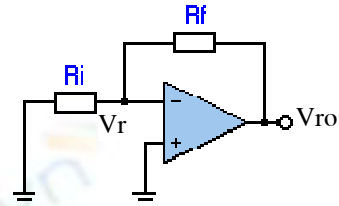
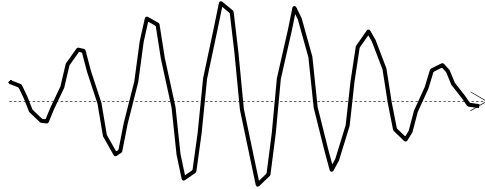


Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

**Đào Thanh Toán**  
**Phạm Thanh Huyền**  
**Võ Quang Sơn**



# ***BÀI GIẢNG***

## **KỸ THUẬT MẠCH ĐIỆN TỬ**

Chuyên ngành: KTVT, KTTT, ĐKH-THGT

HÀ NỘI 5/ 2005

**Lời nói đầu:**

Bài giảng Kỹ thuật Mạch Điện tử được biên soạn dựa trên các giáo trình và tài liệu tham khảo mới nhất hiện nay, được dùng làm tài liệu tham khảo cho sinh viên các ngành: Kỹ thuật Viễn thông, Kỹ thuật Thông tin, Tự động hoá, Trang thiết bị điện, Tín hiệu Giao thông.

Trong quá trình biên soạn, các tác giả đã được các đồng nghiệp đóng góp nhiều ý kiến, mặc dù cố gắng sửa chữa, bổ sung cho cuốn sách được hoàn chỉnh hơn, song chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót, hạn chế. Chúng tôi mong nhận được các ý kiến đóng góp của bạn đọc!

Xin liên hệ: [daothanhtoan@uct.edu.vn](mailto:daothanhtoan@uct.edu.vn)

TaiLieu.vn

# CHƯƠNG I. NHỮNG KHÁI NIỆM CHUNG VÀ CƠ SỞ PHÂN TÍCH MẠCH ĐIỆN TỬ

## I. MẠCH ĐIỆN TỬ:

Mạch điện tử là loại mạch có nhiệm vụ gia công tín hiệu theo những thuật toán khác nhau, chúng được phân loại theo dạng tín hiệu được xử lý.

Tín hiệu: là số đo điện áp hoặc dòng điện của một quá trình, sự thay đổi của tín hiệu theo thời gian tạo ra tín tức hữu ích.

Tín hiệu được chia làm 2 loại là tín hiệu tương tự Analog và tín hiệu số Digital.

Tín hiệu tương tự là tín hiệu biến thiên liên tục theo thời gian và có thể nhận mọi giá trị trong khoảng biến thiên của nó.

Tín hiệu số: là tín hiệu đã được rời rạc hoá về mặt thời gian và lượng tử hoá về mặt biên độ, nó được biểu diễn bởi tập hợp xung tại những điểm đo rời rạc.

Tín hiệu có thể được khuếch đại; điều chế; tách sóng; chỉnh lưu; nhớ; đo; truyền đạt; điều khiển; biến dạng; tính toán bằng các mạch điện tử.

Để gia công 2 loại tín hiệu số và tương tự dùng 2 loại mạch cơ bản: mạch tương tự và mạch số, trong khuôn khổ giáo trình này chỉ xem xét các mạch tương tự.

Với mạch điện tử tương tự, chỉ quan tâm tới 2 thông số: biên độ tín hiệu và độ khuếch đại tín hiệu.

Biên độ tín hiệu: liên quan mật thiết đến độ chính xác của quá trình gia công tín hiệu và xác định mức độ ảnh hưởng của nhiễu đến hệ thống. Khi biên độ tín hiệu nhỏ mV, hoặc  $\mu V$ , thì nhiễu có thể lấn át tín hiệu, vì vậy khi thiết kế các hệ thống điện tử cần lưu ý nâng cao biên độ tín hiệu ngay ở tầng đầu của hệ thống.

Khuếch đại tín hiệu là chức năng quan trọng nhất của mạch tương tự, có thể thực hiện trực tiếp hoặc gián tiếp trong các phân tử chức năng của hệ thống, thông thường trong một hệ thống lại chia thành tầng gia công tín hiệu, tầng khuếch đại công suất.

Hiện nay các mạch tổ hợp(IC) tương tự được dùng phổ biến, không những đảm bảo các chỉ tiêu kỹ thuật mà còn có độ tin cậy cao và chi phí thấp, tuy nhiên chúng được dùng chủ yếu cho tín hiệu có phạm vi tần số thấp.

Xu hướng phát triển của kỹ thuật mạch điện tử tương tự là nâng cao độ tích hợp, và khả năng ứng dụng của mạch.

## II. CÁC KIẾN THỨC CƠ BẢN VỀ TRANSISTOR

**Xem lại ở các giáo trình Cấu kiện Điện tử, những nội dung sau:**

- 1- Cấu tạo, nguyên lý hoạt động,
- 2- Có 3 cách mắc cơ bản của BJT(FET) : EC(SC); CC(DC); BC(GC).
- 3- Các ứng dụng của BJT và FET, tùy theo việc phân cực mà T sẽ làm việc theo các chế độ sau:
  - + Chế độ khuếch đại tín hiệu: phân cực ở chế độ khuếch đại
  - + Làm việc ở chế độ khoá: miền bão hoà và miền cắt
- 4- Các sơ đồ tương đương của T
- 5- Đặc tính tần số của T
- 6- Sơ đồ và cách tính toán của T khi khuếch đại tín hiệu nhỏ
- 7- So sánh giữa BJT và FET,

Gợi ý :

Fet có ưu điểm kích thước và điện áp cung cấp(dẫn đến công suất tiêu thụ) nhỏ hơn và độ tin cậy cao hơn BJT, nhưng Fet lại có nhược điểm là điện dẫn g nhỏ và nhạy cảm với điện tích tĩnh, vì vậy Fet thường được tích hợp trong mạch IC, còn BJT thường dùng cho mạch rời.

### III. MẠCH CẤP NGUỒN VÀ ỔN ĐỊNH CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC

#### 1. Đặt vấn đề:

Trong các tầng khuếch đại tín hiệu nhỏ, điểm làm việc nằm trong miền tích cực của BJT, trong miền thất của FET, ở chế độ tĩnh, trên các cực của T có các dòng điện tĩnh  $I_c(I_D)$ ;  $I_B(I_G)$  và điện áp một chiều  $U_{CE}(U_{DS})$ ;  $U_{BE}(U_{GS})$ . Điểm làm việc tương ứng với chế độ này là điểm làm việc tĩnh Q.

