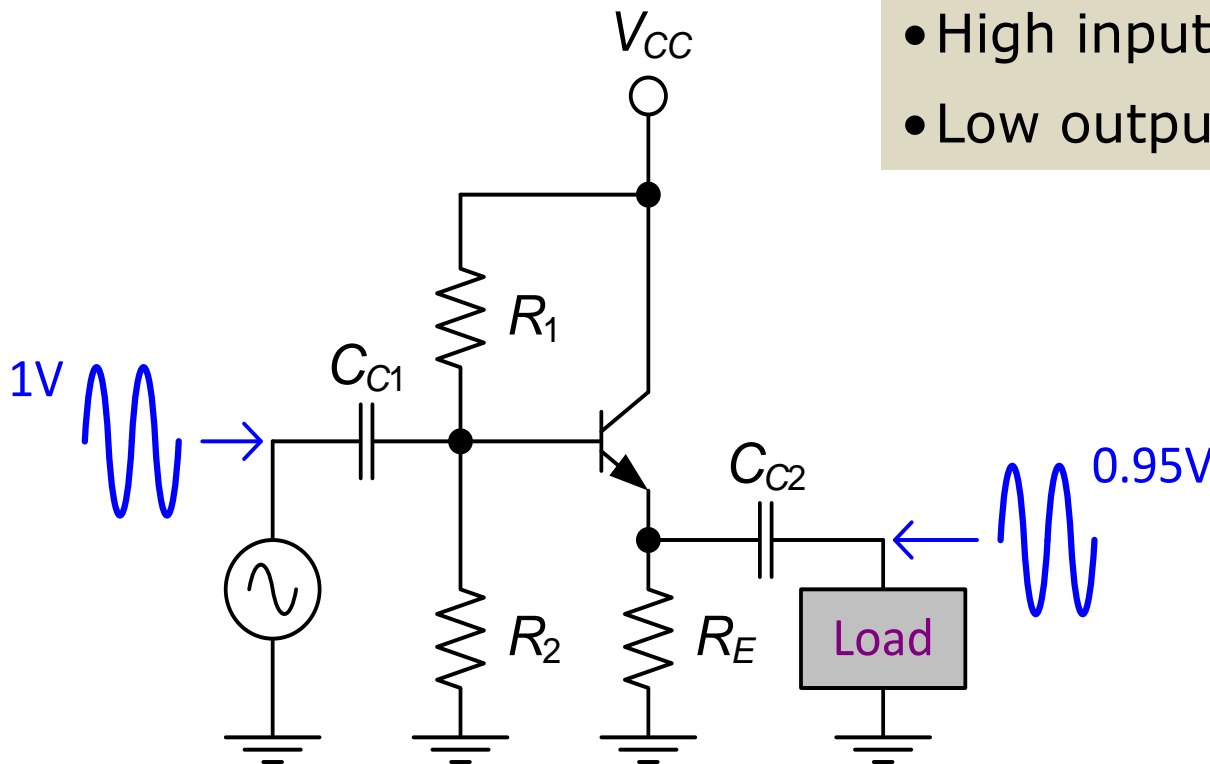
Common-emitter (CE) amplifier.



- Midrange voltage and current gain.
- High power gain
- Midrange input impedance
- Midrange output impedance

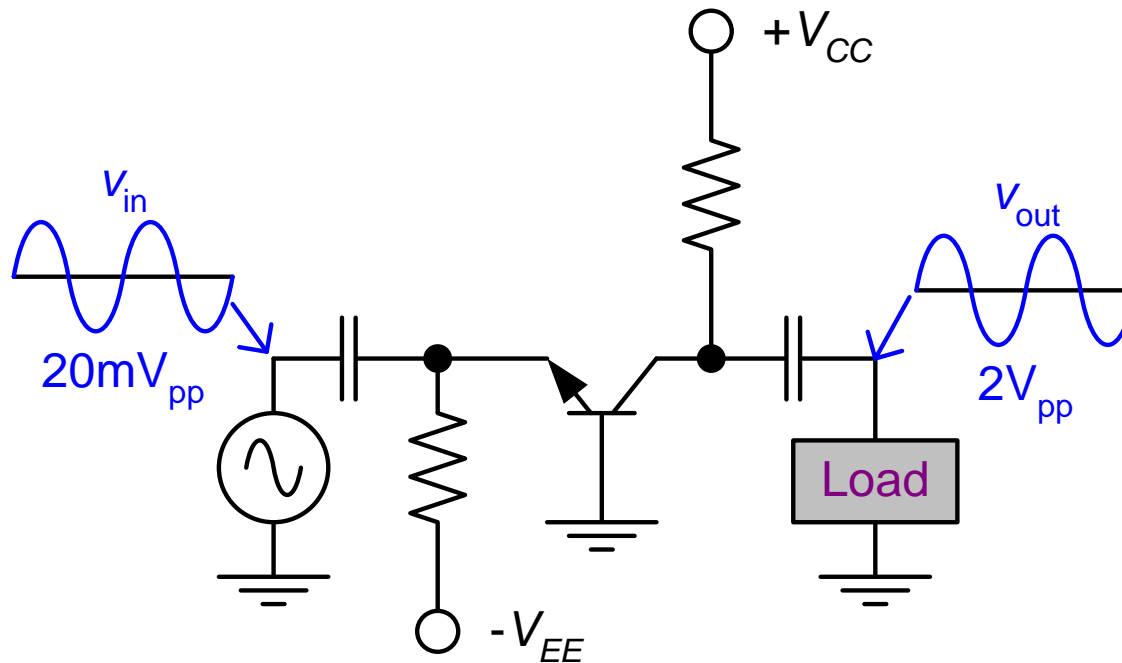
Common-collector (CC) amplifier.

- Midrange current gain.
- Extremely low voltage gain
- High input impedance
- Low output impedance



Common-base (CB) amplifier.

- Midrange voltage gain
- Low input impedance
- High output impedance



Rangkaian Ekuivalen ac dan DC

Langkah-langkah penerapan super posisi pada rangkaian-rangkaian transistor :

1. **Kurangilah sumber ac menjadi nol; Open semua kapasitor.**

Rangkaian yang tinggal disebut rangkaian ekuivalen DC.

Rangkaian ekuivalen DC digunakan untuk menghitung semua arus dan tegangan DC yang kita inginkan.

