

KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ. (ELECTRONICS).

GV: Th.S Nguyễn Tấn Phúc.

Bộ Môn : Cơ Điện Tử- ĐHNL TpHCM.

Tel: 01267102772.

Mail: phucpfiev1@gmail.com.

phucnt@hcmuaf.edu.vn.

*CHƯƠNG 3: TRANSISTOR

NỘI DUNG :

1. Giới Thiệu về Transistor.
2. Các bài toán phân cực cho transistor.
3. Các bài toán thiết kế mạch phân cực cho transistor.
4. Tính Khuếch Đại của transistor.

*PHÂN LOẠI TRANSISTOR

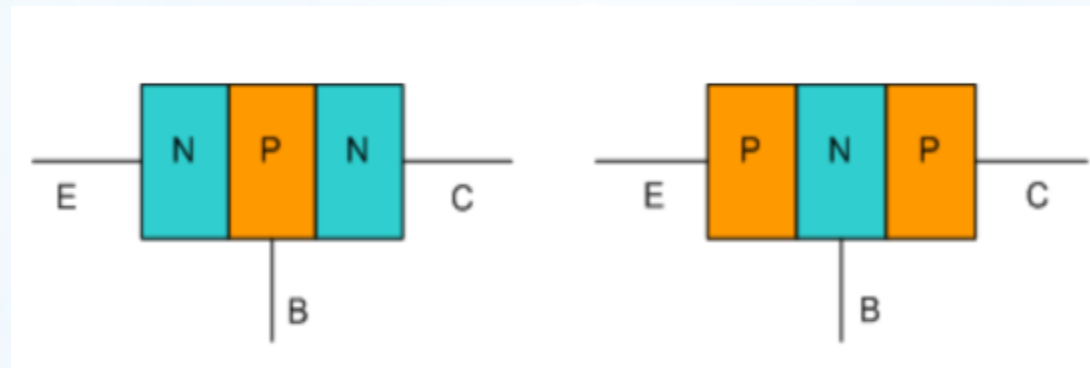
Transistor lưỡng cực - BJT.

Transistor hiệu ứng trường - FET, MOSFET.

Transistor mối đơn cực - UJT.

TRANSISTOR LƯỜNG CỰC:

Cấu Tạo: là 3 lớp bán dẫn hình thành 2 tiếp xúc p-n. ghép theo thứ tự ta lượt được transistor PNP và NPN.

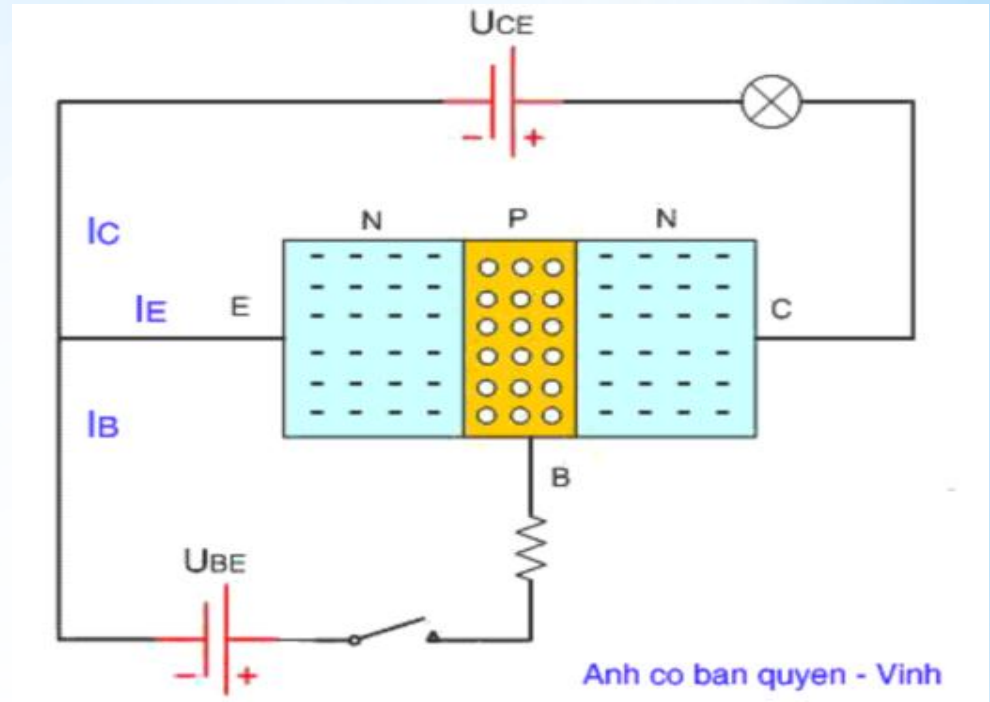


Cực ở giữa : cực gốc (cực B - base).

2 cực còn lại là cực phát (cực E-emiter), và cực thu (cực C- collector.). 2 cực này không hoán vị được.

Nguyên tắc hoạt động transistor:

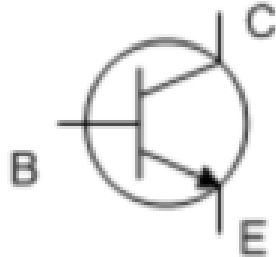
- Cung cấp một điện áp vào giữa 2 cực C và E.
- **Khi khóa K mở** : không có dòng điện từ B qua E nên không có dòng từ C qua E , bóng đèn không sáng.
- **Khi K đóng** : có dòng qua BE , lúc này có dòng qua CE làm bóng đèn sáng.



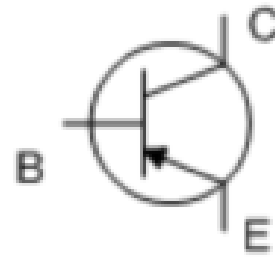
$$\text{Dòng } I_C = \beta I_B.$$

β : hệ số khuếch đại dòng.

Ký hiệu - hình dáng transistor:



Transistor ngược NPN



Transistor thuận PNP

Ký hiệu transistor:

Do nhật sản xuất chữ A, B...:
A564, B733, C828.

Do Mỹ sản xuất : 2N3055..

Do Trung quốc : 3CP25, 3AP20...



Các thông số của Transistor:

Dòng điện cực đại: dòng điện giới hạn của transistor.

Điện áp cực đại: điện áp đánh thủng transistor.

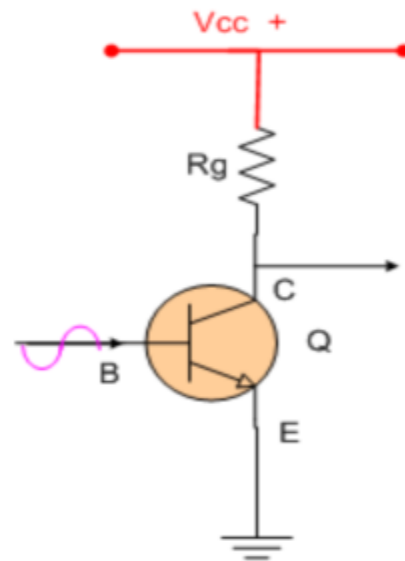
Tần số cắt: tần số giới hạn để transistor làm việc.

Hệ số khuếch đại: hệ số beta.

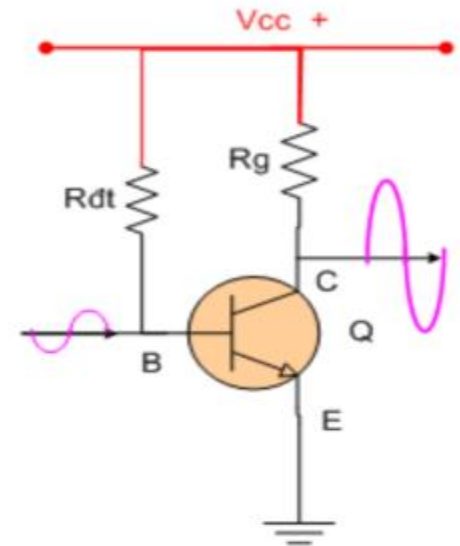
Công suất cực đại : $P = U_{ce} * I_{ce} < P_{max}$.

Phân cực cho transistor (định thiên transistor):

để transistor hoạt động .Ta cần phải đưa vào nguồn điện vào chân B qua điện trở định thiên.