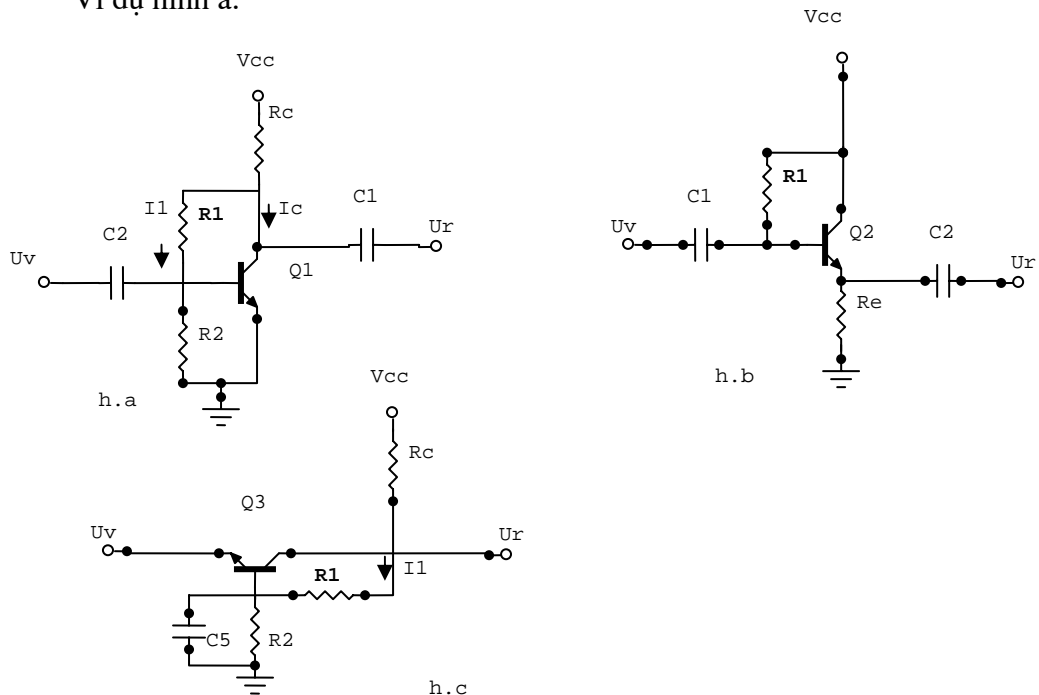
Khi có tín hiệu vào thì điện áp và dòng điện thay đổi xung quanh giá trị tĩnh, để đảm bảo cho các tầng làm việc bình thường trong những điều kiện khác nhau, ngoài việc cung cấp điện áp thích hợp cho các cực, còn cần phải ổn định điểm làm việc tĩnh đã chọn, nếu không chất lượng làm việc của tầng bị giảm sút.

#### 2. Với BJT.

##### a. Sơ đồ ổn định tuyến tính:

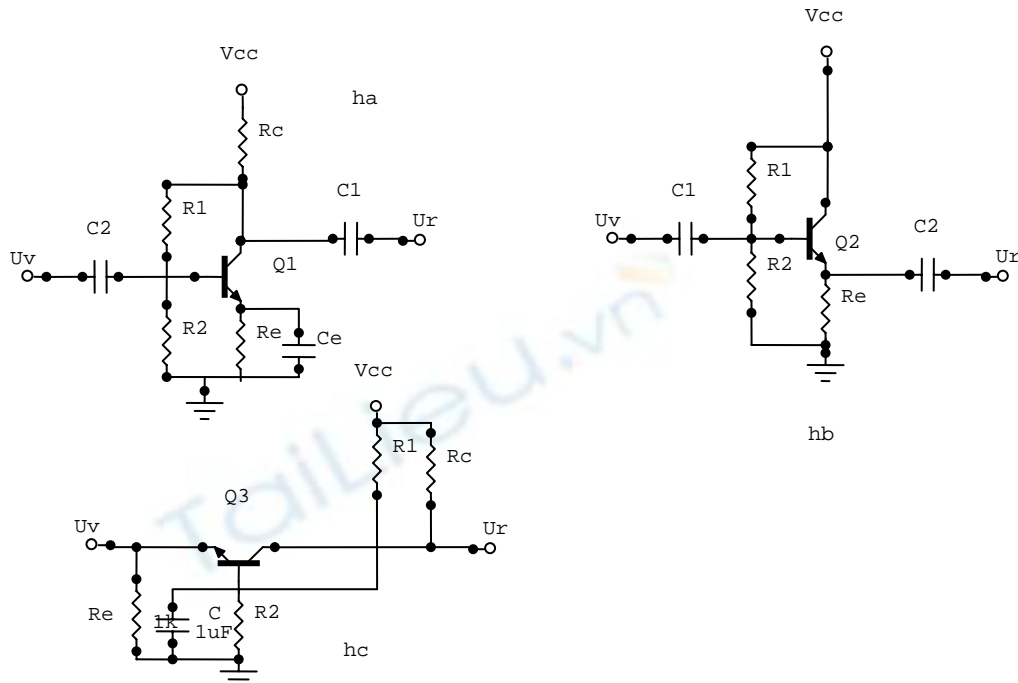
Sơ đồ phổ biến là sơ đồ hồi tiếp- một chiều: nhằm biến đổi điện áp mạch vào của T sao cho có thể hạn chế sự di chuyển điểm tĩnh trên đặc tuyến ra, gây nên bởi các yếu tố mất ổn định. Sơ đồ như sau:

Ví dụ hình a:



Mạch cung cấp và ổn định điểm làm việc bằng hồi tiếp âm điện áp  
ha. EC; hb:CC; hc: BC

Nguyên tắc ổn định: nếu có một nguyên nhân mất ổn định nào đó làm cho dòng một chiều  $I_{CE0}$  trên collector tăng thì điện thế  $U_{CE0}$  giảm, do đó dòng định thiên  $I_{B0} = U_{CE0}/R1$  giảm theo, làm  $I_{CE0}$  giảm xuống, nghĩa là dòng tĩnh ban đầu giữ nguyên. Cũng có thể dùng sơ đồ hồi tiếp dòng điện: Nguyên tắc ổn định như sau:



Sơ đồ cung cấp và ổn định điểm làm việc bằng hồi tiếp - dòng điện một chiều.  
ha. EC; hb. CC; hc. BC

Khi  $I_C$  tăng, thì điện áp  $U_{E0} = I_e \cdot R_e$  tăng, vì điện áp  $U_e$  lấy trên bộ phân áp  $R1$  và  $R2$  không đổi, nên  $U_{BE0} = I_B R2 - U_{E0}$  giảm làm cho  $I_B$  giảm, do vậy  $I_C$  không tăng. Tụ  $C_e$  có tác dụng tránh hồi tiếp - xoay chiều.

**a. Sơ đồ ổn định phi tuyến :**

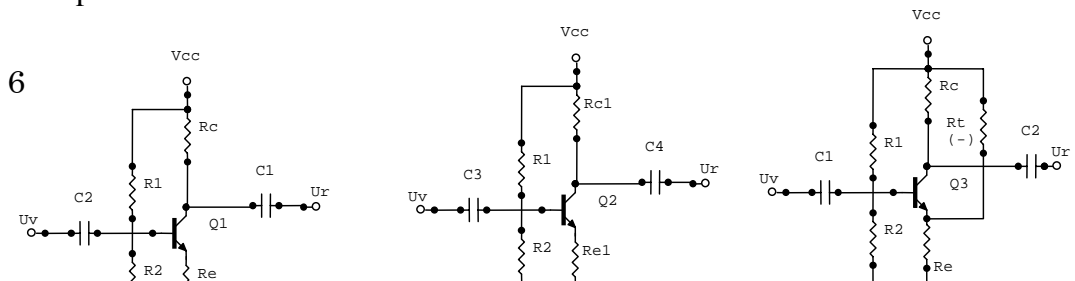
Áp dụng phương pháp bù nhiệt nhờ các phân tử có tham số phụ thuộc vào nhiệt độ như  $T$ ,  $D$ , Điện trở nhiệt, phương pháp này thích hợp cho mạch tổ hợp.

- Nếu  $D$  và  $T$  như hình a đều được sản xuất từ một loại bán dẫn như nhau, và nhiệt độ mặt ghép của chúng như nhau, thì đặc tính nhiệt của điện áp B-E và của điện áp hạ trên  $D$  là như nhau; hơn nữa  $U_{BE}$ ;  $U_D$  có chiều ngược nhau, nên ảnh hưởng của nhiệt độ được bù hoàn toàn.

- Sơ đồ hình B cũng làm việc theo nguyên tắc đó, khi mắc nối tiếp  $R2$  với  $D$  phân cực thuận, thì  $R1$ ,  $R2$ ,  $D$  tạo thành mạch phân áp đưa điện áp vào B, nếu chọn  $R2 \ll R1$  thì  $U_B$  hầu như không phụ thuộc nguồn  $V_{cc}$ .