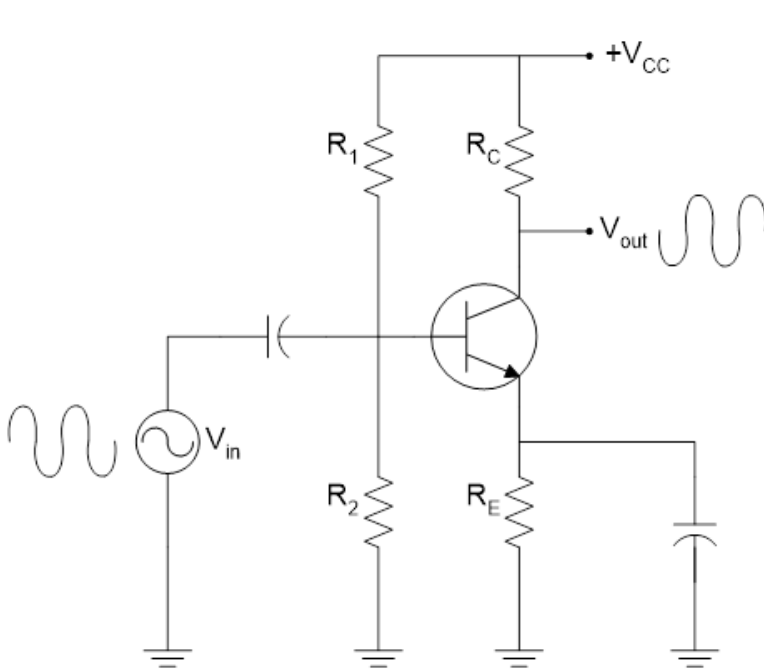
2. **Kurangilah sumber DC menjadi nol;. Hubung-singkatkan semua kapasitor bypass dan kapasitor coupling.**

Rangkaian yang tinggal disebut rangkaian ekuivalen ac. Rangkaian ini adalah rangkaian yang digunakan untuk menghitung arus dan tegangan ac.

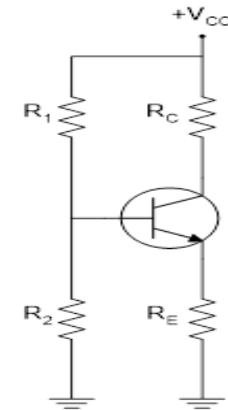
3. **Arus keseluruhan disetiap cabang pada rangkaian itu adalah jumlah arus DC dan arus AC yang mengalir pada cabang tersebut.**

Tegangan keseluruhan melintas setiap cabang adalah jumlah tegangan DC dan tegangan ac melintas tegangan tersebut.

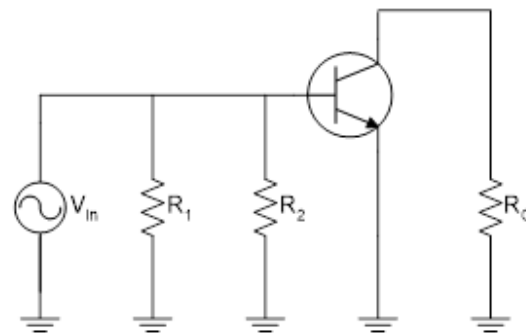
Penguat Common Emitter



**Rangkaian penguat
Common Emitter**

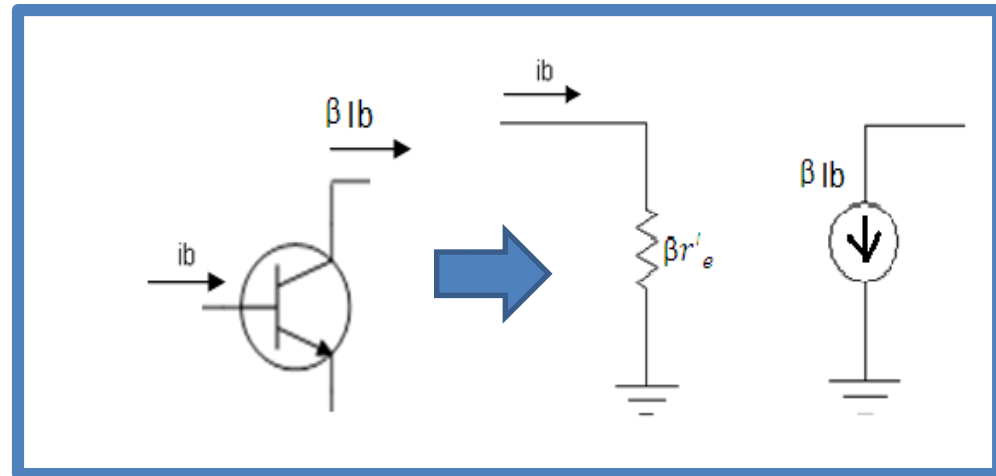
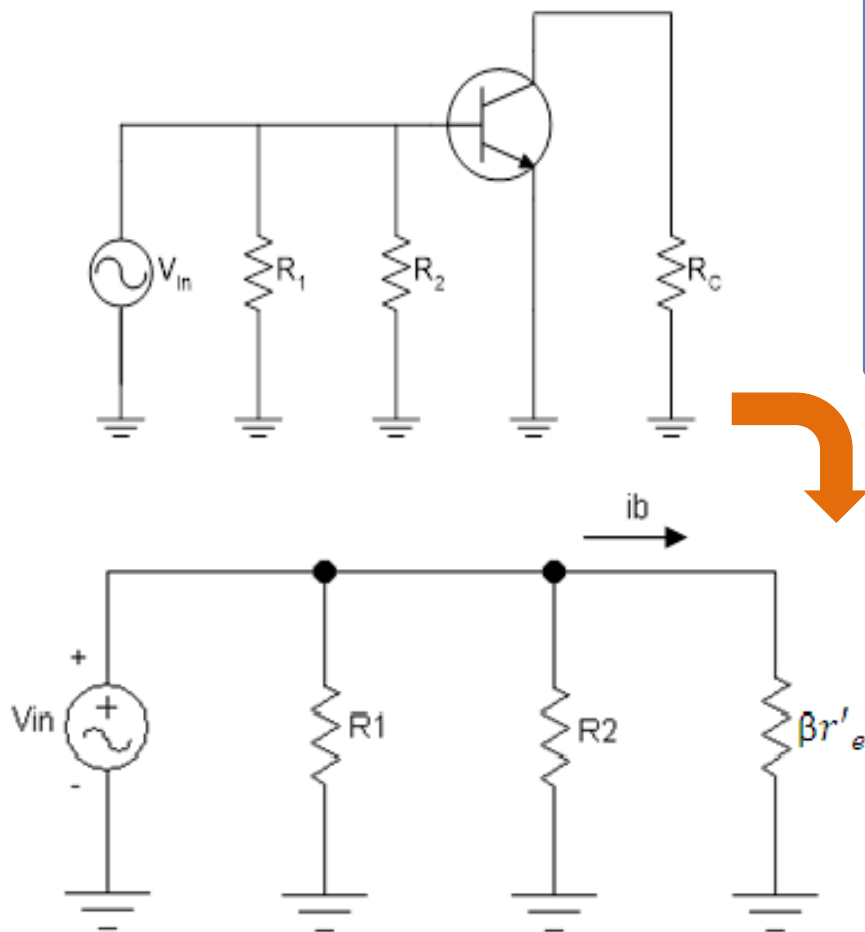