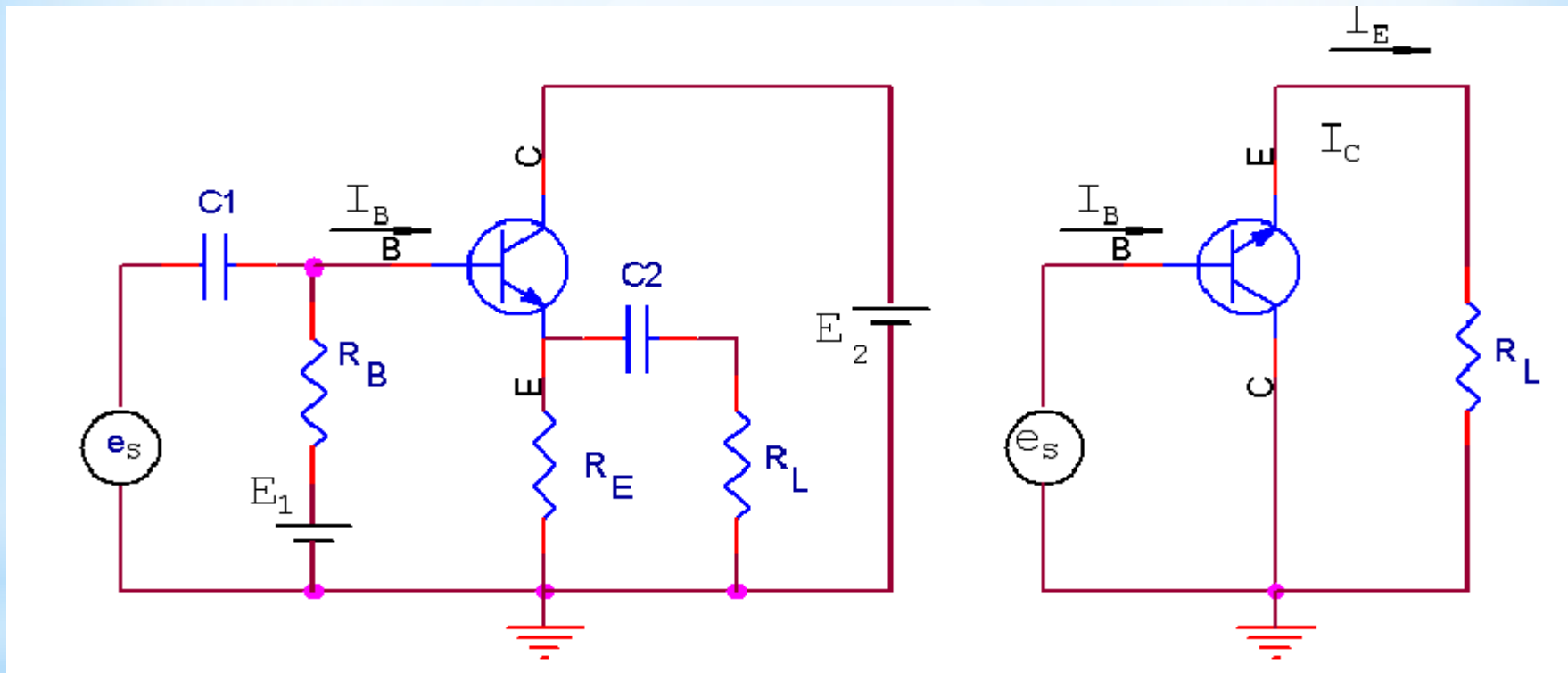
Transistor không định thiên



Transistor có định thiên

* 3 sơ đồ cơ bản :

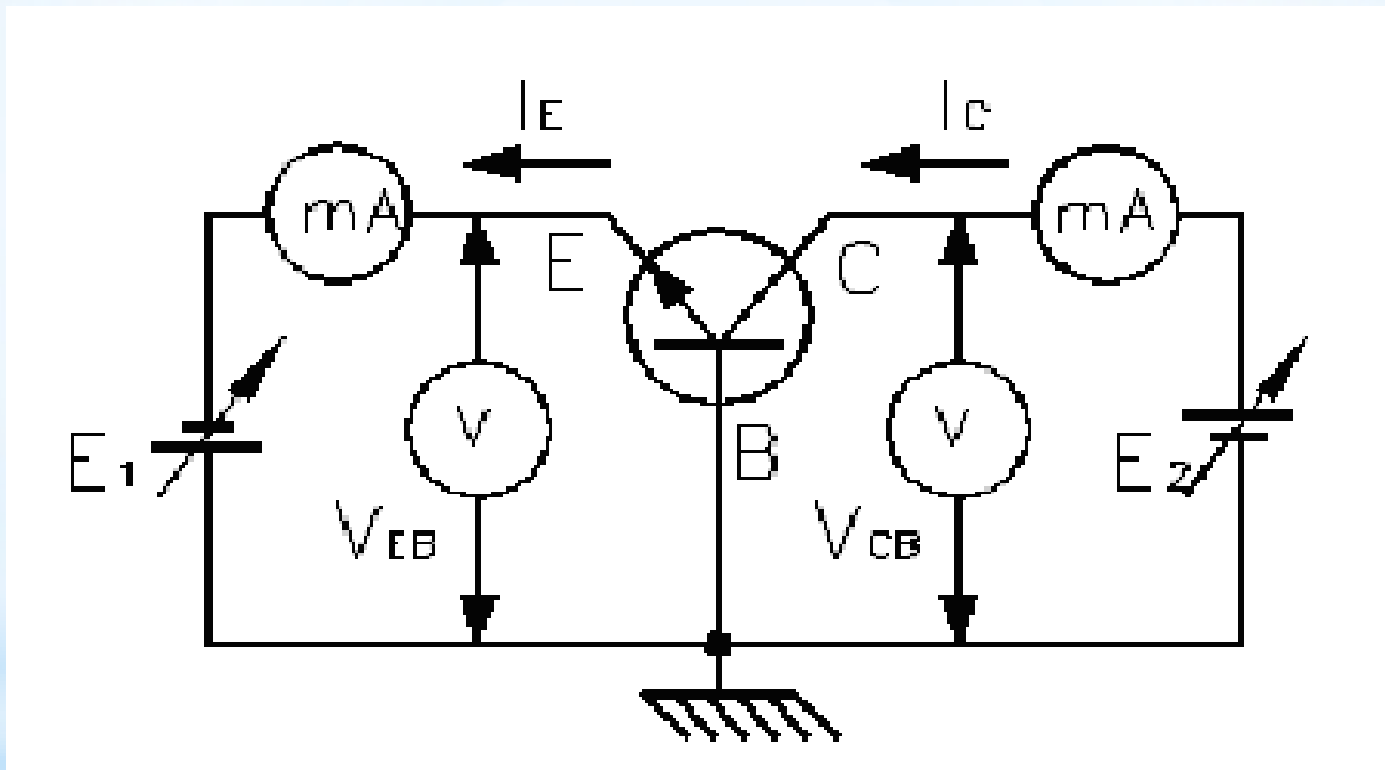
Mạch cực thu chung : C chung :
Không có điện trở R_C , V_{CC} xem như nối đất.



Tín hiệu vào: B và đất;
Tín hiệu ra : E và đất.