- Sơ đồ hình c: dùng điện trở có hệ số nhiệt - để bù, khi nhiệt độ tăng thì  $R_T$  giảm, do đó điện áp  $U_E$  tăng làm  $I_C$  giảm sao cho có thể bù lại sự tăng của  $I_C$  theo nhiệt độ

Các mạch loại này có ưu điểm có tổn hao phụ không đáng kể, không gây ảnh hưởng đến áp ra.



**c. Ổn định trong mạch tổ hợp tương tự**

Dùng các nguồn điện để ổn định vì nguồn dòng dễ chế tạo dưới dạng tổ hợp, trên sơ đồ dưới đây, giả thiết IC không phụ thuộc  $U_{CE}$  và Q1, Q2 có tham số hoàn toàn giống nhau và ở cùng một nhiệt độ, do đó:

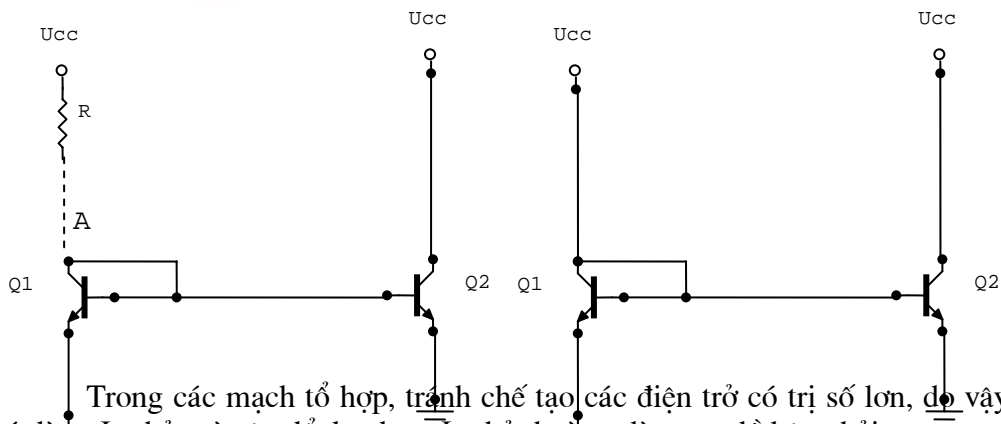
$$I_{C1}=I_{C2} \text{ và } I_{B1}=I_{B2}= I_{C1}/B_N$$

Theo sơ đồ hình a:

$$I_1=I_{C1}+ 2I_{B2} = I_{C2}+ 2I_{C2}/B_N$$

Từ đó suy ra:  $I_{C2}= I_1/(1+2/B_N)\approx I_1$  khi  $B_N \gg 2$

Từ đây ta thấy có thể dùng  $I_1$  để điều khiển trị số của  $I_{C2}$ . Để  $I_1$  ổn định, đơn giản nhất là nối A với Vcc qua R.



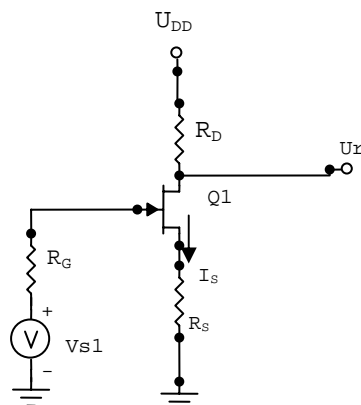
Trong các mạch tổ hợp, tránh chế tạo các điện trở có trị số lớn, do vậy khó có dòng  $I_1$  nhỏ, vì vậy để đạt được  $I_1$  nhỏ thường dùng sơ đồ bên phải.

**3. với FET**

Vấn đề ổn định nhiệt của FET là làm cho điểm làm việc không phụ thuộc vào độ tạp tán tham số của FET, không phụ thuộc nhiệt độ, thời gian, và các biến đổi của điện áp nguồn cung cấp, cũng giống BJT biện pháp ổn định nhiệt của FET cũng dùng nguyên tắc hồi tiếp - dòng điện và điện áp. ví dụ:

Các loại sơ đồ hồi tiếp - dòng điện thông qua  $R_s$  có dạng như hình sau:

Nếu coi  $I_G=0$ , ta có  $U'_G=I_D R_s + U_{GS}$ ; biểu thức này cho biết dạng của đường điện trở  $R_s$  với độ dốc:



$$\text{tg}\alpha = -(dI_D/dU_{GS})$$

$U'_G$  phải chọn sao cho dòng máng  $I_D$  không đổi khi thay FET, chọn  $U'_G$  chính là chọn  $R_G$ , điện trở ổn định.

TaiLieu.vn

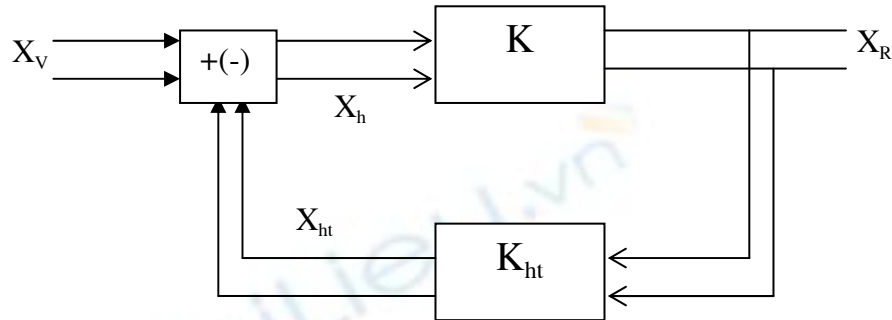


## CHƯƠNG 2. HỒI TIẾP

### I. KHÁI NIỆM:

#### 1. Định nghĩa:

Hồi tiếp là ghép một phần tín hiệu ra (điện áp hoặc dòng điện) của mạng 4 cực tích cực (phần tử khuếch đại- Transistor hoặc KĐTT) về đầu vào thông qua một mạng 4 cực, mạng 4 cực này gọi là mạng hồi tiếp.



$X_v$ : tín hiệu vào

$X_R$ : tín hiệu ra

$X_{ht}$ : tín hiệu hồi tiếp

$K$ : Hệ số khuếch đại của mạch Khuếch đại

$K_{ht}$ : Hệ số khuếch đại mạch hồi tiếp

Hình. Sơ đồ khối bộ khuếch đại có hồi tiếp

Hồi tiếp đóng vai trò quan trọng trong kỹ thuật mạch điện tử tương tự, nó cho phép cải thiện các tính chất của bộ khuếch đại như: trở kháng vào, trở kháng ra, băng thông,...

#### 2. Phân loại:

Theo tác dụng hồi tiếp có hai loại về hồi tiếp cơ bản:

- Hồi tiếp (-) : Tín hiệu hồi tiếp – ngược pha với tín hiệu vào

- Hồi tiếp (+): Tín hiệu hồi tiếp – cùng pha với tín hiệu vào

Trong các loại hồi tiếp ta lại quan tâm: tín hiệu hồi tiếp là một chiều hay xoay chiều, hồi tiếp âm một chiều được dùng để ổn định chế độ công tác, còn hồi tiếp âm xoay chiều được dùng để ổn định các tham số của bộ khuếch đại. Quan tâm đến cách ghép nối tiếp hay song song.