**Rangkaian
Ekivalen DC**

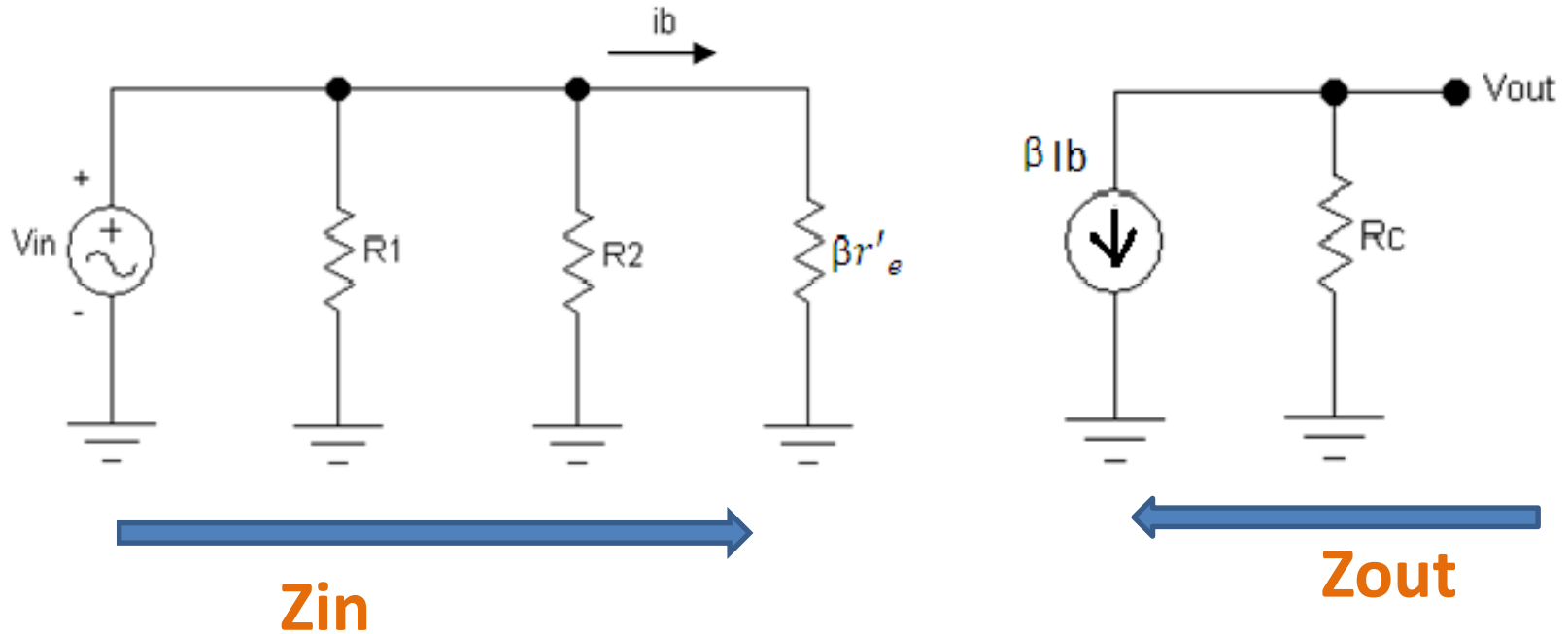


**Rangkaian
Ekivalen ac**

Rangkaian ekivalen ac Common emitter



Impedansi Input dan output



Impedansi masuk ac ditetapkan sebagai berikut :

$$Z_{in} = \frac{V_{in}}{i_{in}}$$

Impedansi yang dipandang langsung ke arah basis $Z_{in (basis)}$, di berikan oleh :

$$Z_{in(base)} = \frac{V_{in}}{i_b}$$

Menurut hukum ohm $V_{in} = i_e r_{e'}$

Karena $i_e \cong i_c = \beta i_b$

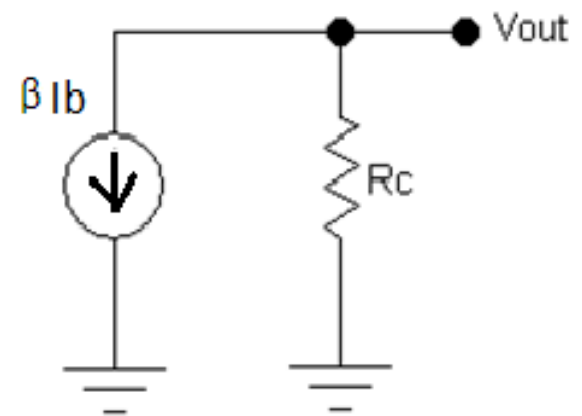
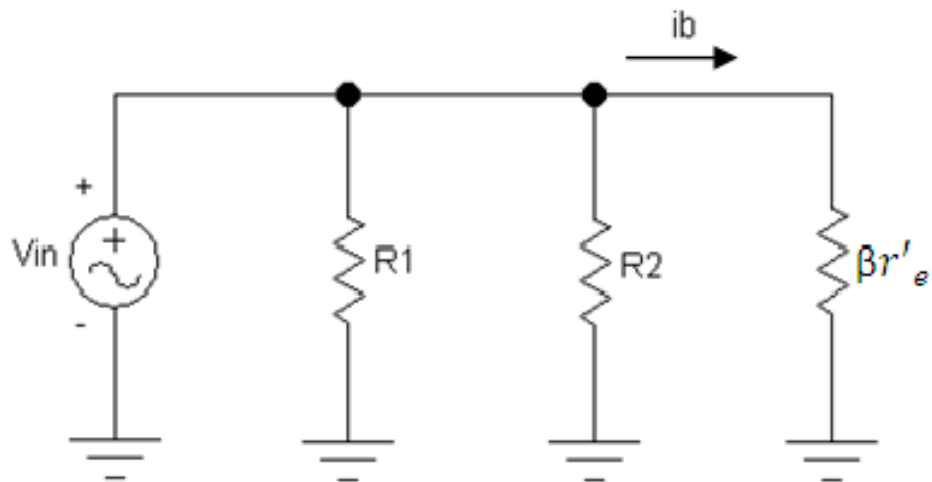
persamaan ini menjadi $V_{in} \cong \beta i_b r_{e'}$