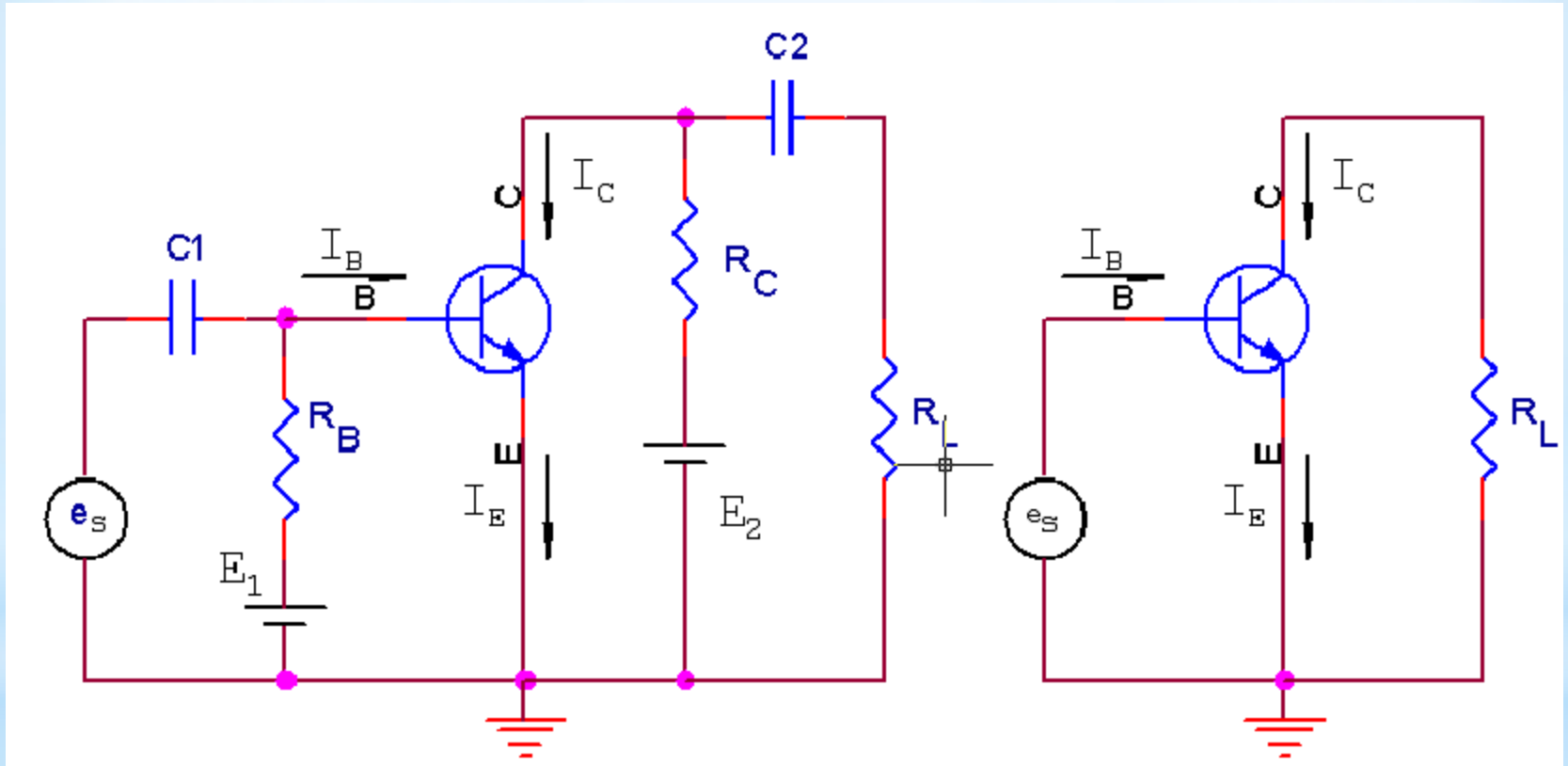
* 3 SƠ ĐỒ CƠ BẢN

Mạch mắc cực B chung (CB):



* 3 SƠ ĐỒ CƠ BẢN

Mạch mắc kiểu E chung (EC):



* MẠCH MẮC E CHUNG

Dòng điện vào : I_B .

Dòng điện ra : I_C .

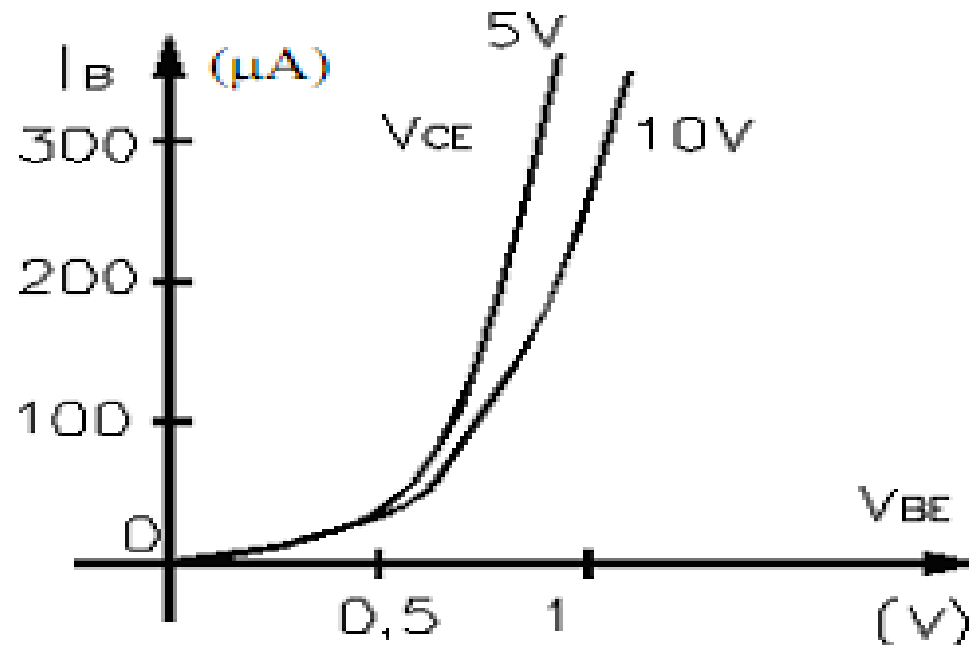
Điện áp vào : V_{BE} .

Điện áp ra V_{CE} .

$$I_C = \beta I_B$$

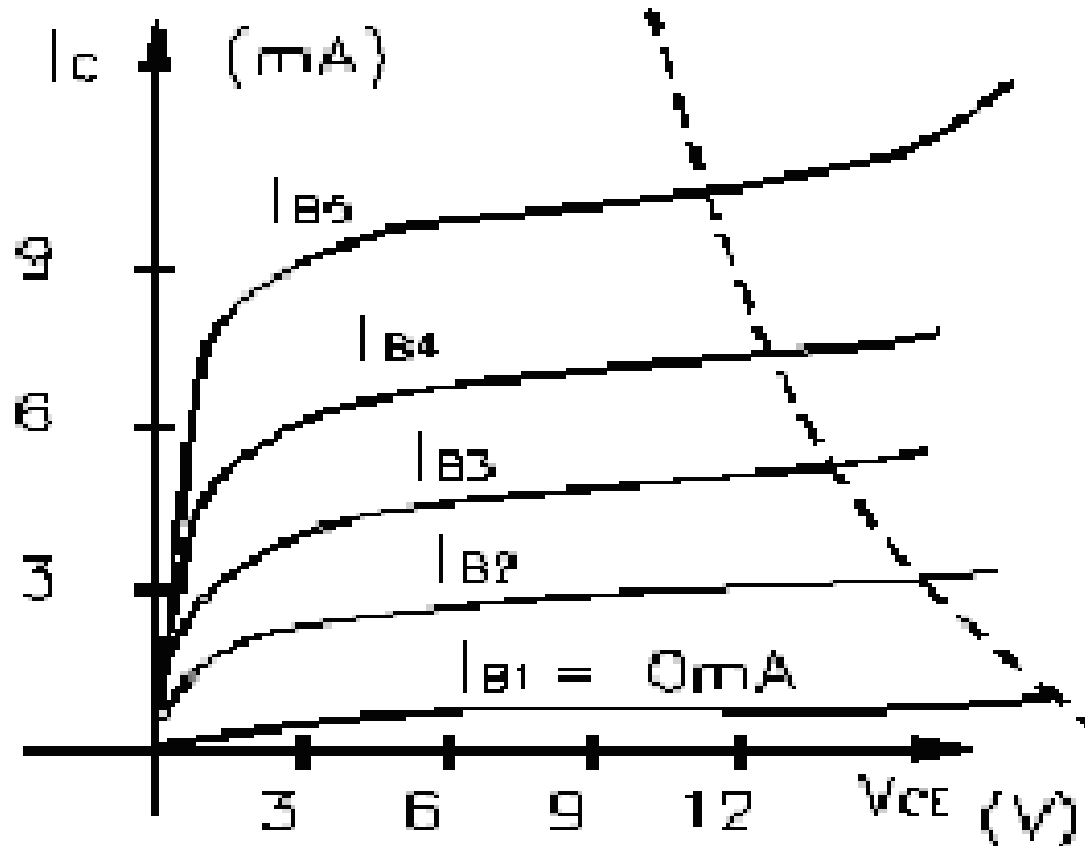
$$I_E = (\beta + 1) I_B$$

Họ đặc tuyến vào:



* MẠCH MẮC E CHUNG

Họ đặc tuyến ra : $I_C = f(V_{CE})$, khi $I_B = \text{const.}$



*SO SÁNH 3 KIỂU MẮC MẠCH

**Bảng so sánh các đặc điểm của ba kiểu ráp Transistor EC, BC, CC :*

	EC	BC	CC
Điểm chung	Cực E	Cực B	Cực C
Tín hiệu vào	Cực B	Cực E	Cực B
Tín hiệu ra	Cực C	Cực C	Cực E
Độ lệch pha	Ngược pha	Cùng pha	Cùng pha
Khuếch đại dòng điện	Có	Không	Có
Khuếch đại điện áp	Có	Có	Không
Khuếch đại công suất	Lớn	Nhỏ	Nhỏ
Trở kháng vào	Nhỏ	Lớn	Lớn
Trở kháng ra	Lớn	Lớn	Nhỏ

Các Kiểu phân cực cho transistor:

*BJT

Phân cực cố định:

Cách giải :

1. Xác định I_B .

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

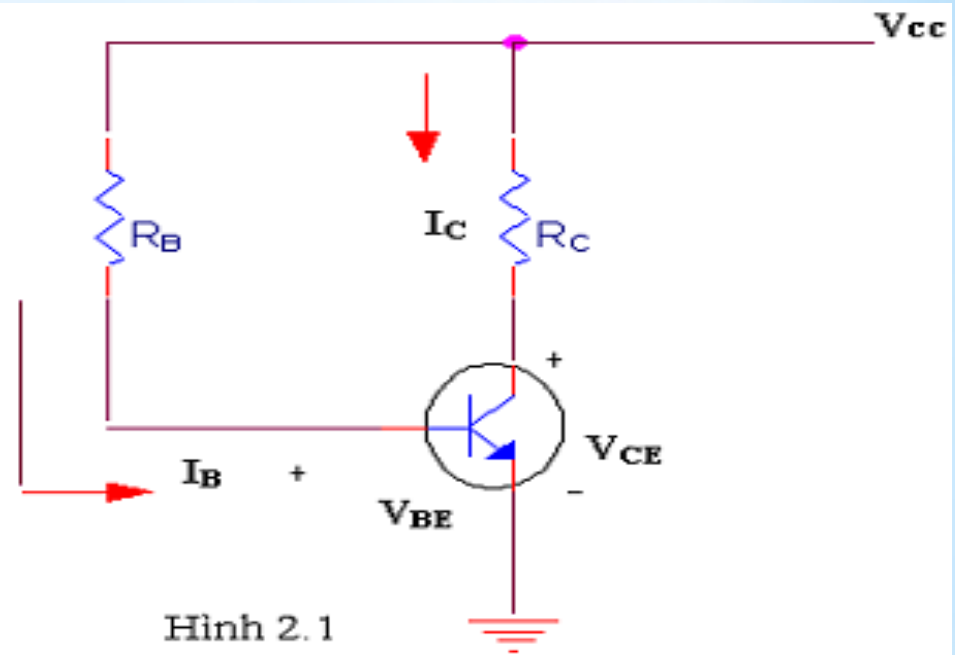
$V_{BE}=0.7V$ nếu BJT là Si và $V_{BE}=0.3V$ nếu là Ge