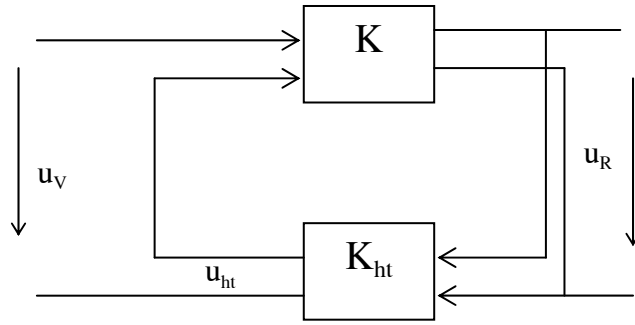
Tổng hợp ta có các loại như sau:

+ Hồi tiếp nối tiếp điện áp: tín hiệu hồi tiếp đưa đến đầu vào nối tiếp với nguồn tín hiệu ban đầu và tỷ lệ với điện áp đầu ra.

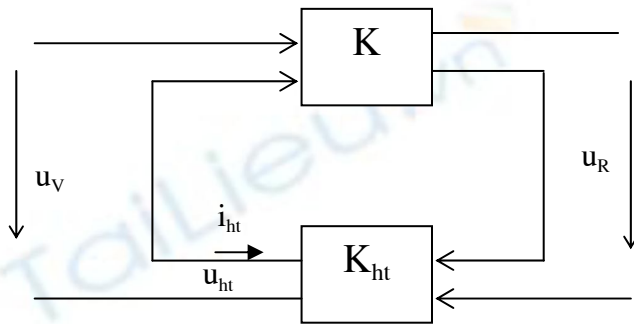
+ Hồi tiếp song song điện áp: tín hiệu hồi tiếp đưa đến đầu vào song song với nguồn tín hiệu ban đầu và tỷ lệ với điện áp đầu ra.

+ Hồi tiếp nối tiếp dòng điện: tín hiệu hồi tiếp đưa đến đầu vào nối tiếp với nguồn tín hiệu ban đầu và tỷ lệ với dòng điện đầu ra.

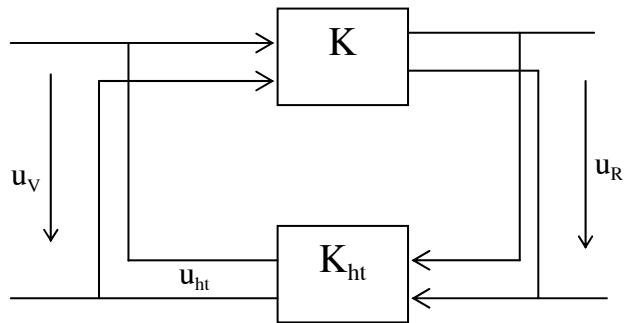
+ Hồi tiếp song song dòng điện: tín hiệu hồi tiếp đưa đến đầu vào song song với nguồn tín hiệu ban đầu và tỷ lệ với dòng điện đầu ra.



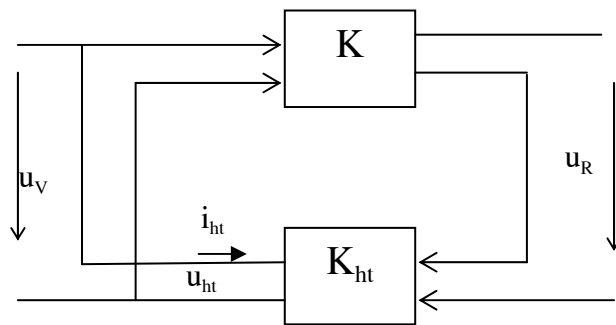
Hình. Sơ đồ khối hồi tiếp nối tiếp điện áp



Hình. Sơ đồ khối hồi tiếp nối tiếp dòng điện

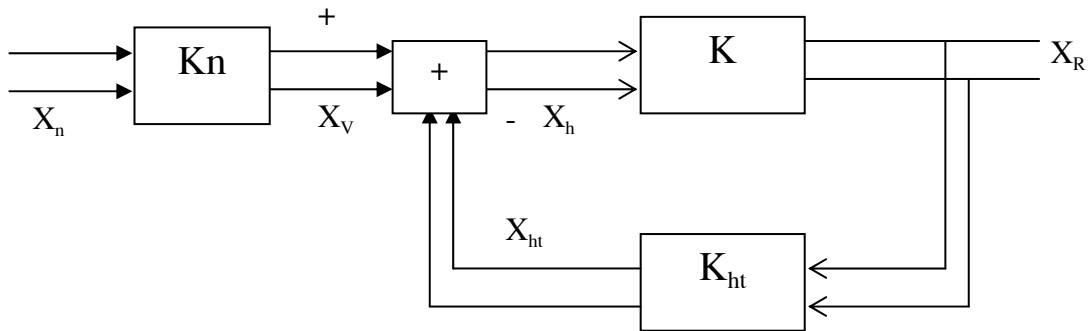


Hình. Sơ đồ khối hồi tiếp song song điện áp



Hình. Sơ đồ khối hồi tiếp song song dòng điện

### 3. Các phương trình cơ bản:



$X_v$ : tín hiệu vào  
 $X_R$ : tín hiệu ra  
 $X_{ht}$ : tín hiệu hồi tiếp  
 $K$ : Hệ số khuếch đại của mạch Khuếch đại  
 $K_{ht}$ : Hệ số khuếch đại mạch hồi tiếp  
 $X_n$ : tín hiệu từ tầng trước  
 $K_n$ : Hệ số khuếch đại mạch ghép

Hình. Sơ đồ khối bộ tổng quát khuếch đại có hồi tiếp

Từ sơ đồ suy ra các quan hệ:

$+ X_R = KX_h$   
 $+ X_v = K_n X_n$   
 $+ X_h = X_v - X_{ht}$  nếu tín hiệu vào( $X_h$ ) và tín hiệu hồi tiếp  $X_{ht}$   
 đồng pha ( $X_v = X_h + X_{ht}$ )  
 $+ X_h = X_v + X_{ht}$  nếu tín hiệu vào( $X_h$ ) và tín hiệu hồi tiếp  $X_{ht}$   
 ngược pha ( $X_v = X_h - X_{ht}$ )

$$+ X_{ht} = K_{ht} X_R$$

$$K' = \frac{X_R}{X_v} = \frac{K}{1 \pm KK_{ht}}; K_{tp} = \frac{X_R}{X_n} = K' K_n$$

$K'$ : Hàm truyền đạt mạng 4 cực tích cực có hồi tiếp

$K_{tp}$ : Hàm truyền đạt toàn phần của nó

$K_n$ : Hàm truyền đạt toàn phần của khâu ghép

- Gọi  $K_v = KK_{ht}$  là hệ số khuếch đại vòng

- Gọi  $g = 1 \pm K_v = 1 \pm KK_{ht}$  là độ sâu hồi tiếp(dấu - khi hồi tiếp song song, dấu + khi hồi tiếp là nối tiếp)

Các tham số này dùng để đánh giá mức độ thay đổi các tham số của bộ khuếch đại. Phân biệt các trường hợp sau:

- $g > 1$ , tức  $K' < K$ , tức mạch hồi tiếp mắc vào làm giảm hệ số khuếch đại, ta có hồi tiếp (-).

- $g < 1$ , tức  $K' > K$ , tức mạch hồi tiếp mắc vào làm tăng hệ số khuếch đại, ta có hồi tiếp (+).
- $g = 1$ , tức  $K' = K$ , mạch trở thành mạch dao động (xem chương mạch dao động)

### III. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH MẠCH CÓ HỒI TIẾP:

Phân tích là việc tìm ra các thông số cơ bản:  $Z_v, Z_r, K, B...$  Cơ bản giống như các mạch điện tử khác, chủ yếu vẫn dùng các kiến thức của lý thuyết mạch điện để phân tích, ngoài ra còn có thể kết hợp với các lý thuyết khác như lý thuyết điều khiển tự động.