Maka $Z_{in \text{ (basis)}}$ disederhanakan menjadi

$$Z_{in \text{ (basis)}} \cong \frac{\beta i_b r_{e'}}{i_b} = \beta r_{e'}$$

Penguat emiter di tanahkan memiliki impedansi input

$$Z_{in} = R_1 || R_2 || \beta r_{e'}$$



Z_{out}

Impedansi output

$$Z_{out} = R_c$$

RESISTANSI AC DIODE EMITER

Bila sinyalnya kecil, puncak A dan B dekat dengan Q, dan operasinya mendekati linier. Dengan kata lain, busur dari A ke B hampir berupa garis lurus. Oleh karena itu perubahan pada arus dan tegangan hampir seimbang. Artinya, sepanjang menyangkut sinyal AC, dioda tampak seperti resistansi yang diberikan oleh

$$r'_e = \frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_E}$$

Dimana r'_e = resistansi emiter AC
 ΔV_{BE} = perubahan kecil pada tegangan basis emiter
 ΔI_E = perubahan yang sesuai pada arus emiter

Karena perubahan pada V_{BE} dan I_E ekuivalen dengan tegangan dan arus AC. Sehingga sering ditulis sebagai :

$$r_{e'} = \frac{V_{BE}}{I_E}$$

Dimana r'_e = resistansi emiter ac
 V_{BE} = tegangan ac melintas basis emiter
 I_E = arus ac yang melalui emiter

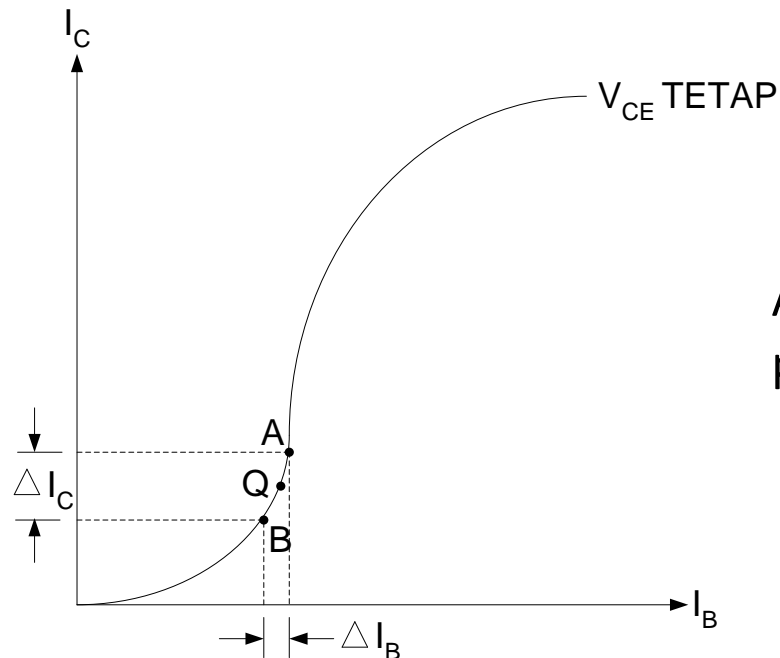
RUMUS UNTUK r'_e

Karena r'_e adalah perbandingan dari perubahan V_{BE} terhadap perubahan I_E , nilainya tergantung dari letak titik Q :

$$r_{e'} = \frac{25 \text{ mV}}{I_E}$$

BETA AC

Beta ac (ditulis β_{ac} atau β saja) adalah besaran sinyal kecil yang tergantung dari letak titik Q. Pada gambar, β ditetapkan sebagai



$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$$

Atau, karena arus bolak-balik sama dengan perubahan arus total, maka

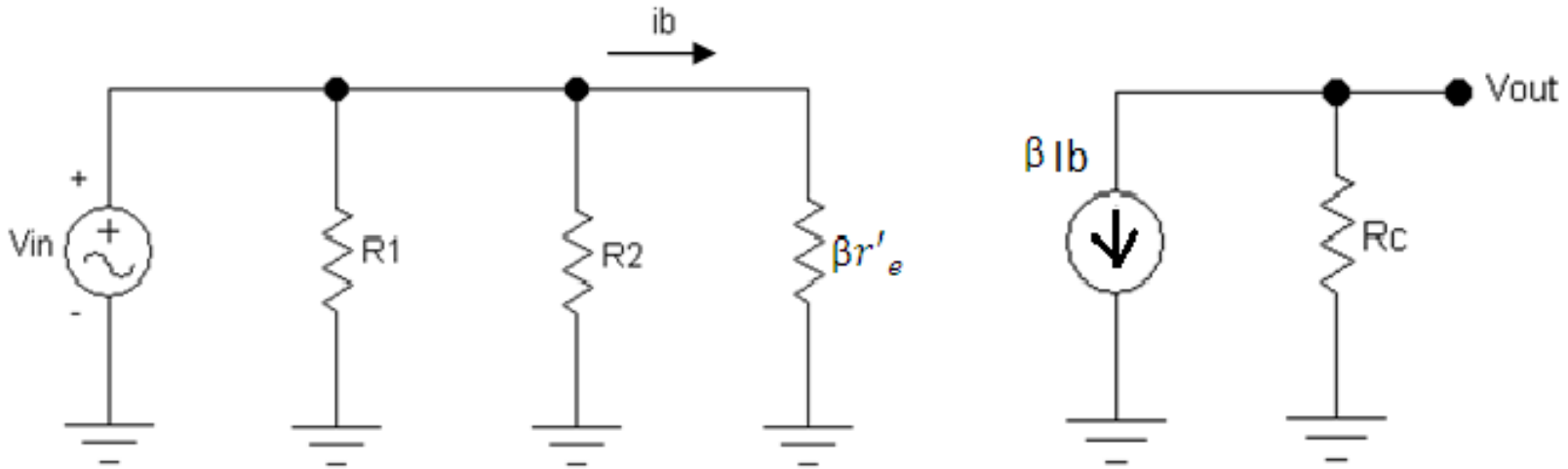
$$\beta = \frac{i_C}{i_b}$$

PENGUATAN TEGANGAN (VOLTAGE GAIN)