- Suy ra: $I_C = \beta I_B$
- Mạch ngõ ra thu - nên:

$$V_{CC} = R_C I_C + V_{CE}$$

$$\text{Hay } V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C$$

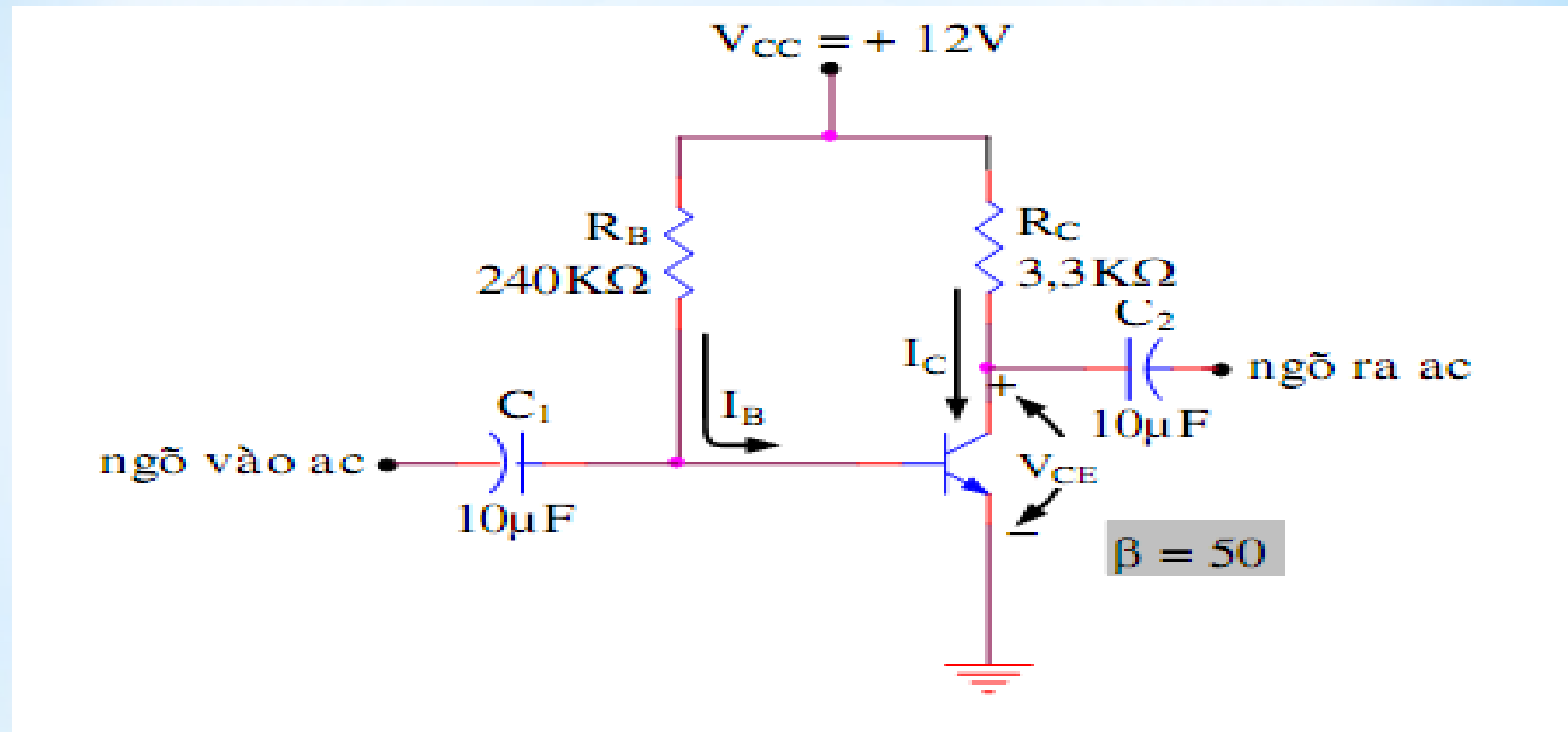
Đây là phương trình đường thẳng lấy điện.



Dòng cực thu bão hòa:

$$I_{C_{sat}} = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

VÍ DỤ: Tính giá trị V_C , I_C :



$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{(12 - 0,7)V}{680\text{k}\Omega} = 47,08 \mu\text{A}$$

$$I_C = \beta I_B = 50(40,08 \mu\text{A}) = 2,35 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = 12\text{V} - (2,35 \text{ mA})(2,2\text{k}\Omega) = 6,83\text{V}$$

Phân cực cố định - ổn định cực phát:

$$V_{CC} = R_B I_B + V_{BE} + R_E I_E$$

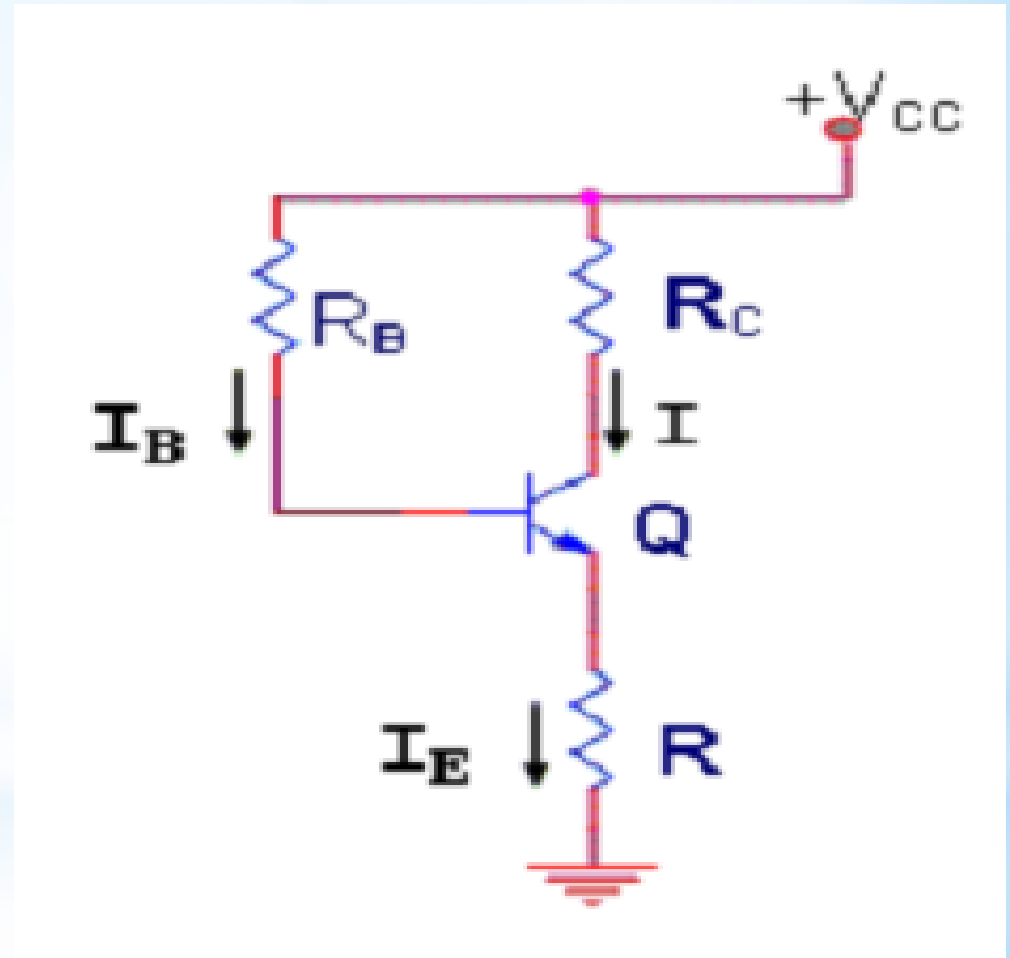
$$\text{Thay } I_E = (1 + \beta) I_B$$

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

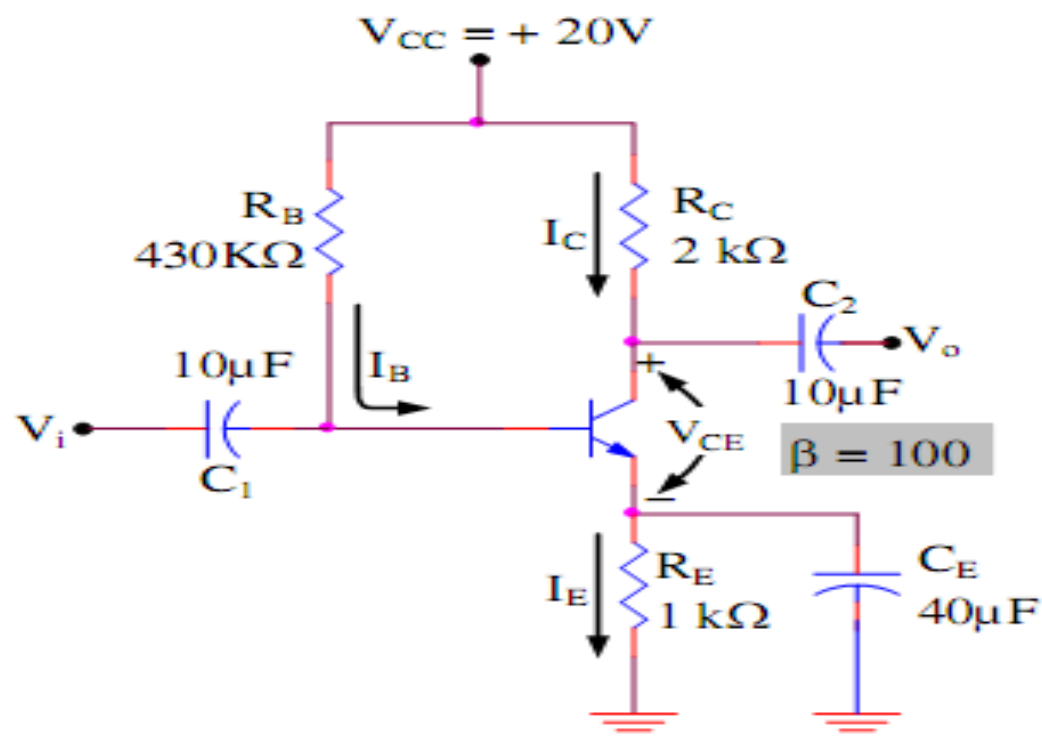
$$V_{CE} = V_{CC} - (R_C + R_E) I_C$$

Dòng cực thu bão hòa:

$$I_{C_{sat}} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$



Tính giá trị V_{CE} , I_C cho mạch transistor bên dưới.



Giải:

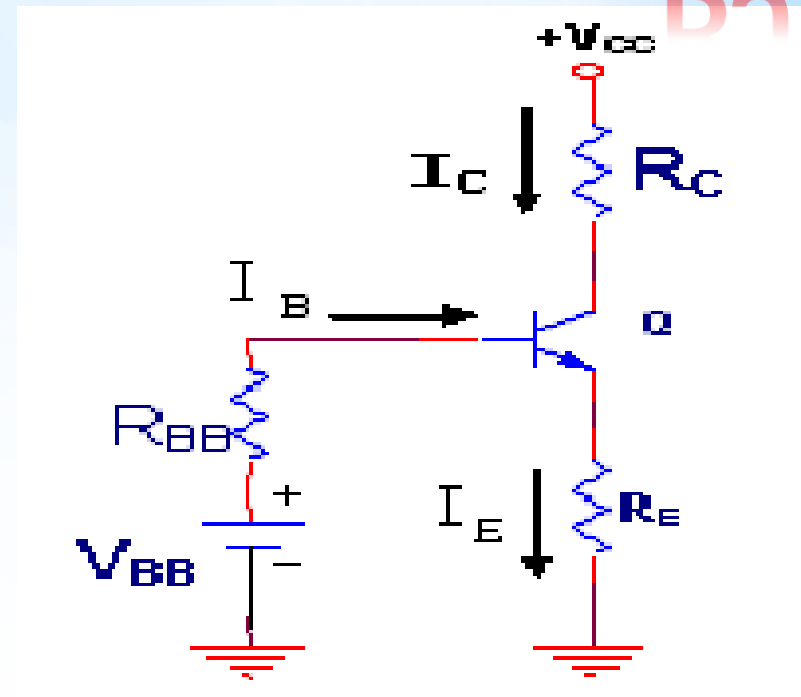
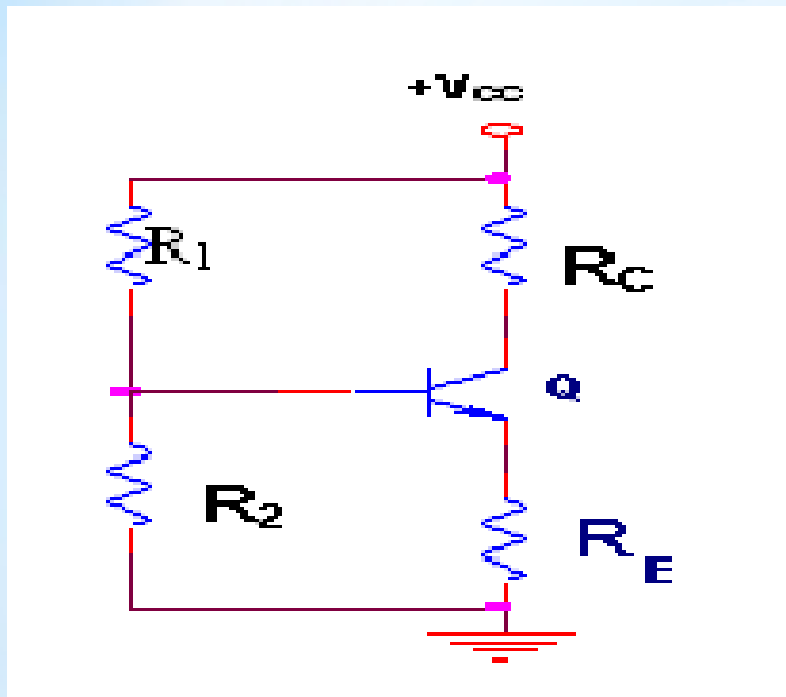
$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1)R_E} = \frac{(20 - 0,7)V}{430 \text{ k}\Omega + 101(1 \text{ k}\Omega)} = \frac{19,3V}{531 \text{ k}\Omega} = 36,35 \mu A$$

$$I_C = \beta I_B = 100(36,35 \mu A) = 3,635 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C - I_E R_E = 20V - 3,635 \text{ mA}(2 \text{ k}\Omega) - 3,635 \text{ mA}(1 \text{ k}\Omega) = 9,1V$$

Phân cực bằng cầu chia thế- ổn định cực phát :

* BJT



$$R_{BB} = R_1 // R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_{BB} = V_{CC} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_{BB} + (1 + \beta)R_E}$$

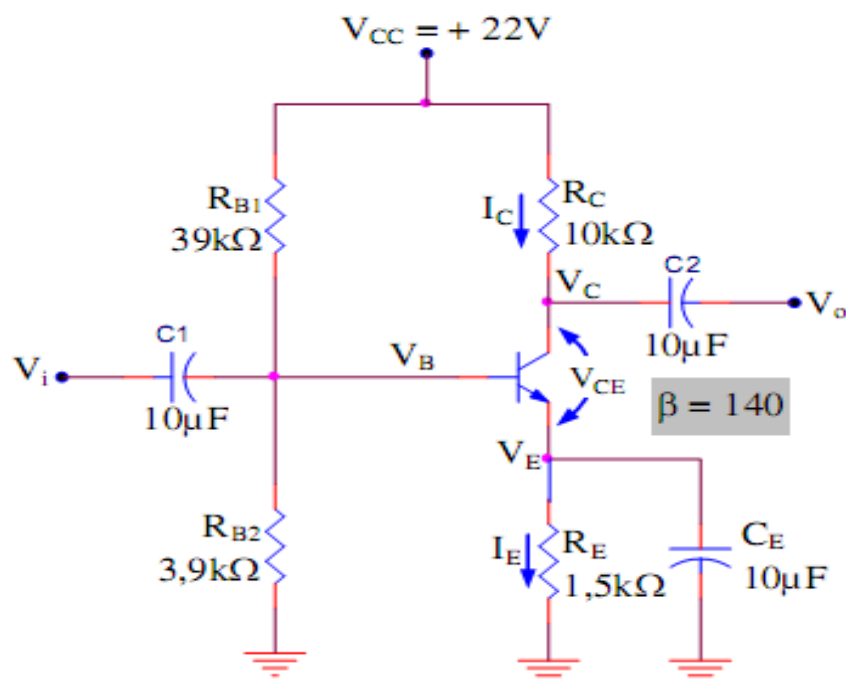
vi

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

$$I_C \approx I_E$$

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

Ví dụ : tính các điện áp V_C , I_C cho mạch bên dưới



$$V_B = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} V_{CC} = \frac{3,9}{39 + 3,9} (22) = 2V$$

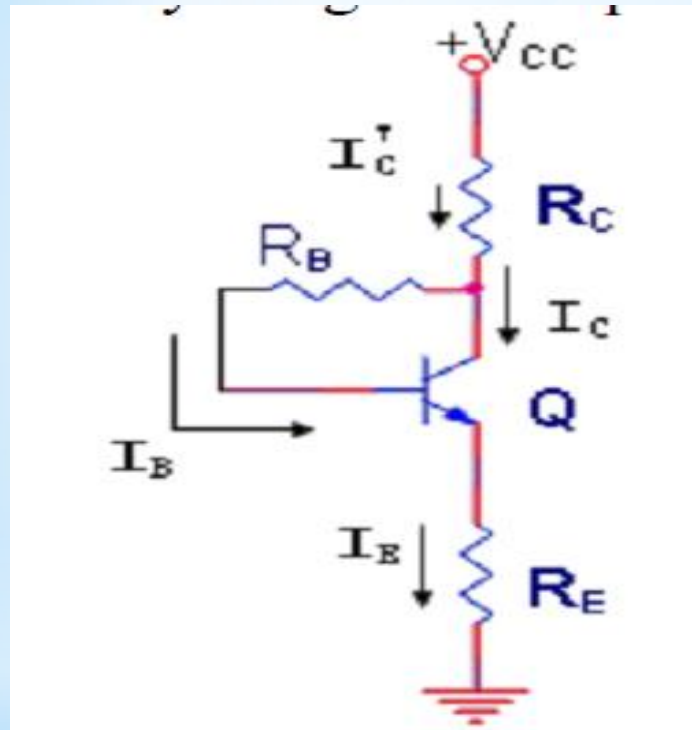
$$V_E = V_B - V_{BE} = 2V - 0,7V = 1,3V$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} \cong I_C = \frac{1,3V}{1,5k\Omega} = 0,867mA$$

$$V_C = V_{CC} - I_C R_C = 22V - (0,867mA)(10k\Omega) = 13,33V$$

$$V_{CE} = V_C - V_E = 13,33V - 1,3V = 12,03V$$

Phân cực hồi tiếp điện thế- ổn định cực phát



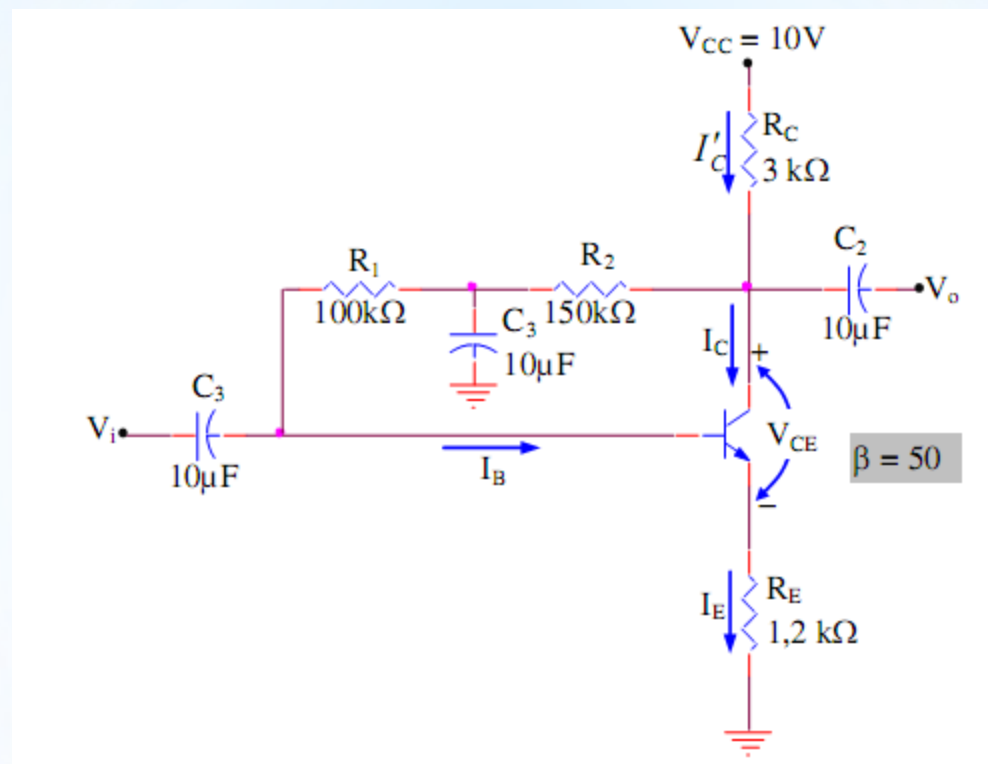
$$V_{CC} = R_C I'_C + R_B I_B + R_E I_E + V_{BE}$$

Với $I'_C = I_C + I_B = I_E$ # $I_C = \beta I_B$

$$\Rightarrow I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + \beta(R_C + R_E)}$$

- $I_C = \beta I_B$
- $V_{CE} = V_{CC} - (R_C + R_E) I_C$

Ví dụ : tính điểm làm việc tĩnh cho mạch bên dưới:

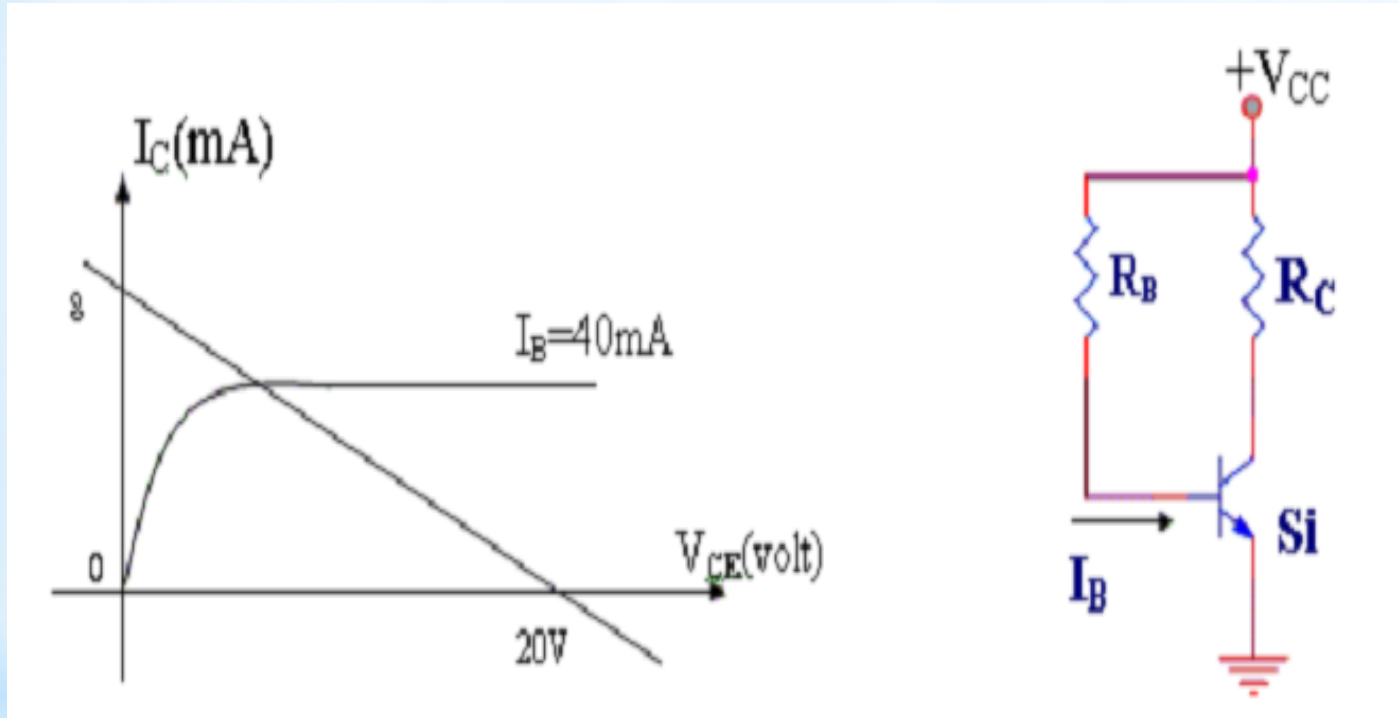


$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1)(R_C + R_E)} = \frac{(10 - 0,7)V}{250\text{ k}\Omega + (51)(3\text{ k}\Omega + 1,2\text{ k}\Omega)} = 20,03\mu A$$

$$I_E = (\beta + 1)I_B = (51)(20,03\mu A) = 1,02\text{ mA}$$

$$\begin{aligned} V_{CE} &= V_{CC} - I_E(R_C + R_E) = 10V - (1,02\text{ mA})(3\text{ k}\Omega + 1,2\text{ k}\Omega) \\ &= 10V - 4,28V = 5,72V \end{aligned}$$

Đường đặc tuyến - Phương trình đường làm việc của BJT:

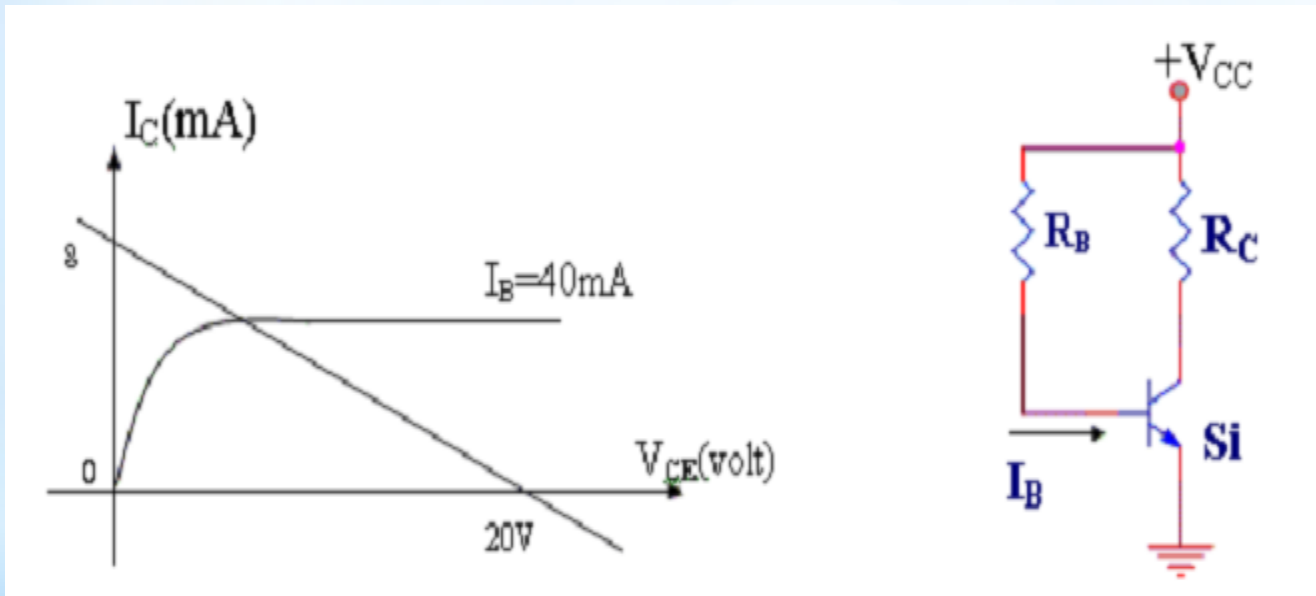


Giao điểm đường đặc tuyến và đường làm việc gọi là điểm làm việc tĩnh của transistor.

Bài Toán Thiết kế mạch BJT:

Tính R_C , R_B , R_E biết

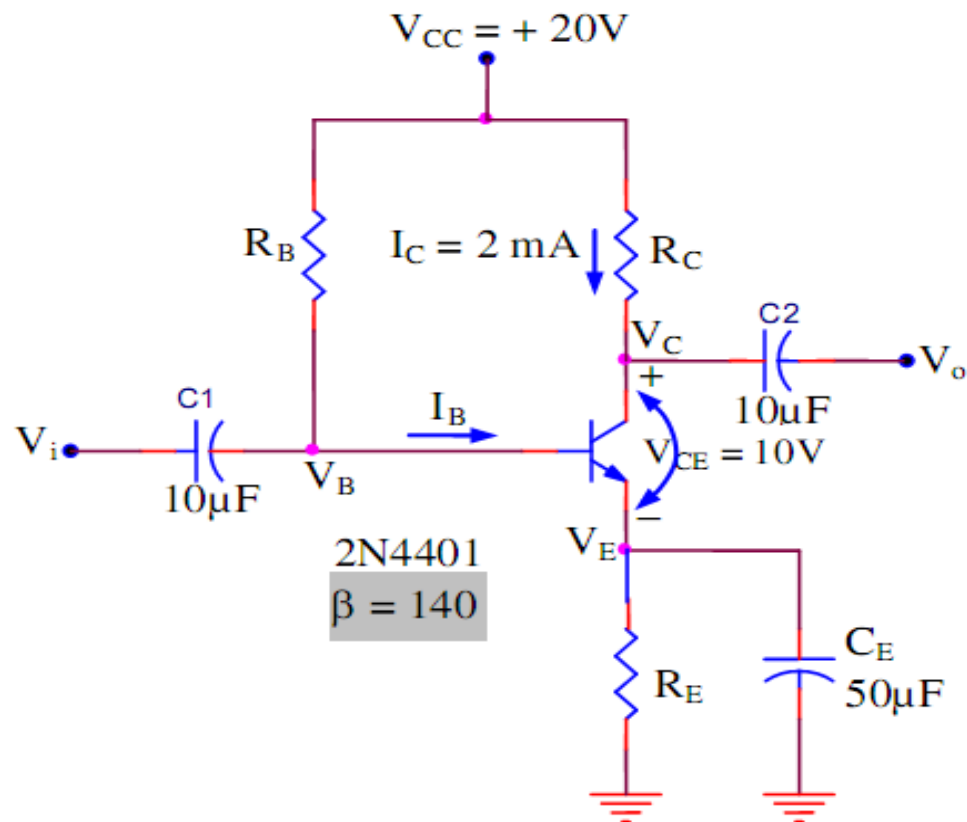
Điểm làm việc tĩnh : V_{CE} ; I_C , V_{CC} .



Sau đây là một số dạng bài toán thiết kế:

BÀI TOÁN THIẾT KẾ 1 :

Ví dụ: Tính giá trị điện trở R_E , R_C và R_B cho mạch khuếch đại transistor với điện trở ổn định R_E ở hình sau. Hệ số khuếch đại dòng tiêu biểu của transistor npn 2N4401 là 90 tại điểm có $I_C = 5 \text{ mA}$. Điện áp nguồn 20V.



$$V_{E_Q} \cong \frac{1}{10}(V_{CC}) = \frac{1}{10}(20V) = 2V$$

Điện trở cực phát:

$$R_E \cong \frac{V_E}{I_{C_Q}} = \frac{2V}{5mA} = 400\Omega$$

Điện trở cực thu được tính bằng:

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE_Q} - V_{E_Q}}{I_{C_Q}} = \frac{(20 - 10 - 2)V}{5mA} = \frac{8V}{5mA} = 1,6k\Omega$$

Tính dòng điện cực nền bằng:

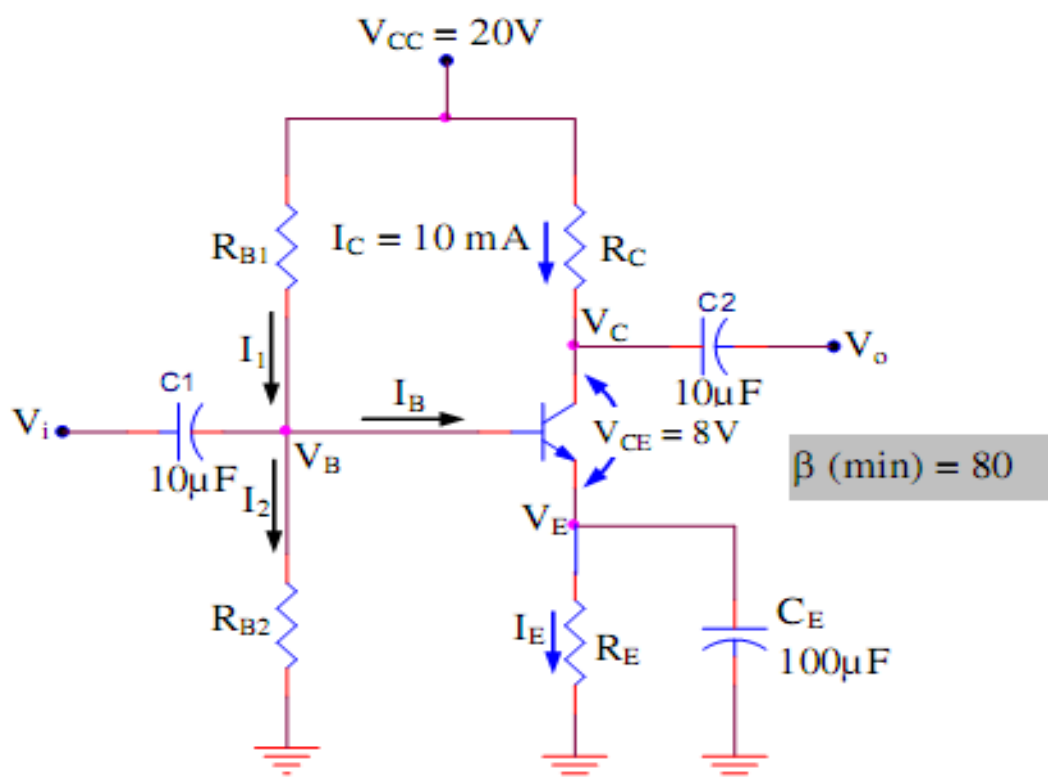
$$I_{B_Q} = \frac{I_{C_Q}}{\beta} = \frac{5mA}{90} \cong 55,56\mu A$$

Ta thấy, điện trở cực nền được tính bằng:

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE} - V_{E_Q}}{I_{B_Q}} = \frac{(20 - 0,7 - 2)V}{55,56\mu A} = \frac{17,3V}{55,56\mu A}$$

BÀI TOÁN THIẾT KẾ 2:

Ví dụ: Thiết kế một mạch điện phân cực cho một mạch khuếch đại như hình sau. Ví dụ, trong bảng thông số kỹ thuật của nhà sản xuất có ghi rằng hệ số khuếch đại dòng của transistor trong mạch là 150, tiêu biểu, tại dòng cực thu $I_C = 1 \text{ mA}$, và điện áp nguồn cho mạch điện hiện tại là 16V. Tiến hành thiết kế với $V_{CQ} = V_{CC}/2$.



$$\text{Chọn } V_{E_Q} = \frac{1}{10}(V_{CC}) = \frac{1}{10}(16V) = 1,6V$$

$$R_E \cong \frac{V_{E_Q}}{I_{C_Q}} = \frac{1,6V}{1mA} = 1,6k\Omega$$

$$\text{Để: } V_{C_Q} = \frac{V_{CC}}{2} = \frac{16V}{2} = 8V$$

$$V_{CE_Q} = V_{C_Q} - V_{E_Q} = 8V - 1,6V = 6,4V$$

Sau đó tính R_C :

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE_Q} - V_{E_Q}}{I_{C_Q}} = \frac{(16 - 6,4 - 1,6)V}{1mA} = 8k\Omega (\text{sử dụng điện trở } 8,2k\Omega)$$

$$V_{B_Q} = V_{E_Q} + V_{BE} = 1,6V + 0,7V = 2,3V$$

Cuối cùng, tính R_{B1} và R_{B2} :

$$R_{B1} \leq \frac{1}{10}(\beta R_E) = \frac{150(1,6k\Omega)}{10} = 24k\Omega$$

$$\text{Và từ: } \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} V_{CC} = V_{B_Q} = 2,3V$$

$$R_{B1} \cong 143k\Omega (\text{sử dụng } 150k\Omega)$$

Tính Khuếch Đại của BJT :

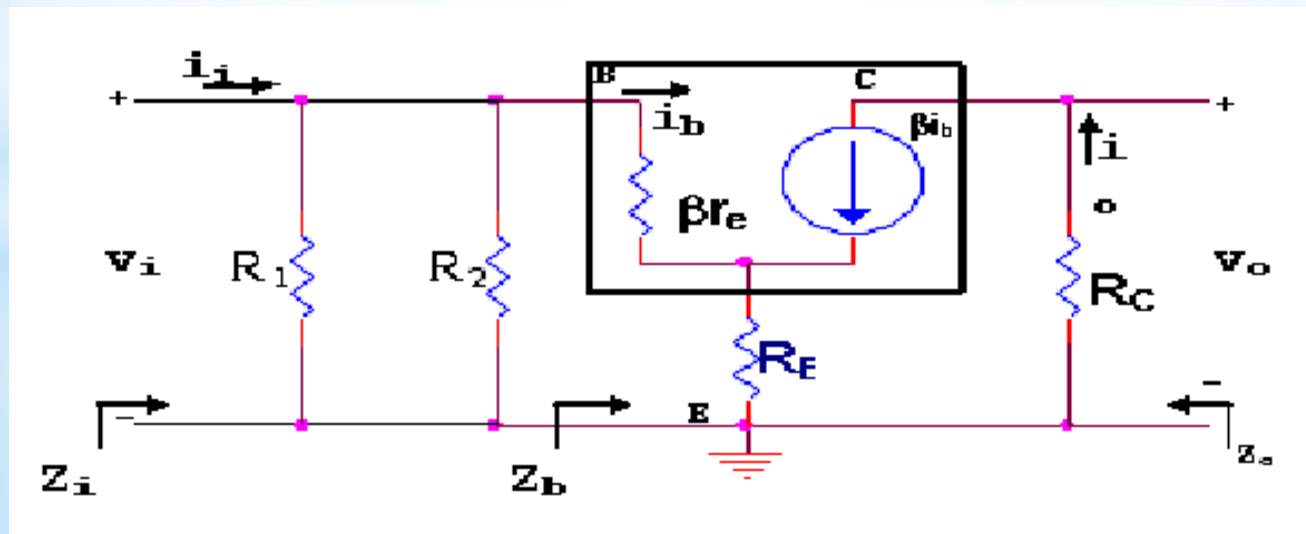
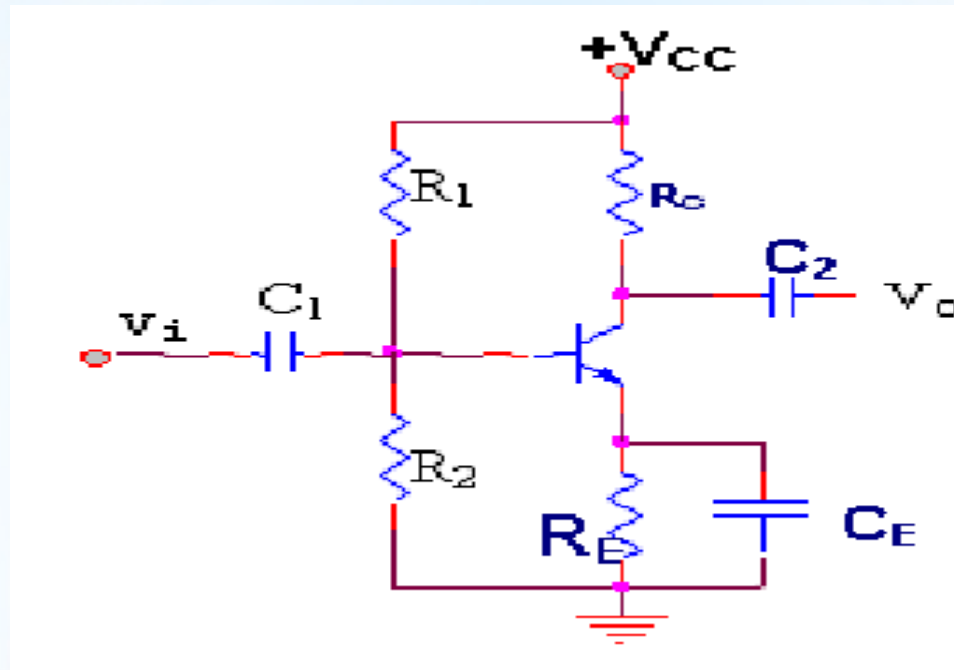
$$\text{Độ lợi điện thế: } A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

$$\text{Độ lợi dòng điện: } A_i = \frac{i_o}{i_i}$$

$$\text{Tổng trở vào: } Z_i = \frac{v_i}{i_i}$$

$$\text{Tổng trở ra: } Z_o = \frac{v_o}{i_o} \text{ là tổng trở nhìn từ ngõ ra khi nối tắt ngõ vào } (v_i=0)$$

KHUẾCH ĐẠI PHÂN CỰC CẦU CHIA ĐIỆN THỂ - ỔN ĐỊNH CỰC PHÁT :



$$r_e = \frac{26\text{mV}}{I_C}$$

$$v_o = -\beta i_b R_C$$

$$v_i = \beta r_e i_b + (1 + \beta) R_E i_b$$

Tổng trở vào : $Z_i = R_B // Z_b$.

$$Z_b = V_i / i_b = \beta (r_e + R_E).$$

Độ lợi điện áp :

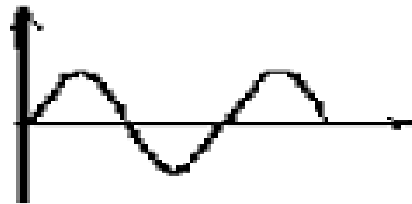
$$A_v = V_o / V_i = -R_C / (r_e + R_E).$$

Độ lợi dòng điện :

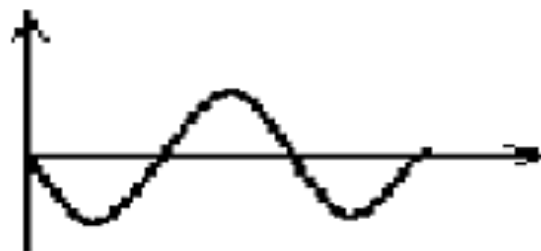
$$A_i = (-V_o / R_C) \cdot (Z_i) / V_i = -A_v Z_i / R_C .$$

LƯU Ý:

Các mạch khuếch đại có V_i , V_o luôn ngược pha nhau do hệ số khuếch đại âm



Sóng ngõ vào



Sóng ngõ ra

CÁC BÀI TẬP VỀ NHÀ PHẦN BJT

HẾT CHƯƠNG 3 -