Hồi tiếp + sẽ xem xét tại chương dao động, sau đây xét cho các trường hợp hồi tiếp -

Sau đây là ví dụ về các trường hợp, phân tử tích cực là Transistor:

#### a, Hồi tiếp âm dòng điện, ghép nối tiếp

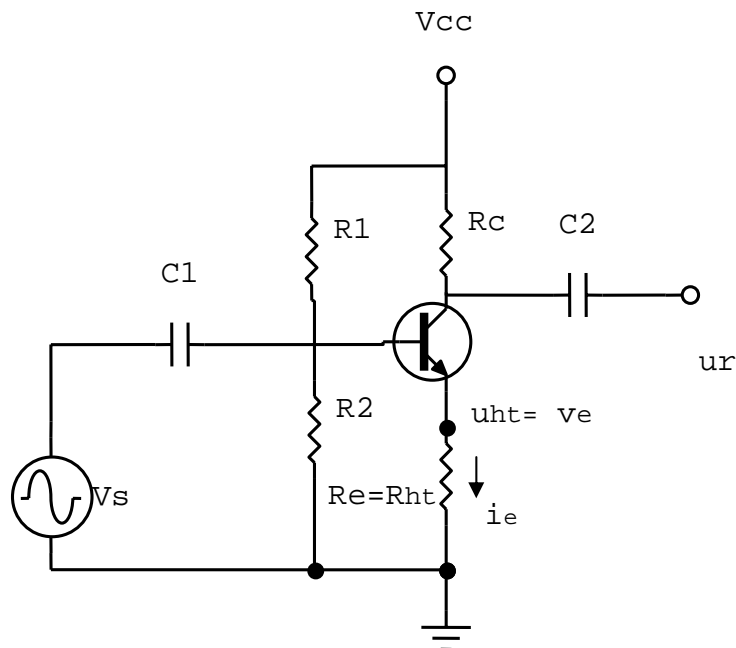
Chọn giá trị của các tụ điện sao cho trở kháng của nó với tần số tín hiệu làm việc của mạch là rất nhỏ, để có thể coi tín hiệu được nối tắt mà không qua  $R_e$  ở sơ đồ không hồi tiếp.

Với sơ đồ có hồi tiếp, không dùng  $R_e$ , nên dòng ngõ ra  $i_c \approx i_e$ , đi qua  $R_e$  tạo ra điện áp xoay chiều, đây cũng chính là điện áp hồi tiếp  $V_{ht} = V_e = R_e \cdot i_c$  (phải tính là điện áp vì tín hiệu  $X_n$  là tín hiệu áp -  $V_s$ ).

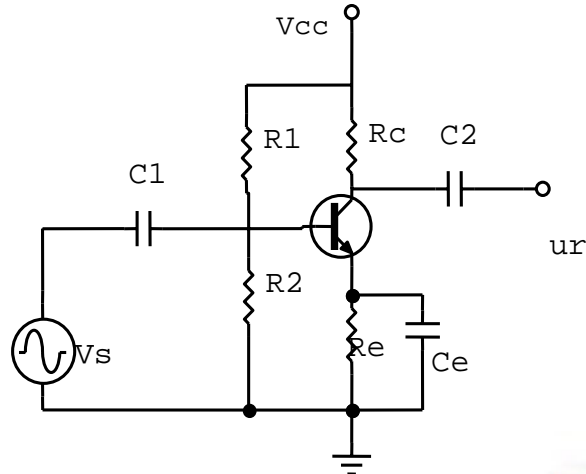
Hệ số khuếch đại hồi tiếp:

$$K_{ht} = X_{ht}/X_r = V_{ht}/V_c = (i_b \cdot \beta \cdot R_e) / (-i_b \cdot \beta \cdot R_c) = -R_e/R_c$$

Từ kết quả này ta có thể tính tiếp các thông số khác



hình. Mạch khuếch đại hồi tiếp



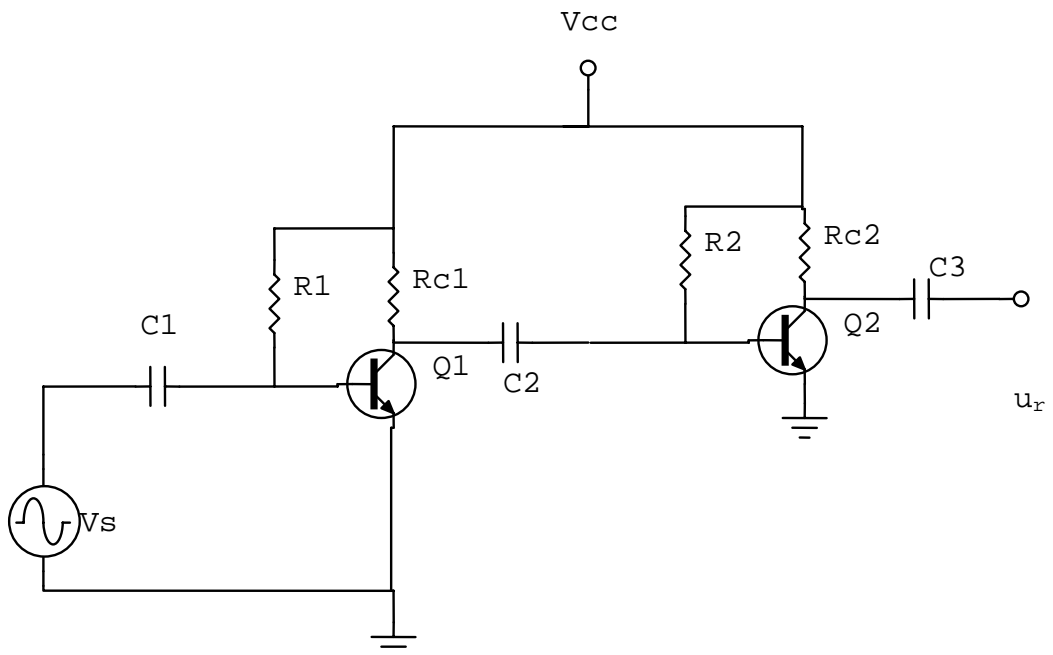
hình. Mạch khuếch đại không hồi tiếp

**b, Hồi tiếp âm điện áp, ghép nối tiếp**

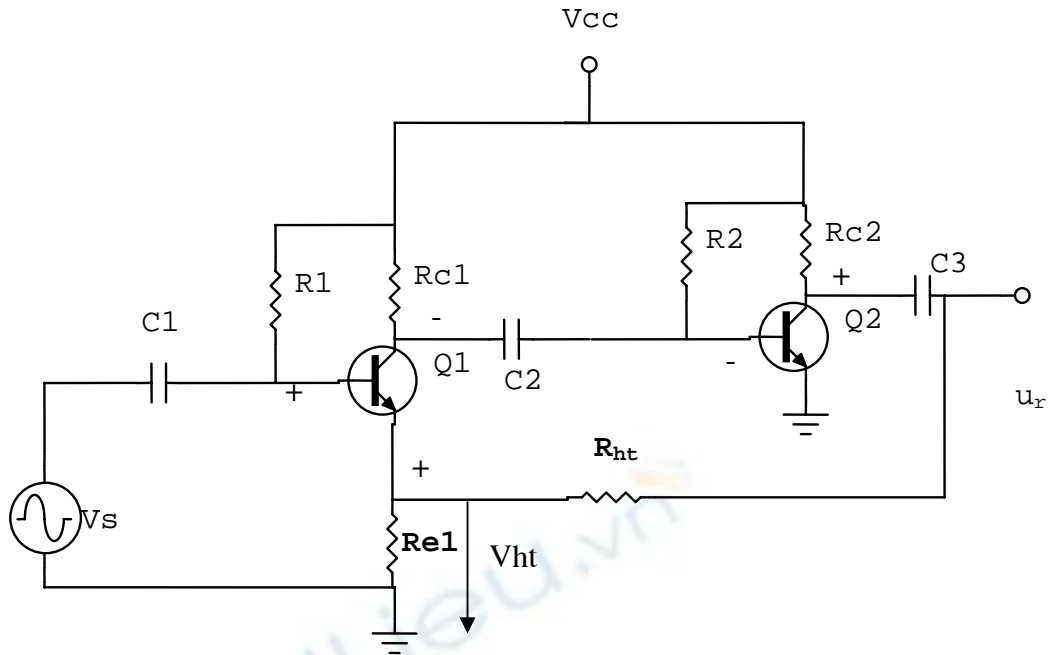
Cặp điện trở Rht và Re1 tạo thành cặp phân áp lấy tín hiệu áp  $u_r$  về đầu vào, điện áp hồi tiếp lấy trên điện trở Re1, có giá trị:

$$V_{ht} = \frac{Re1}{Re1 + R_{ht}} \cdot u_r \Rightarrow K' = V_{ht} / u_{\bar{n}} = \frac{Re1}{Re1 + R_{ht}}$$

Từ công thức ta thấy hệ số khuếch đại hồi tiếp phụ thuộc vào 2 điện trở Re1 và Rht, nhưng để đảm bảo chế độ thiên áp một chiều cho Q1, Re1 không thể thay đổi trong phạm vi lớn, vì vậy hệ số khuếch đại hồi tiếp phụ thuộc chủ yếu vào Rht.



Hình. Mạch khuếch đại không hồi tiếp

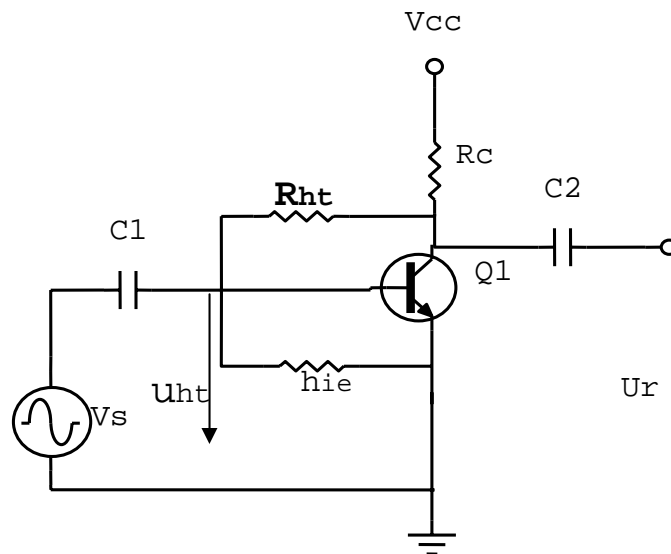


Hình. Mạch khuếch đại hồi tiếp điện áp nối tiếp  
**c, Hồi tiếp âm điện áp, ghép song song**

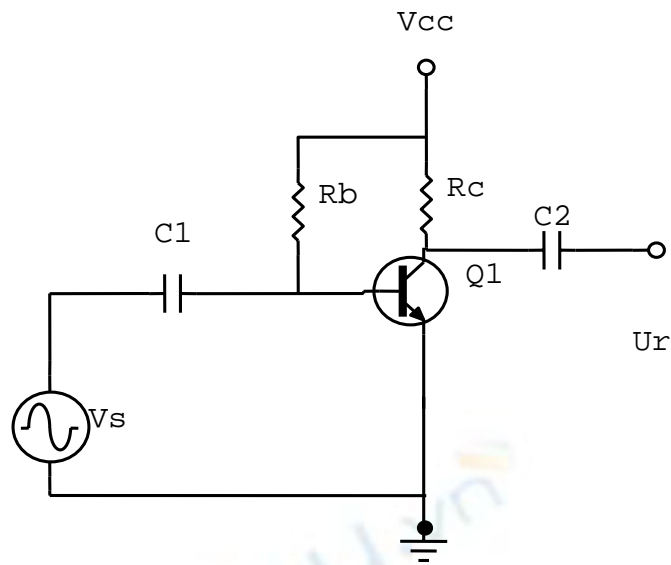
Điện trở  $R_{ht}$  thay thế  $R_b$  phân áp cho B của Transistor, đồng thời  $R_{ht}$  cũng lấy điện áp ra hồi tiếp về.

$R_{ht}$  kết hợp với tổng trở ngõ vào tạo thành mạch phân áp, điện áp hồi tiếp được xác định:

$$V_{ht} = \frac{h_{ie}}{h_{ie} + R_{ht}} \cdot u_r \Rightarrow K' = V_{ht} / u_r = \frac{h_{ie}}{h_{ie} + R_{ht}}$$



Hình. Hồi tiếp âm điện áp song song



Hình .Mạch không hồi tiếp

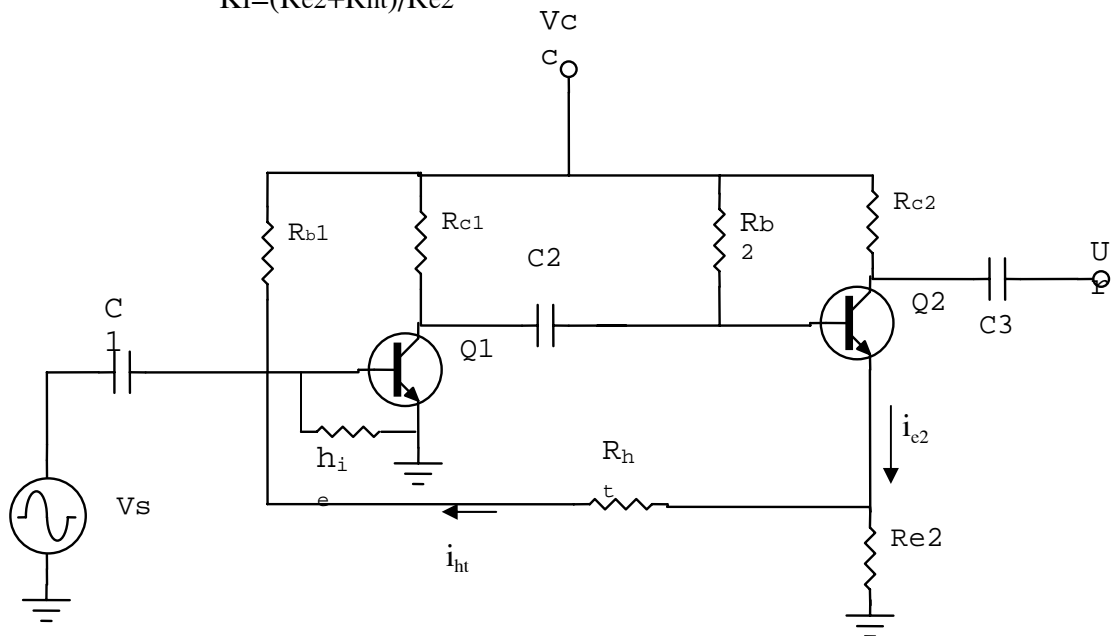
**d, Hồi tiếp âm dòng điện, ghép song song**

Mạch hồi tiếp dùng  $R_{ht}$  lấy  $V_{e2}$  để phân cực cho B1 đồng thời lấy tín hiệu ra  $i_{c2} \approx i_{c2}$  qua  $R_{e2}$  tạo tín hiệu dòng  $i_{ht}$ .