Penguatan tegangan sebuah penguat adalah perbandingan tegangan output ac dengan tegangan input ac. Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$A = \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

Rangkaian ekivalen ac untuk penguat emiter-ditanahkan



Arus kolektor ac mengalir melalui tahanan kolektor, menghasilkan tegangan keluaran sebesar

$$V_{out} = -i_c . r_L = -\beta i_b . r_L \qquad r_L = R_C$$

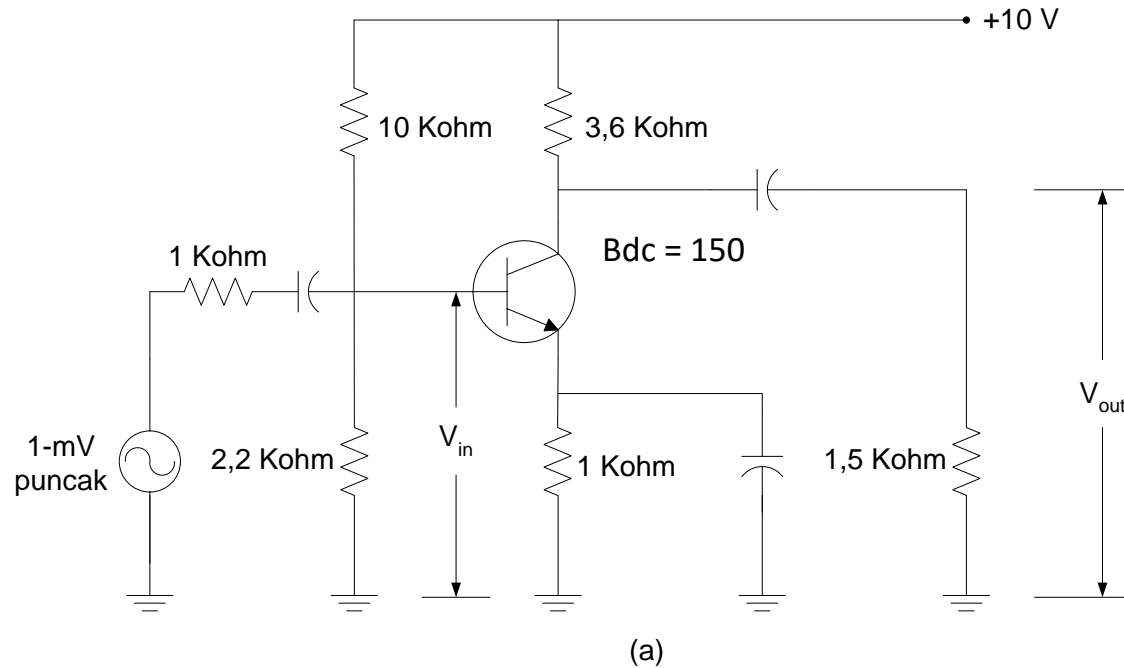
Jika tegangan input adalah :

$$V_{in} = \beta r_{e'} . i_b$$

Bati tegangan dapat juga dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

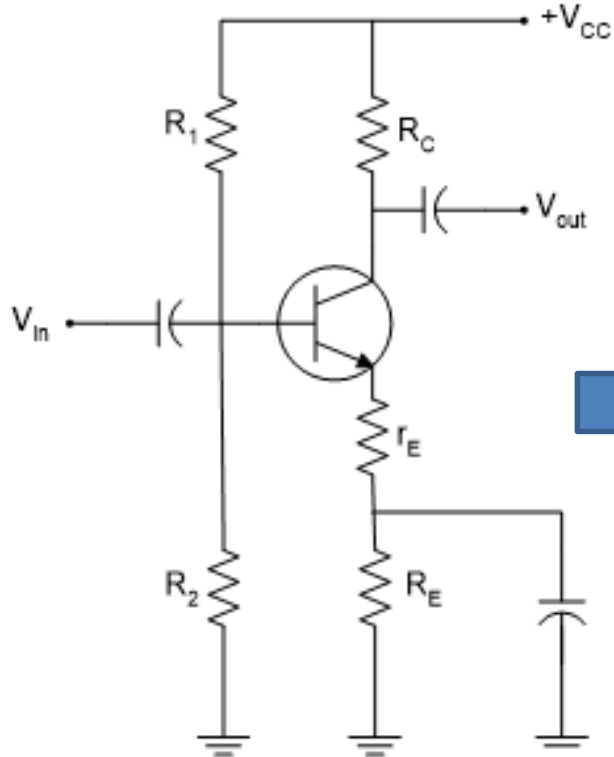
$$A = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{-\beta i_b . r_L}{\beta r_{e'} . i_b} = - \frac{r_L}{r_{e'}}$$

Contoh 1

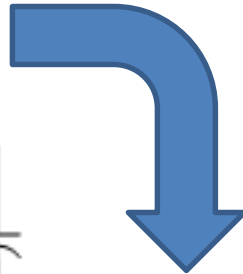


- Gambar Rangkaian ekivalen DC dan ac
- Gambarkan garis beban dan titik kerja
- Hitung penguatan tegangan dan besar tegangan output

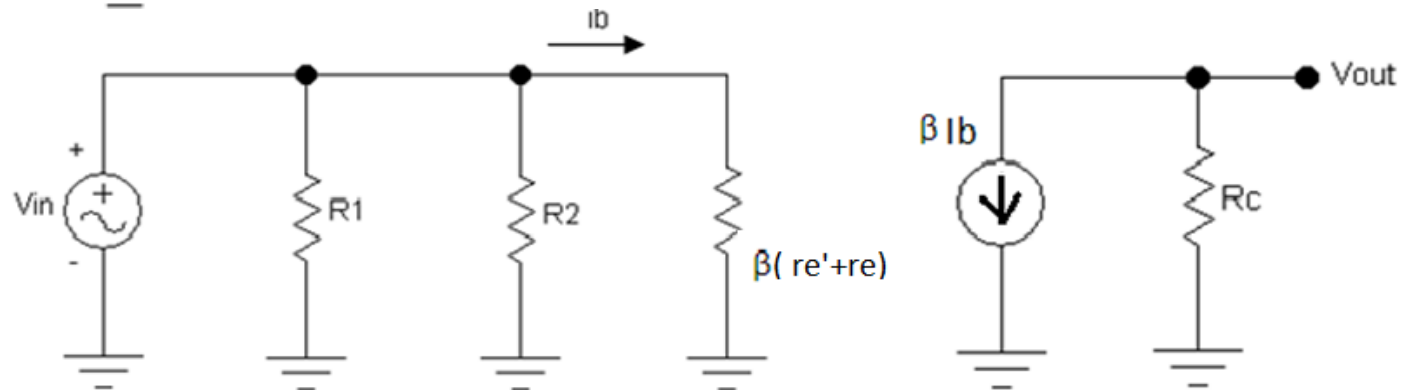
PENGUAT TERBENAM (SWAMPED AMPLIFIER)



Rangkaian penguat Emitter terbenam



Rangkaian ekivalen ac untuk penguat terbenam



Arus kolektor ac mengalir melalui tahanan kolektor, menghasilkan tegangan keluaran sebesar

$$V_{out} = -i_c . r_L = -\beta i_b . r_L \qquad r_L = R_c$$

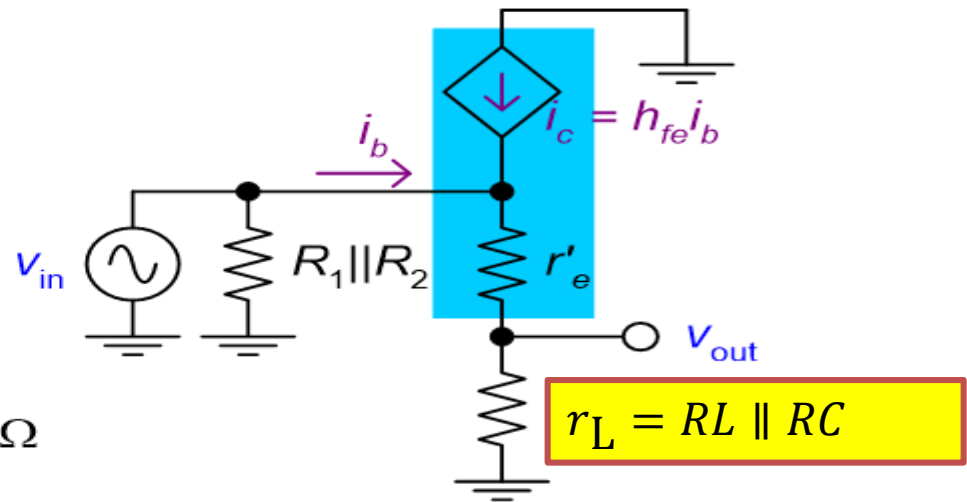
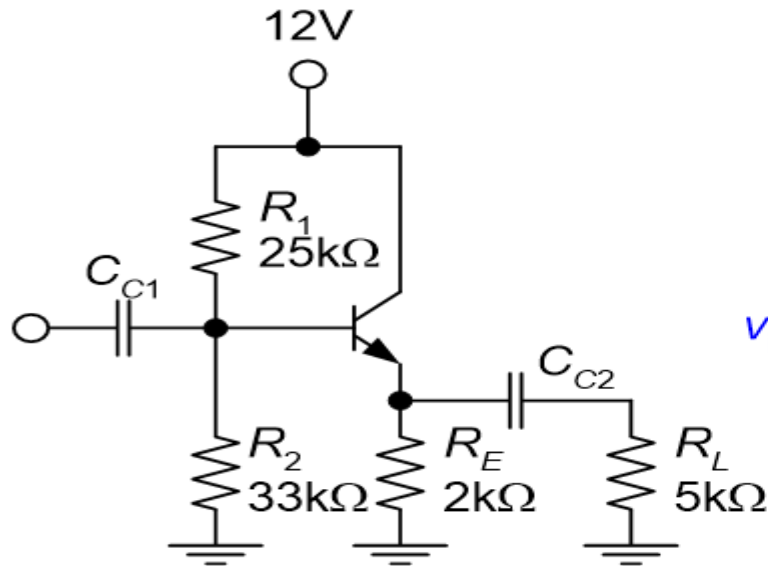
Jika tegangan input adalah :

$$V_{in} = \beta(re' + re) . i_b$$

Bati tegangan dapat juga dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$A = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{-\beta i_b . r_L}{\beta(re' + re) . i_b} = - \frac{r_L}{re' + re}$$

Emitter follower dan Rangkaian ekivalen ac



$$A_v = \frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{i_e \cdot r_L}{i_b \cdot \beta r'_e + i_e r_L} = \frac{r_L}{r'_e + r_L}$$

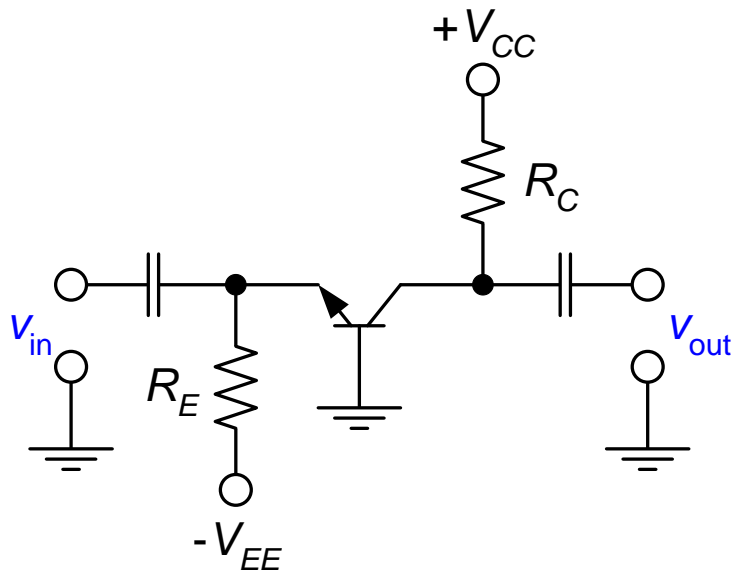
$$\cong 1 \quad (r_E \gg r'_e)$$

$$Z_{in(base)} = \frac{V_{in}}{i_b} = \frac{i_b \cdot \beta r'_e + i_b \cdot \beta r_L}{i_b} \cong \beta(r_L + r'_e)$$