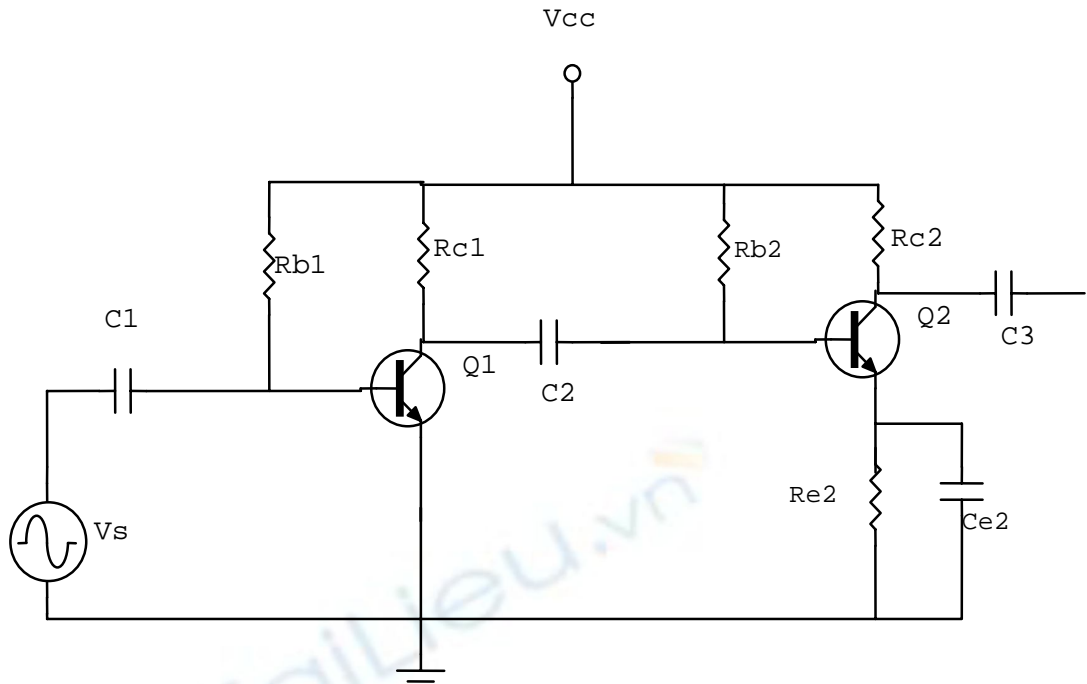
Dòng điện hồi tiếp  $i_{ht}$  phản ánh thành điện áp hồi tiếp  $V_{ht}$  qua điện trở  $R_{ht}$  đưa đến đầu vào

Hệ số hồi tiếp dòng điện:

$$K_i = (R_{e2} + R_{ht}) / R_{e2}$$



Mạch hồi tiếp âm dòng, ghép song song



Mạch dạng không hồi tiếp

#### IV. ẢNH HƯỞNG CỦA HỒI TIẾP ĐẾN CÁC THỐNG SỐ CỦA MẠCH.

Ảnh hưởng của hồi tiếp được tóm tắt theo bảng sau:

CÁC THÔNG SỐ KỸ THUẬT	HỒI TIẾP ÂM DÒNG ĐIỆN NỐI TIẾP	HỒI TIẾP ÂM ĐIỆN ÁP NỐI TIẾP	HỒI TIẾP ÂM ĐIỆN ÁP SONG SONG	HỒI TIẾP ÂM DÒNG ĐIỆN SONG SONG
Tổng trở ngõ vào: $Z_v$	$Z_i.g$	$Z_i.g$	$Z_i/g$	$Z_i/g$
Tổng trở ngõ ra: $Z_r$	$Z_o.g$	$Z_o/g$	$Z_i/g$	$Z_i.g$
Độ khuếch đại điện áp: $K_u$	$K_u/g$	$K_u/g$	$K_u/g$	$K_u/g$
Độ rộng băng thông: B	B.g	B.g	B.g	B.g

Trong đó  $g = 1 \pm K.K_{ht}$

Các mạch khuếch đại hồi tiếp âm làm tăng tổng trở ngõ vào thường dùng cho tầng tiền khuếch đại, để không làm giảm biên độ của tín hiệu hữu ích, các mạch hồi tiếp âm làm giảm tổng trở ngõ ra thường dùng cho các tầng cuối (công suất), để tăng khả năng cấp dòng cho tải.

Ngoài các thông số thống kê trên, mạch hồi tiếp còn có tác dụng giảm biên độ nhiễu, giảm độ méo phi tuyến và méo tần số.



## CHƯƠNG 3. CÁC SƠ ĐỒ CƠ BẢN CỦA TẦNG KHUẾCH ĐẠI TÍN HIỆU NHỎ DÙNG TRANSISTOR

- Với tín hiệu nhỏ thường dùng sơ đồ tương đương để phân tích, có thể biểu diễn các phần tử tích cực bằng sơ đồ tương đương  $\Pi$ , hoặc sơ đồ tương đương của mạng 4 cực

### I. KHÁI NIỆM

- Transistor là linh kiện phi tuyến, nhưng khi xét với tín hiệu trong phạm vi biến thiên nhỏ thì mức độ phi tuyến ảnh hưởng không lớn, nên có thể xem như mạch tuyến tính, T được vẽ thành các mạch tương đương gồm R, nguồn dòng, để có thể tính toán và phân tích theo các nguyên lý của Lý thuyết mạch, có thể biểu diễn bằng sơ đồ tương đương  $\Pi$ , hoặc sơ đồ tương đương của mạng 4 cực

- Việc tính toán, phân tích một mạch khuếch đại dùng T bao gồm các phần sau:

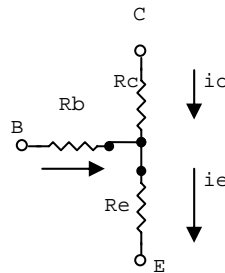
- + Tính toán chế độ một chiều
- + Tính toán các tham số ở chế độ xoay chiều(chế độ động).

Phân tích toán chế độ một chiều ta đã xem xét ở phần Cấu kiện Điện tử, vì vậy chỉ nghiên cứu chế độ động.

### II. PHÂN TÍCH MẠCH KHUẾCH ĐẠI BẰNG SƠ ĐỒ TƯƠNG ĐƯƠNG

#### 1. Mạch tương đương của Transistor

Điều kiện để một T dẫn là phân cực thuận với tiếp giáp BE và phân cực ngược với tiếp giáp BC, mạch tương đương của T như sau:



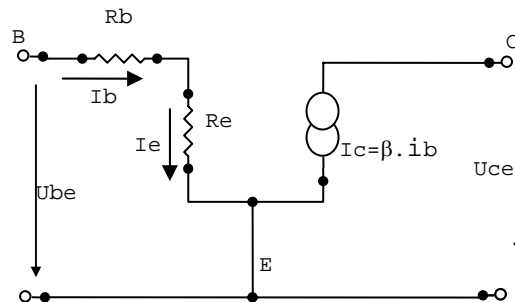
Trong đó:

- +  $R_b$  là điện trở đoạn từ cực B và giữa vùng bán dẫn của cực B.
- +  $R_e$  là điện trở thuận ở trạng thái xoay chiều của mối nối BE:

$$R_e = 26\text{mV}/I_E(\text{mA})$$

- +  $R_c$  là điện trở nghịch của mối nối BC.