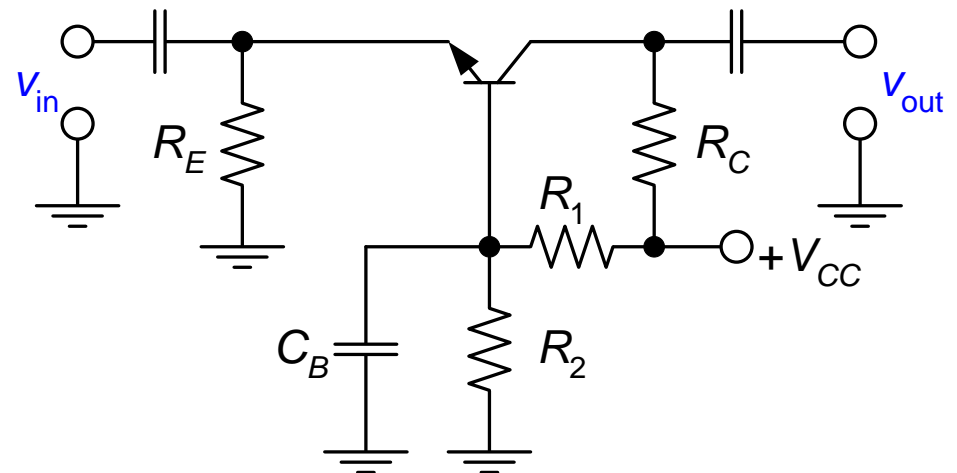
$$Z_{in} = R_1 // R_2 // Z_{in(base)}$$

$$Z_{out} = r_L$$

Common Base Amplifier

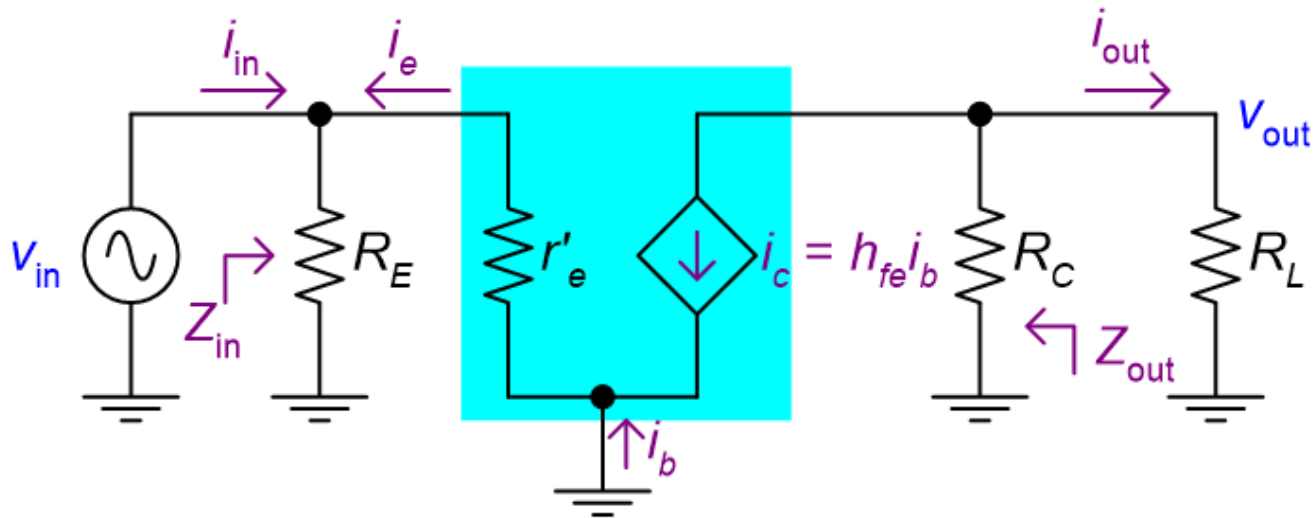


Emitter bias



Voltage-divider bias

Common-base Rangkaian equivalent ac



$$r_L = R_L \parallel R_C$$

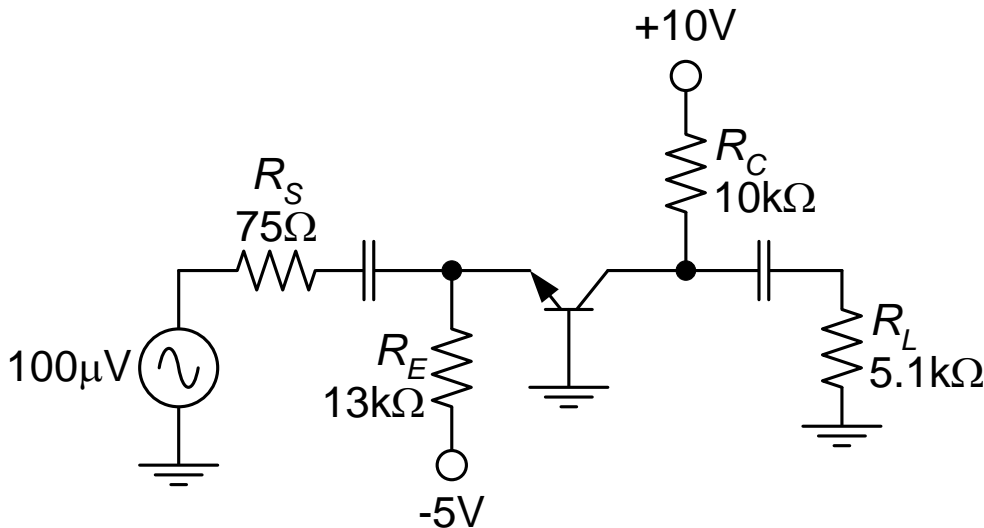
$$A_v = \frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{-i_c r_C}{-i_e r'_e} \cong \frac{r_L}{r'_e}$$

$$Z_{in} = r'_e \parallel R_E \cong r'_e$$

$$Z_{out} = R_C \parallel \frac{1}{h_{ob}} \cong R_C$$

Contoh2

Tentukan gain dan impedansi dari rangkaian berikut ini



$$Z_{in} \cong r'_e = 75.58\Omega$$

$$Z_{out} \cong R_C = 10k\Omega$$

$$r_c = R_C \parallel R_L = 10K \parallel 5.1k\Omega = 3.377k\Omega$$

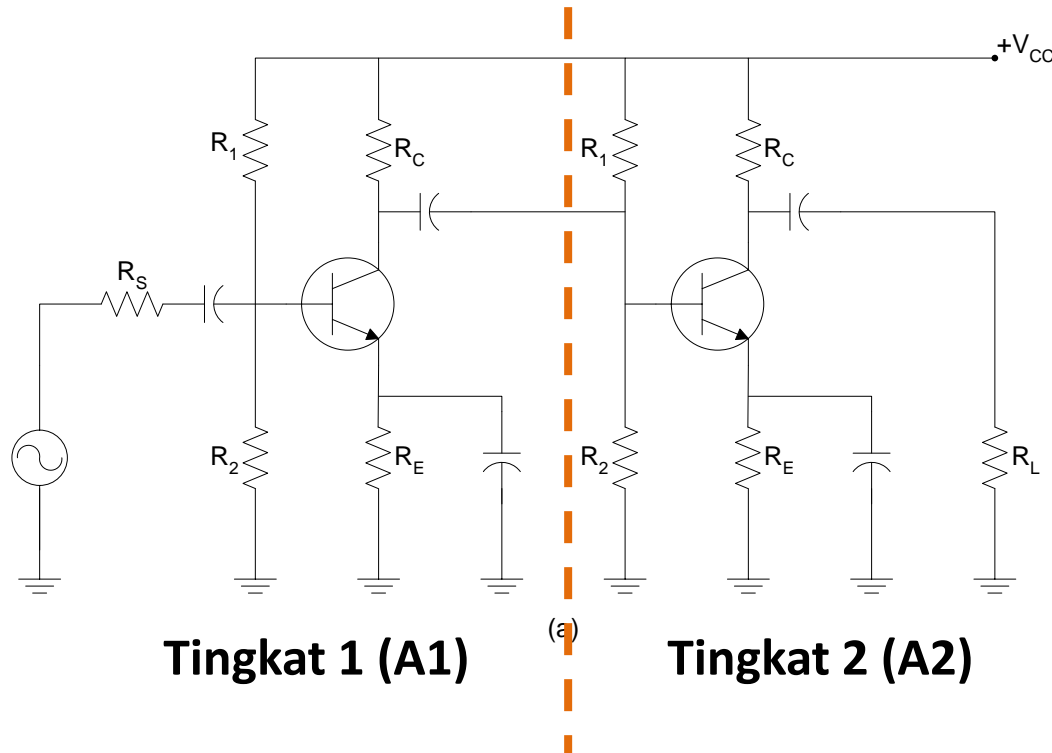
$$A_v = \frac{r_c}{r'_e} = \frac{3.377k\Omega}{75.58\Omega} = 44.69$$

$$I_E = \frac{-0.7V - (-V_{EE})}{R_E} = \frac{-0.7V + 5V}{13k\Omega} = 330.8\mu A$$

$$r'_e = \frac{25mV}{I_E} = \frac{25mV}{330.8\mu A} = 75.58\Omega$$

TAHAPAN KASKADE

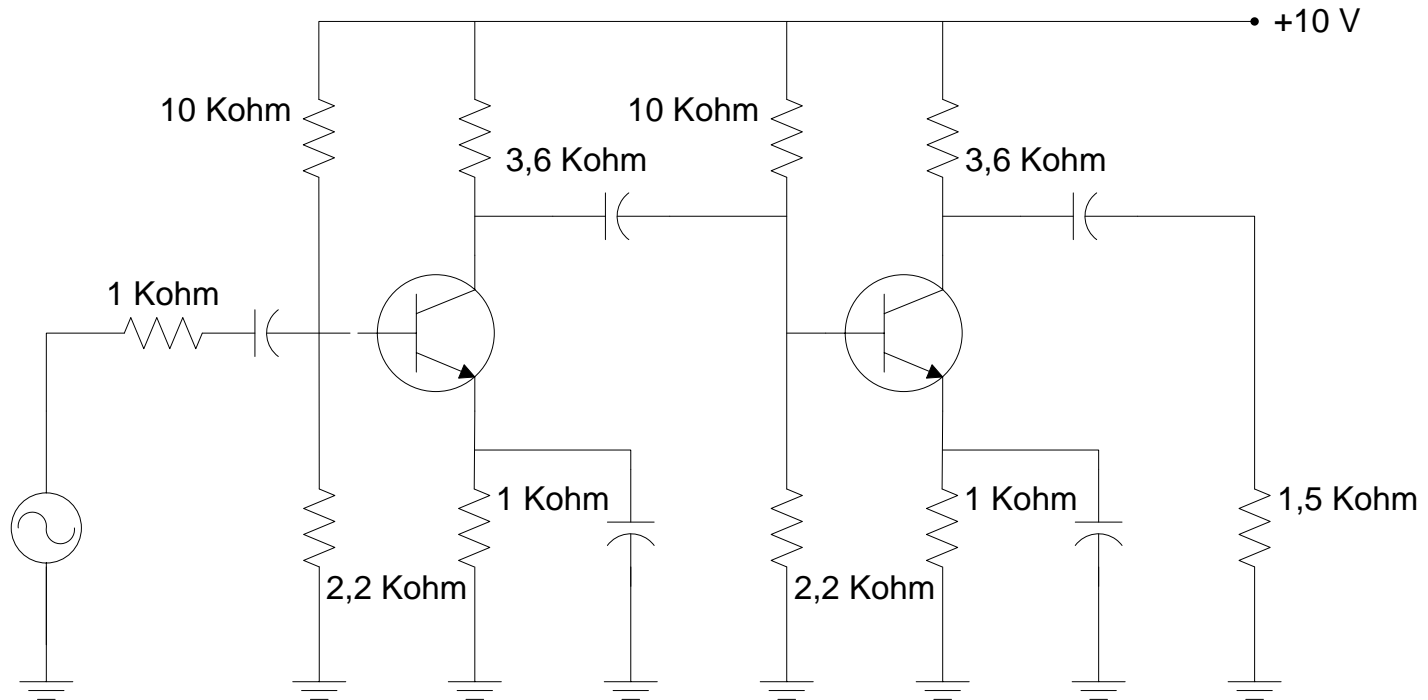
- Menggunakan lebih dari satu penguat BJT dengan tujuan untuk memperbesar tegangan
- Keluaran Transistor tingkat 1 kan menjadi input pada transistor tingkat 2



Penguatan Kaskade

$$A_{total} = A1 \cdot A2$$

Contoh 3



(a)