Mạch tương đương T dùng thông số của ma trận H:



trong đó:

+  $i_b$ : dòng điện tín hiệu ngõ vào, giá trị phụ thuộc vào  $R_b, R_e$

+  $i_c$ : dòng điện tín hiệu ngõ ra,  $i_c = \beta i_b$

Phương trình đặc trưng theo ma trận H:

$$U_{be} = h_{11} \cdot i_b + h_{12} \cdot U_{ce}$$

$$i_c = h_{21} \cdot i_b + h_{22} \cdot U_{ce}$$

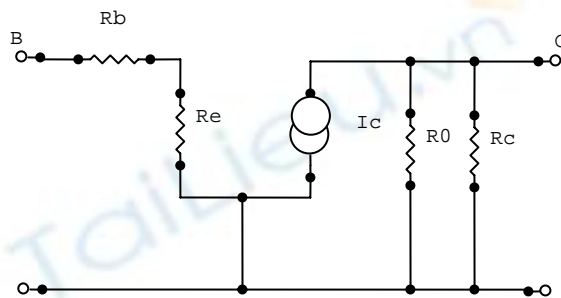
+  $h_{11} = U_{be}/i_b$ : điện trở ngõ vào

+  $h_{21} = i_c/i_b$ : hệ số khuếch đại dòng

+  $h_{12} = U_{be}/U_{ce}$ : độ khuếch đại điện áp ngược

+  $h_{22} = i_c/U_{ce}$ : dẫn nạp ngõ ra.

### 2. Mạch tương đương kiểu EC:



- Tổng trở ngõ vào:

$$h_{11} = h_{ic} = R_i = \frac{V_i}{I_b} = \frac{i_b \cdot r_b + i_e \cdot r_e}{i_b} = \frac{i_b \cdot r_b + \beta \cdot i_b \cdot r_e}{i_b}$$

- Tổng trở ngõ ra:

$$r_o = 1/h_{22}$$

- Độ khuếch đại dòng:

$$K_i = h_{21} = \beta$$

- Độ khuếch đại điện áp:

$$K_u = \frac{U_{ce}}{U_{be}} = \frac{1}{h_{12}} = -\beta \cdot \frac{R_c}{R_{be}}$$

### 3. Mạch tương đương kiểu BC:

- Tổng trở ngõ vào:

$$h_{11} = h_{ic} = R_i = \frac{i_e \cdot r_e + i_b \cdot r_b}{i_e} = \frac{\beta \cdot r_e + r_e}{\beta}$$

- Tổng trở ngõ ra:

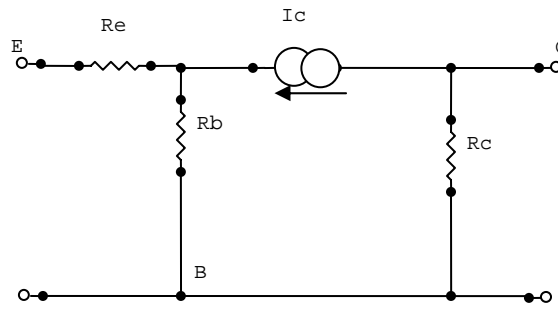
$$r_o = V_o/i_c$$

- Độ khuếch đại dòng:

$$K_i = i_c/i_e = (\beta/(\beta+1)) \approx 1$$

- Độ khuếch đại điện áp:

$$K_u = \frac{-i_c \cdot R_c}{-i_e \cdot R_i} = \beta \cdot \frac{R_c}{R_{be}}$$



#### 4. Mạch tương đương kiểu CC:

- Tổng trở ngõ vào:

$$h_{11} = h_{ie} = R_i = \frac{i_b \cdot r_b + i_e \cdot r_e + i_e \cdot R_1}{i_b} = r_b + \beta \cdot r_e + \beta \cdot R_1$$

- Tổng trở ngõ ra:

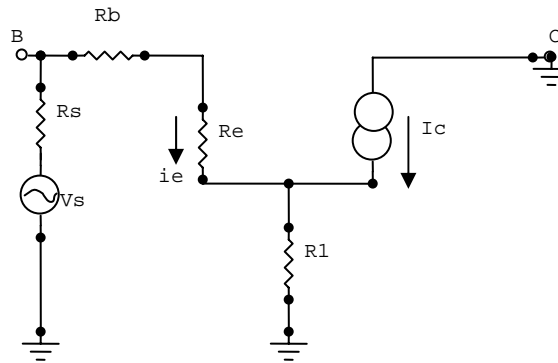
$$r_o = r_e + 1/\beta(r_s + r_b)$$

- Độ khuếch đại dòng:

$$K_i = i_e / i_b = \beta + 1$$

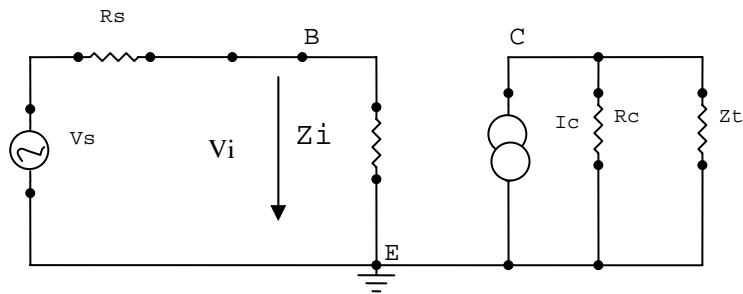
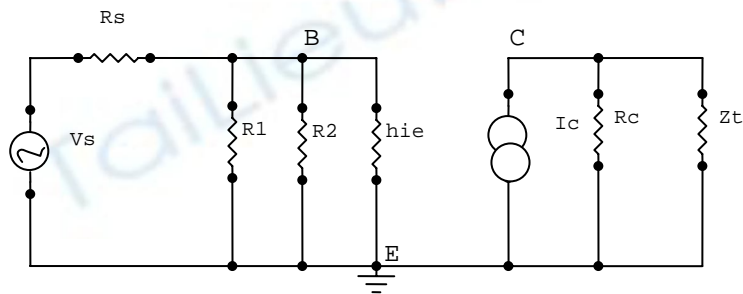
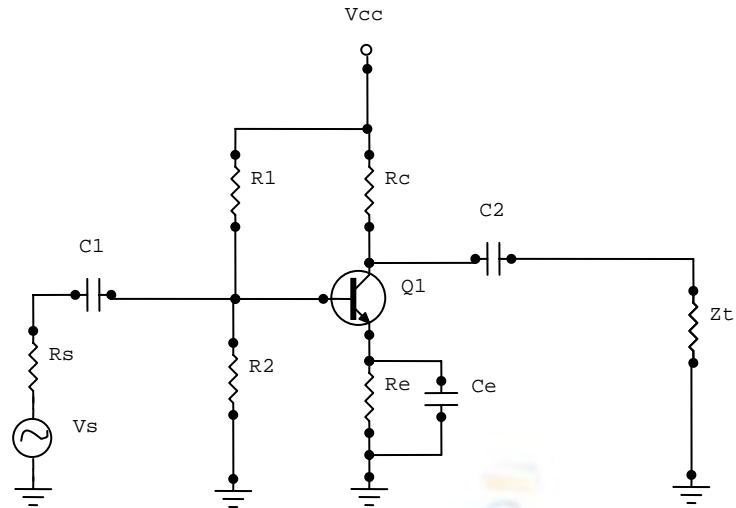
- Độ khuếch đại điện áp:

$$K_u = \frac{v_e}{v_b} = \frac{\beta \cdot R_1}{i_b \cdot r_b + i_e \cdot r_e + i_e \cdot R_1} \approx 1$$



#### 5. Phân tích mạch khuếch đại bằng mạch tương đương

Minh họa:



ta có  $Z_i = h_{ie} // R_1 // R_2$

-  $K_i = \beta$

-  $K_u = \frac{V_o}{V_i} = -\beta \frac{Z_t}{Z_i}$

- Hệ số khuếch đại toàn mạch  $K_{tp} = K_u \cdot \frac{V_i}{V_s} = -\beta \frac{Z_t}{Z_t + R_s}$

### III. TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ Ở CHẾ ĐỘ ĐỘNG

Minh họa qua ví dụ:

Tính toán chế độ động cho mạch có tham số như hình vẽ: