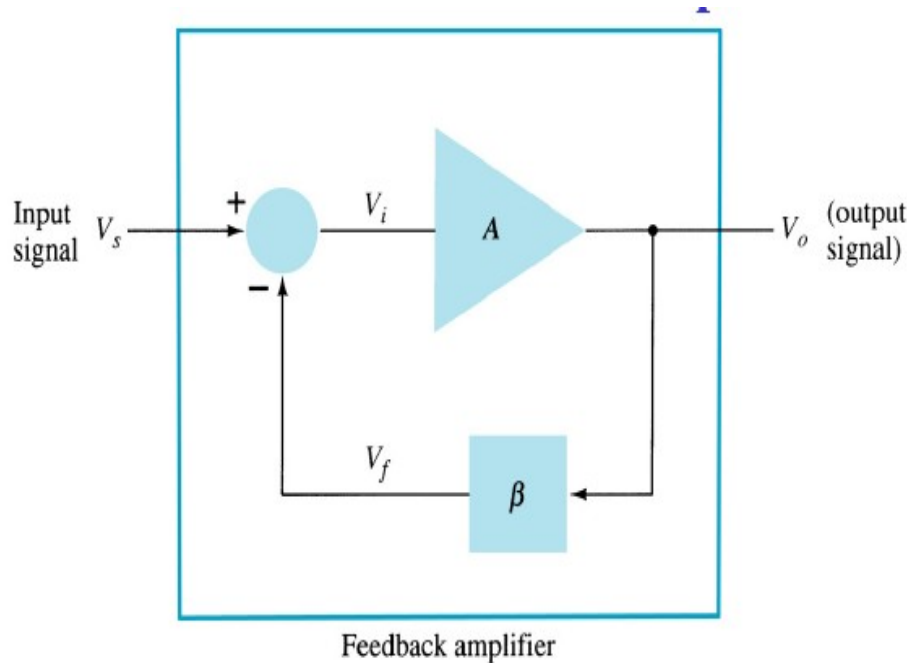


Hồi tiếp

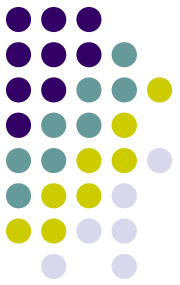


- Giới thiệu
- Phân loại
- Kiểu điện áp nối tiếp
- Kiểu điện áp song song
- Kiểu dòng điện nối tiếp
- Kiểu dòng điện song song

Giới thiệu

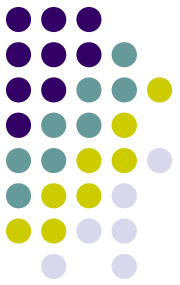


- Đưa một phần điện áp ra về đầu vào
- Hồi tiếp âm và hồi tiếp dương
- Hồi tiếp dương: mạch tạo dao động
- Hồi tiếp âm: ổn định hoạt động của mạch



Giới thiệu

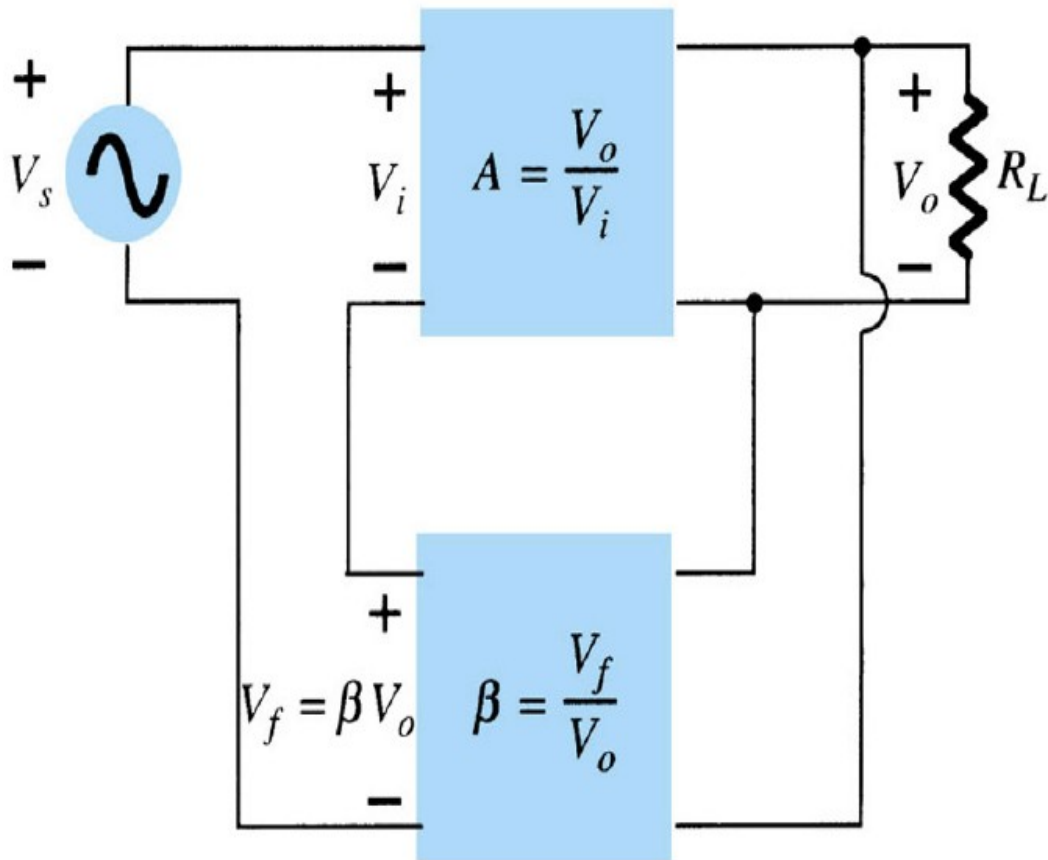
- Tác động của hồi tiếp âm
 - Giảm hệ số khuếch đại
 - Thay đổi trở kháng vào ra
 - Ổn định hệ số khuếch đại
 - Ổn định hoạt động
 - Mở rộng dải tần hoạt động
 - Giảm nhiễu



Phân loại

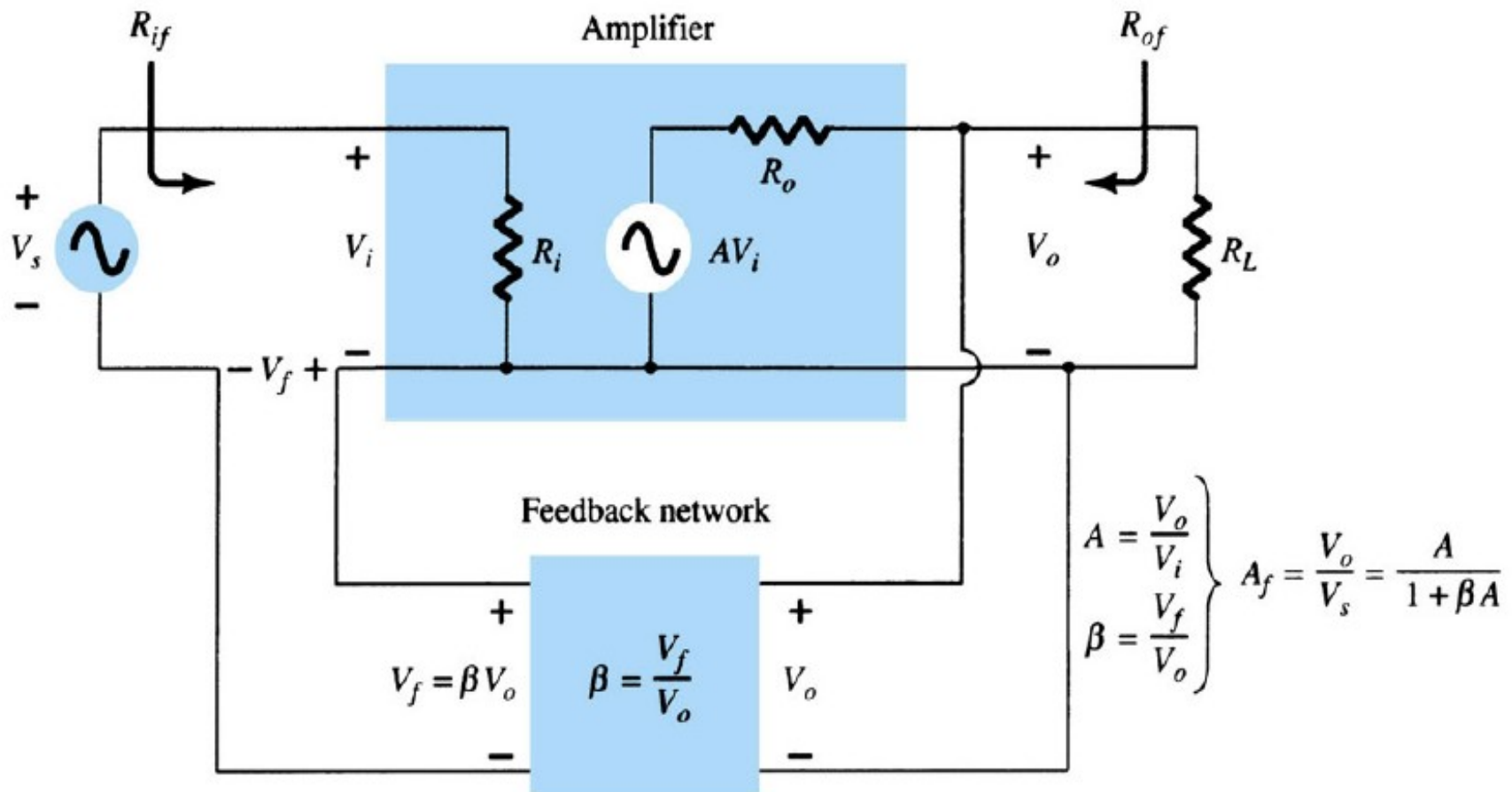
- Dựa trên cách đưa tín hiệu ở đầu vào (nối tiếp/song song) và cách lấy tín hiệu ở đầu ra (điện áp/dòng điện)
 - Kiểu điện áp nối tiếp
 - Kiểu điện áp song song
 - Kiểu dòng điện nối tiếp
 - Kiểu dòng điện song song

Kiểu điện áp nối tiếp

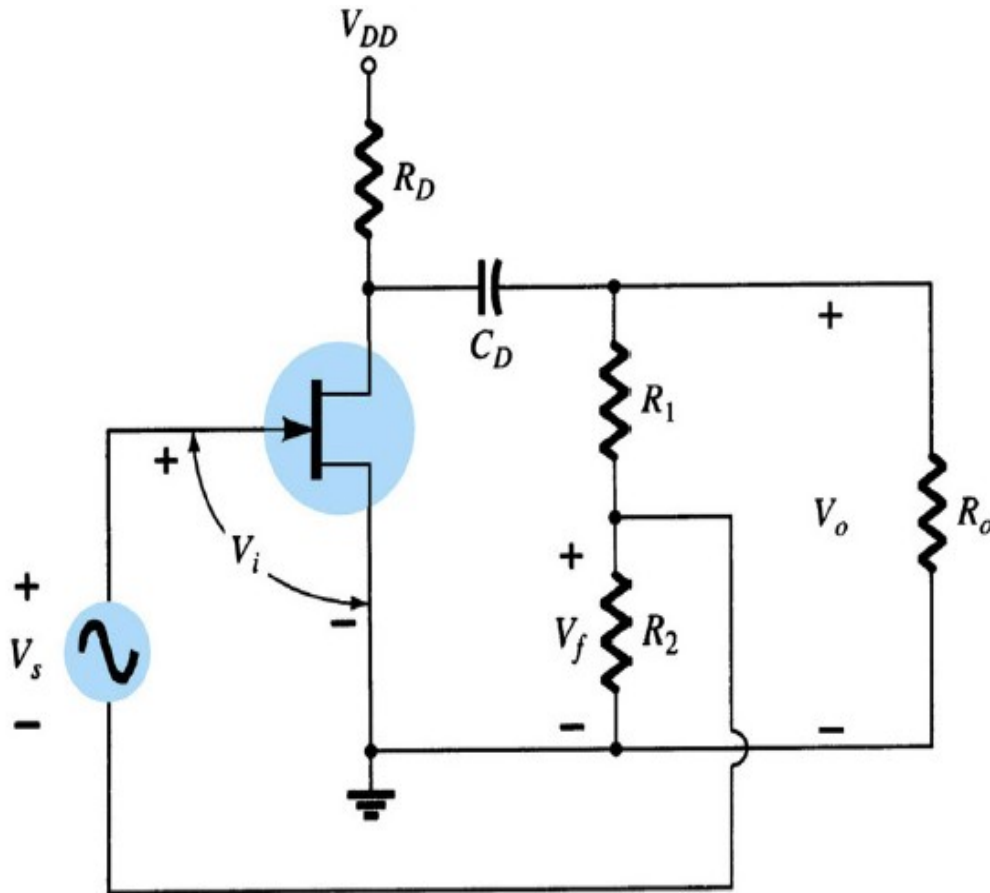


- $A = V_o/V_i$
- $\beta = V_f/V_o$
- $A_f = A/(1 + \beta A)$
- $Z_{if} = Z_i(1 + \beta A)$
- $Z_{of} = Z_o/(1 + \beta A)$

Kiểu điện áp nối tiếp

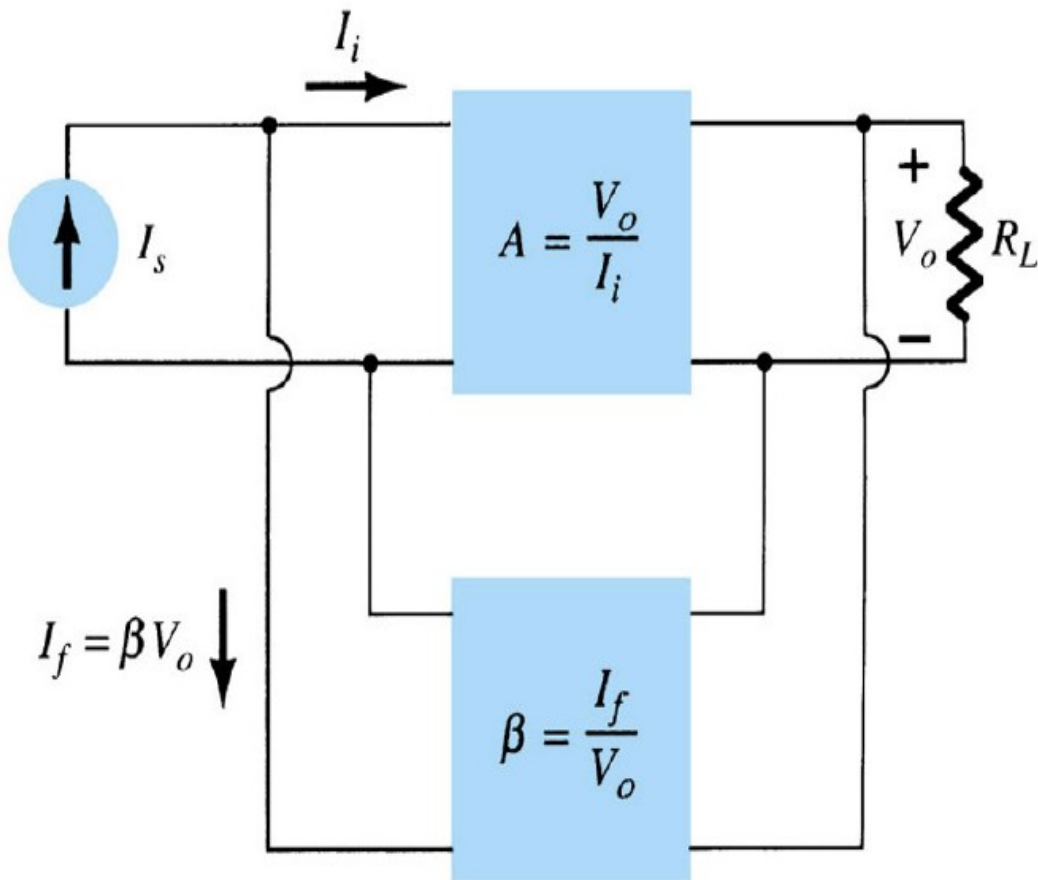


Kiểu điện áp nối tiếp



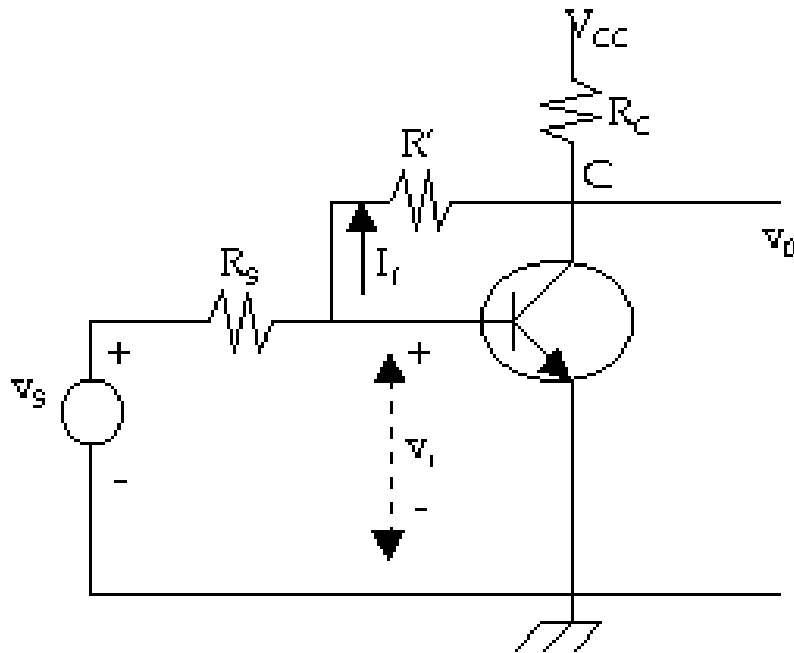
- $A_f = A / (1 + \beta A)$
- $\beta = V_f / V_o = R_2 / (R_1 + R_2)$
- $Z_{if} = Z_i (1 + \beta A)$
- $Z_{of} = Z_o / (1 + \beta A)$

Kiểu điện áp song song



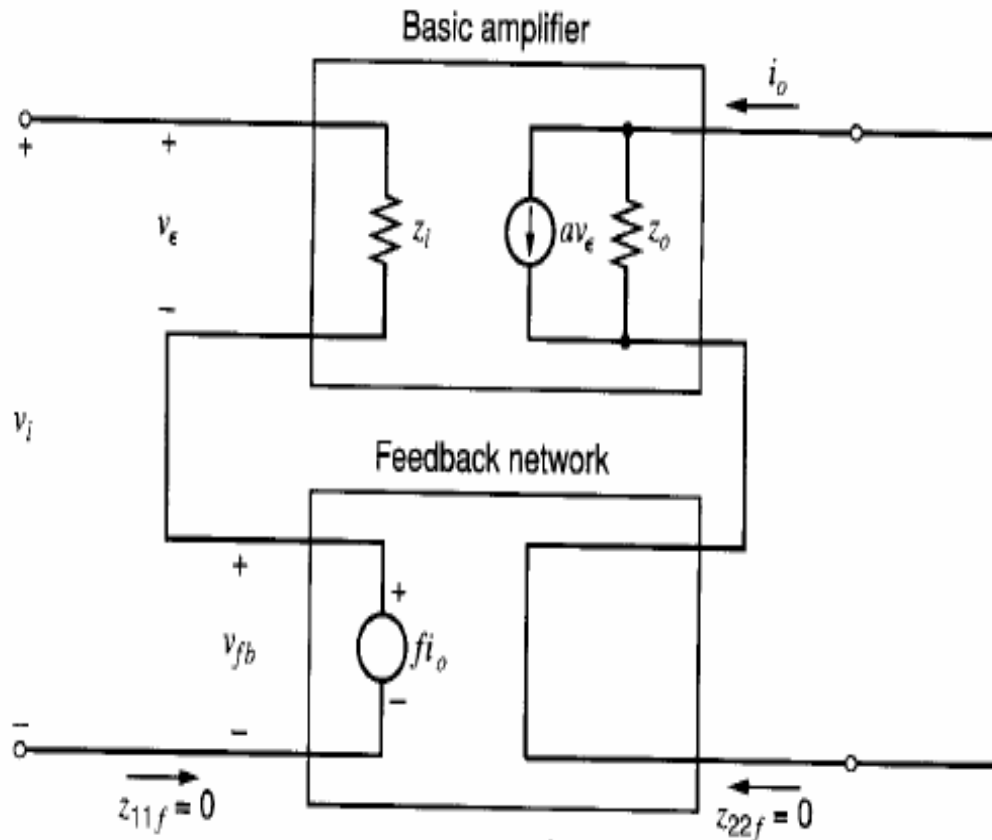
- $A = V_o / I_i$
- $\beta = I_f / V_o$
- $A_f = V_o / V_s = A / (1 + \beta A)$
- $Z_{if} = Z_i / (1 + \beta A)$
- $Z_{of} = Z_o / (1 + \beta A)$

Kiểu điện áp song song



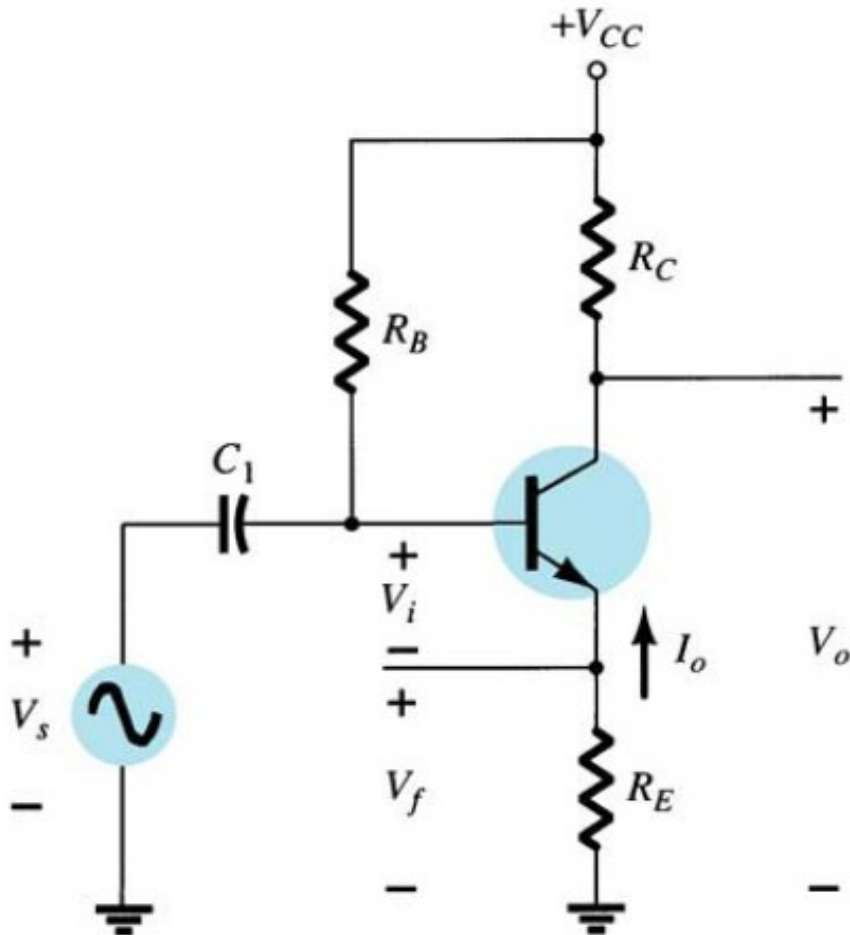
- $A_f = A/(1 + \beta A)$
- $\beta = I_f/V_o = -1/R'$
- $Z_{if} = Z_i/(1 + \beta A)$
- $Z_{of} = Z_o/(1 + \beta A)$

Kiểu dòng điện nối tiếp



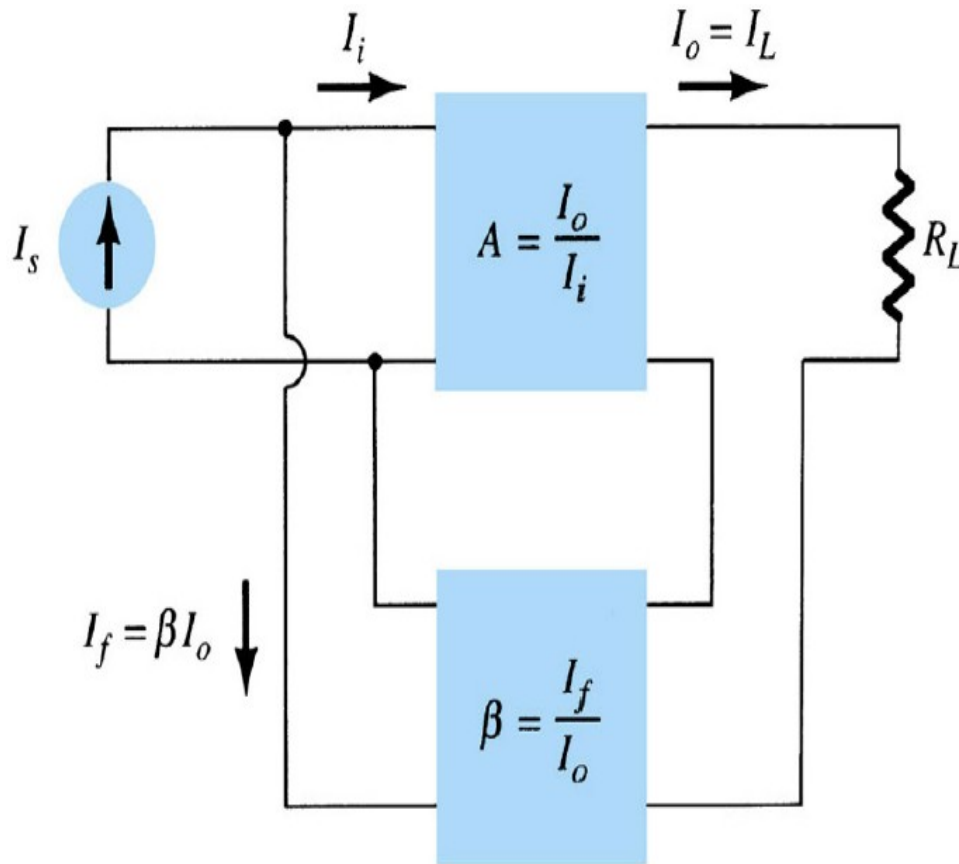
- $A = I_o / V_i$
- $\beta = V_f / I_o$
- $A_f = I_o / V_s = A / (1 + \beta A)$
- $Z_{if} = Z_i (1 + \beta A)$
- $Z_{of} = Z_o (1 + \beta A)$

Kiểu dòng điện nối tiếp



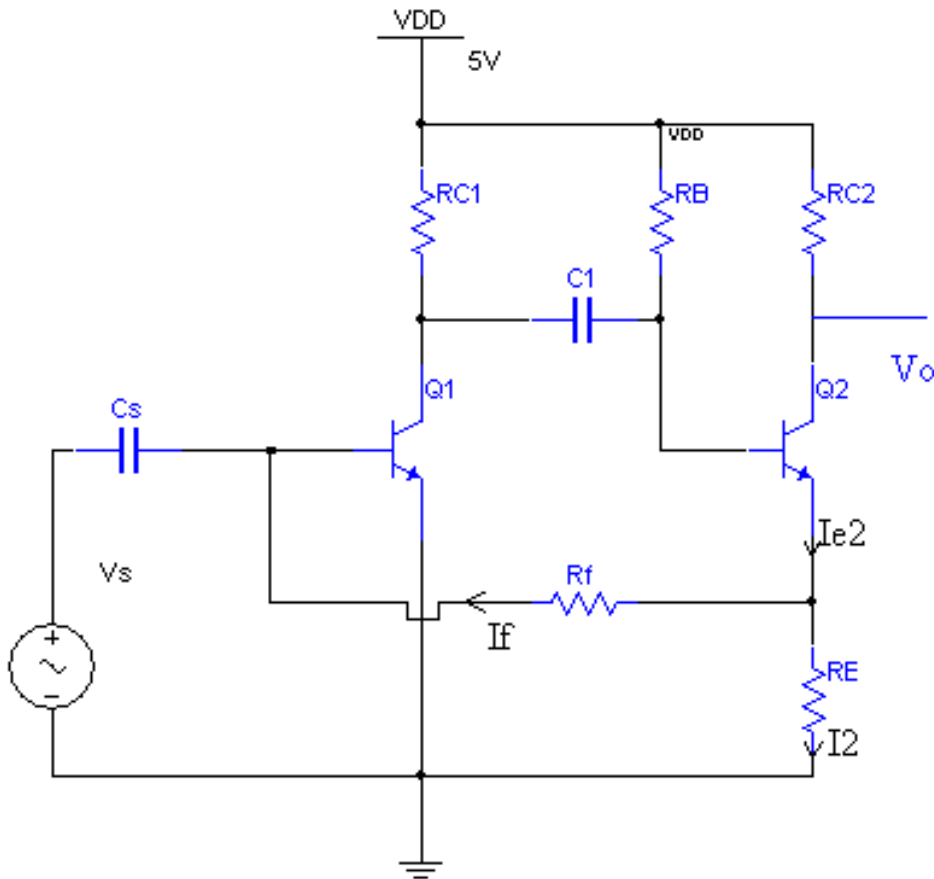
- $A = I_o / V_i$
- $\beta = V_f / I_o = R_E$
- $A_f = I_o / V_s = A / (1 + \beta A)$
- $Z_{if} = Z_i (1 + \beta A)$
- $Z_{of} = Z_o (1 + \beta A)$

Kiểu dòng điện song song



- $A = I_o / I_i$
- $\beta = I_f / I_o$
- $A_f = I_o / I_s = A / (1 + \beta A)$
- $Z_{if} = Z_i / (1 + \beta A)$
- $Z_{of} = Z_o (1 + \beta A)$

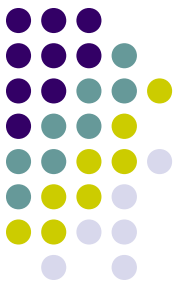
Kiểu dòng điện song song



$$A = I_o / I_i$$

$$\beta = I_f / I_{e2} = R_E / (r_e + R_E + R_f)$$

$$A_f = I_o / I_s = A / (1 + \beta A)$$



Hệ số khuếch đại với hồi tiếp

TABLE 17.1 Summary of Gain, Feedback, and Gain with Feedback from Fig. 17.2

		Voltage-Series	Voltage-Shunt	Current-Series	Current
<i>Shunt</i>					
Gain without feedback	A	$\frac{V_o}{V_i}$	$\frac{V_o}{I_i}$	$\frac{I_o}{V_i}$	$\frac{I_o}{I_i}$
Feedback	b	$\frac{V_f}{V_o}$	$\frac{I_f}{V_o}$	$\frac{V_f}{I_o}$	$\frac{I_f}{I_o}$
	A_f	$\frac{V_o}{V_s}$	$\frac{V_o}{I_s}$	$\frac{I_o}{V_s}$	$\frac{I_o}{I_s}$

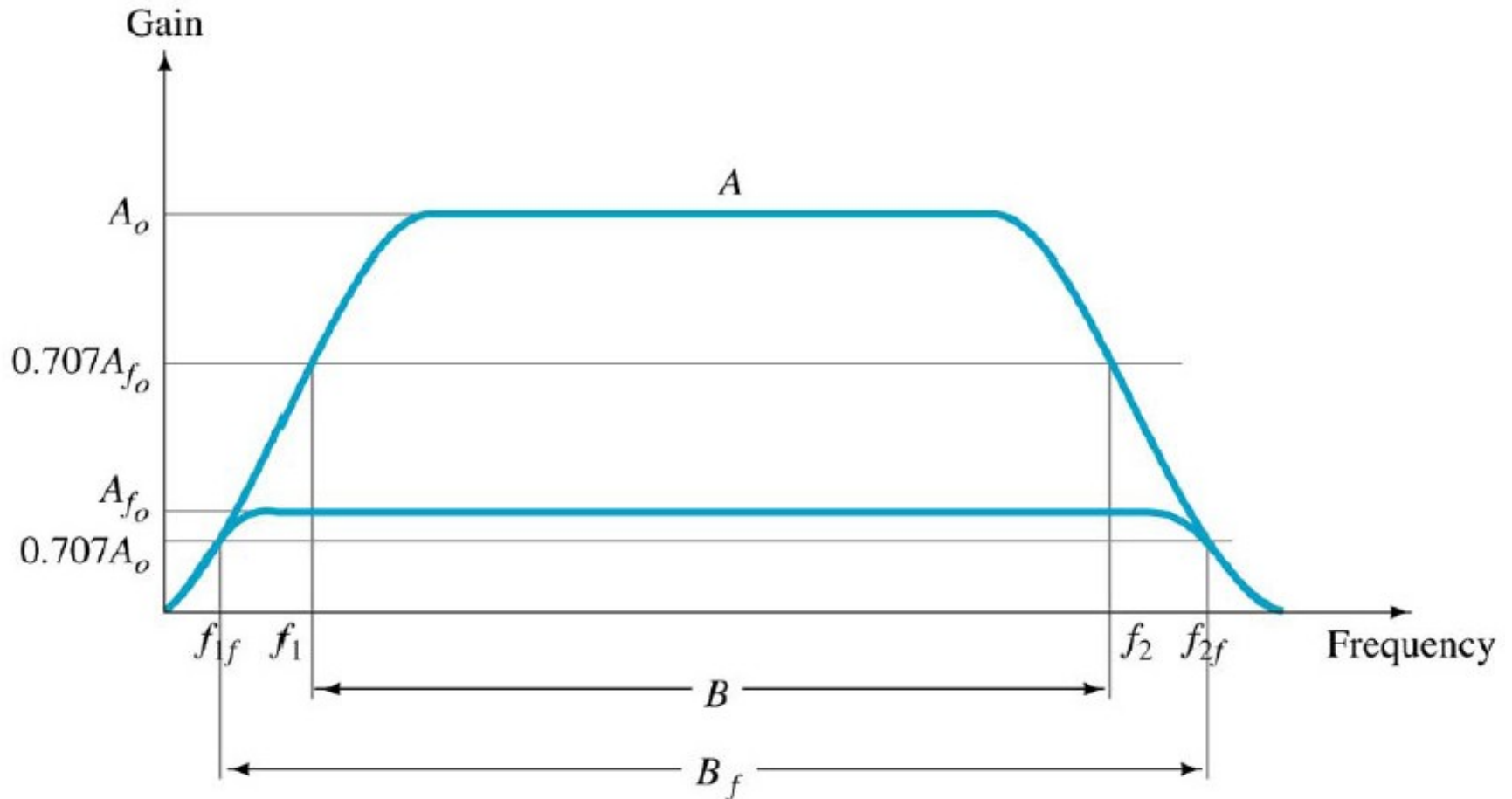
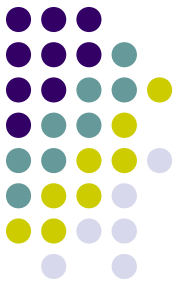


Trở kháng với hồi tiếp

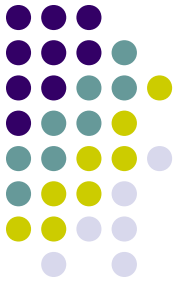
TABLE 17.2 Effect of Feedback Connection on Input and Output Impedance

Voltage-Series	Current-Series	Voltage-Shunt	Current-Shunt
$Z_{if} = Z_i (1 + \beta A)$ (increased)	$Z_i (1 + \beta A)$ (increased)	$\frac{Z_i}{1 + \beta A}$ (decreased)	$\frac{Z_i}{1 + \beta A}$ (decreased)
$Z_{of} = \frac{Z_o}{1 + \beta A}$ (decreased)	$Z_o (1 + \beta A)$ (increased)	$\frac{Z_o}{1 + \beta A}$ (decreased)	$Z_o (1 + \beta A)$ (increased)

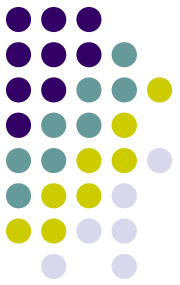
Băng thông với hồi tiếp



Bài tập



- Chapter 18: 1, 2, 3, 4, 5



Mạch ghép

- Ghép giữa các tầng khuếch đại
- Ghép Cascode
- Ghép Darlington
- Mạch nguồn dòng
- Mạch dòng gương
- Mạch khuếch đại vi sai

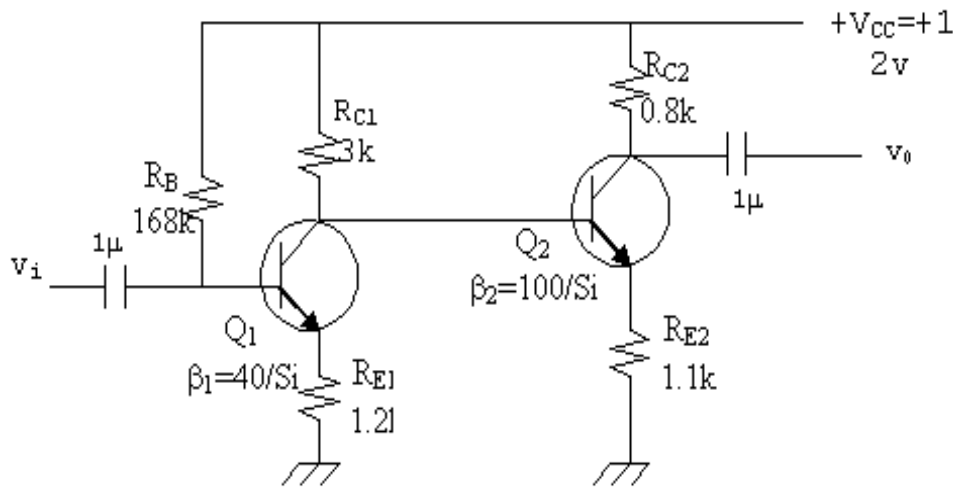
Ghép giữa các tầng khuếch đại



- Ghép trực tiếp
- Ghép dùng tụ
- Ghép dùng biến áp
- Ghép dùng điện trở
- Ghép điện quang

Ghép giữa các tầng khuếch đại

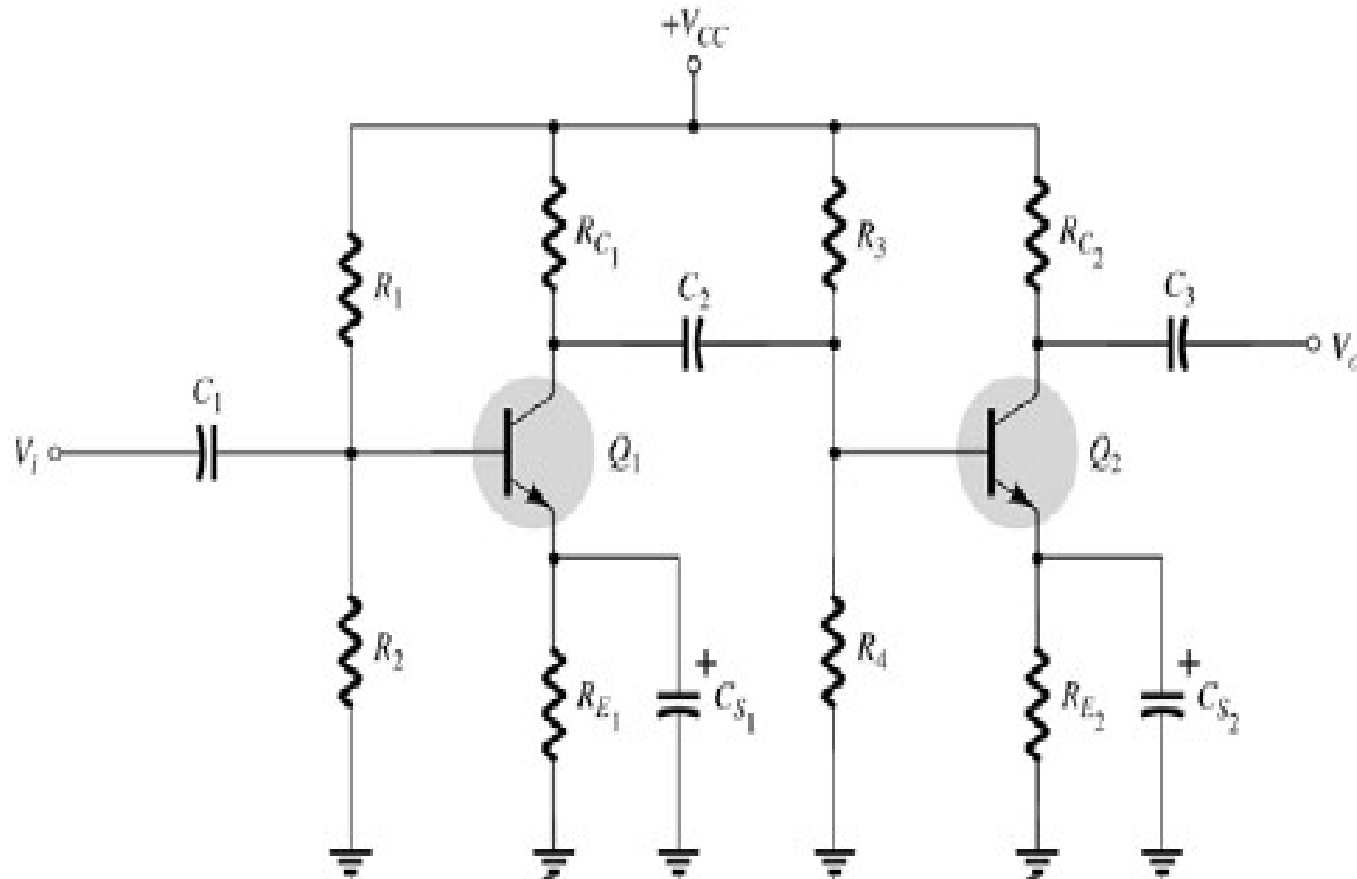
Ghép trực tiếp



- Trục tiếp ghép giữa đầu ra tầng trước và đầu vào tầng sau
- Ưu:
 - Đơn giản
 - Không mất năng lượng
 - Không méo
 - Băng thông rộng
- Nhược:
 - Phải chú ý ảnh hưởng DC giữa các tầng
- Hay sử dụng trong IC

Ghép giữa các tầng khuếch đại

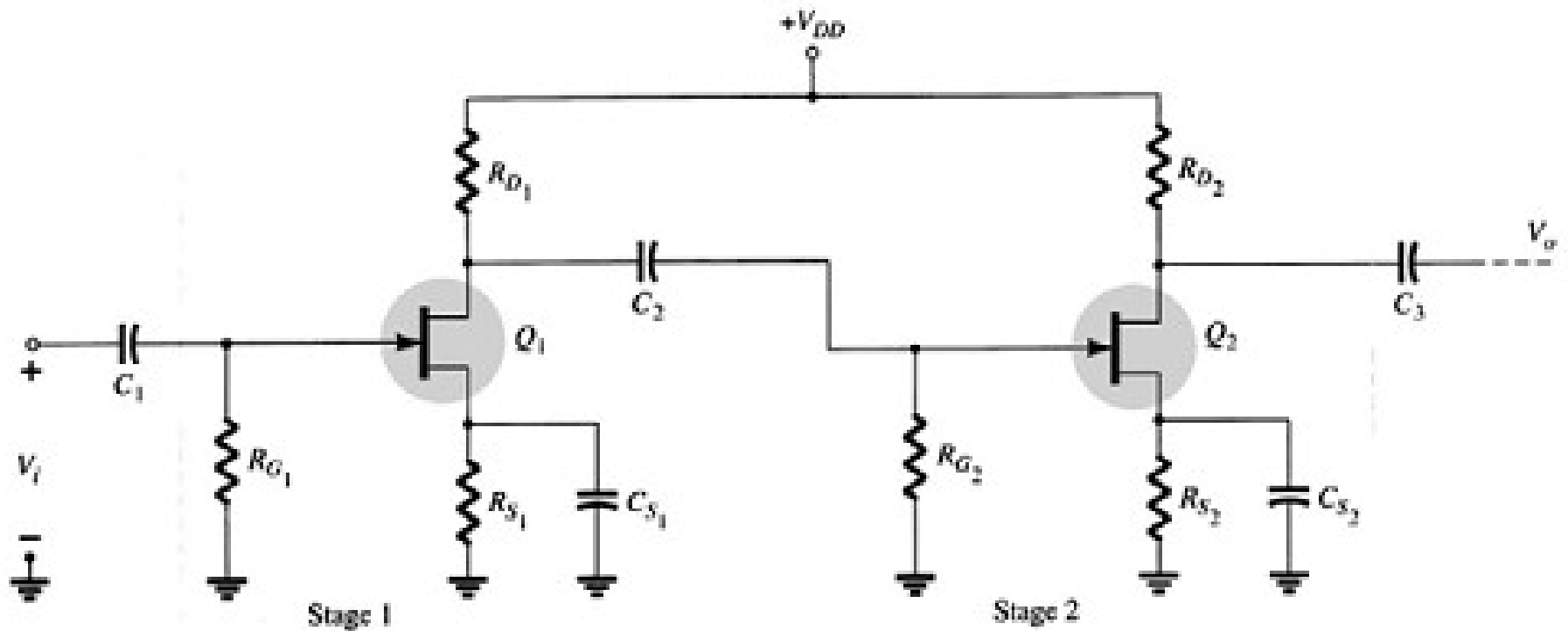
Ghép dùng tụ



- Dùng tụ ghép đầu ra tầng trước và đầu vào tầng sau

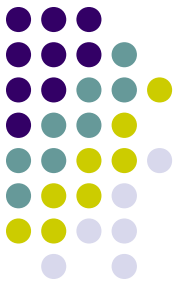
Ghép giữa các tầng khuếch đại

Ghép dùng tụ



Ghép giữa các tầng khuếch đại

Ghép dùng tụ



- Dùng tụ ghép đầu ra tầng trước và đầu vào tầng sau
- Ưu:
 - Cách ly DC các tầng
 - Dùng tụ lớn tránh méo
- Nhược:
 - Công kênh
 - Hạn chế tần số thấp
- Sử dụng trong mạch riêng lẻ
- Tụ tùy thuộc vào tần số của tín hiệu. VD: với âm tần tụ nối tầng có trị số từ $1\mu\text{F}$ đến $10\mu\text{F}$. Tụ C_e thường chọn từ $25\mu\text{F}$ đến $50\mu\text{F}$

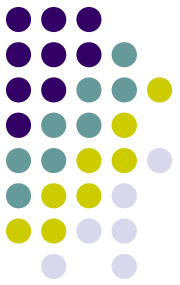
Ghép giữa các tầng khuếch đại

Ghép biến áp



- Dùng nhiều trước kia
- Cách ly vào ra
- Dễ phối hợp trở kháng
- Dải tần làm việc hẹp
- Không tích hợp được
- Công kênh
- Đắt

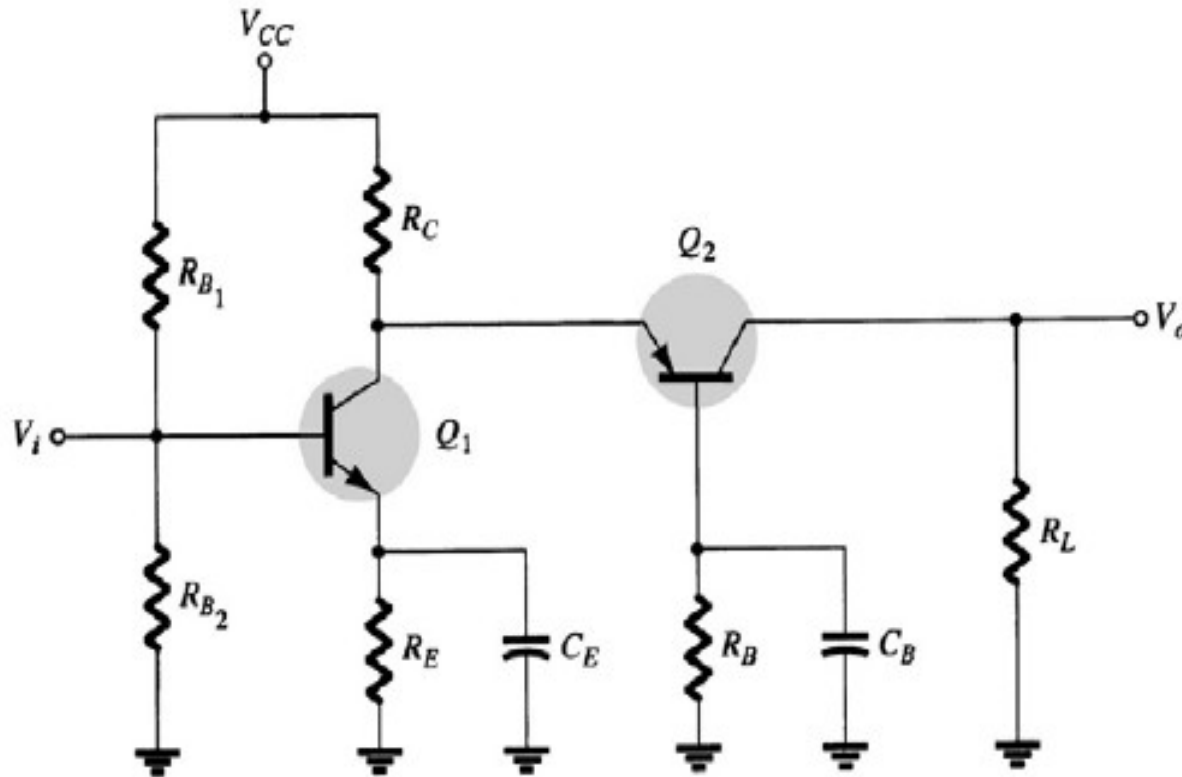
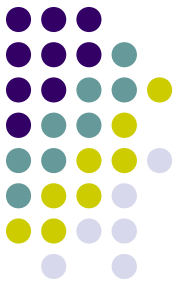
=> ít dùng



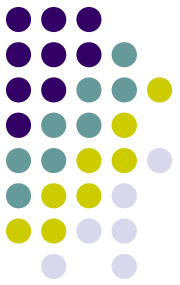
Ghép giữa các tầng khuếch đại

- Ghép dùng điện trở - thường dùng cùng C
 - Tăng trở kháng vào
 - Giảm tín hiệu vào
 - Tạo mức dịch điện áp
 - Phụ thuộc tần số (khi dùng cùng C)
- Ghép điện quang
 - Dùng cho nguồn điện áp cao

Ghép Cascode



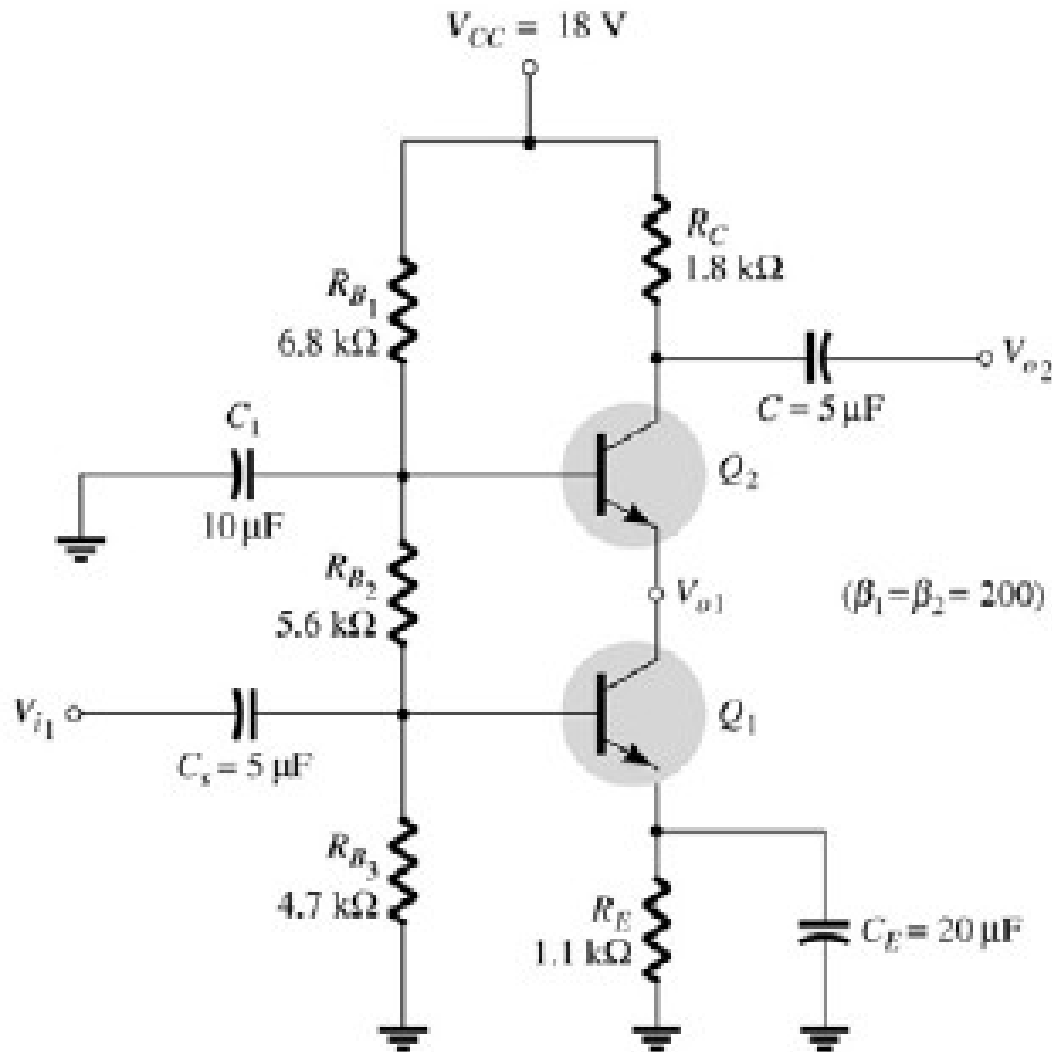
- Hai transistor mắc chung E và chung B được nối trực tiếp
- Đặc biệt được sử dụng nhiều trong các ứng dụng ở tần số cao, ví dụ: mạch khuếch đại dải rộng, mạch khuếch đại chọn lọc tần số cao



Ghép Cascode

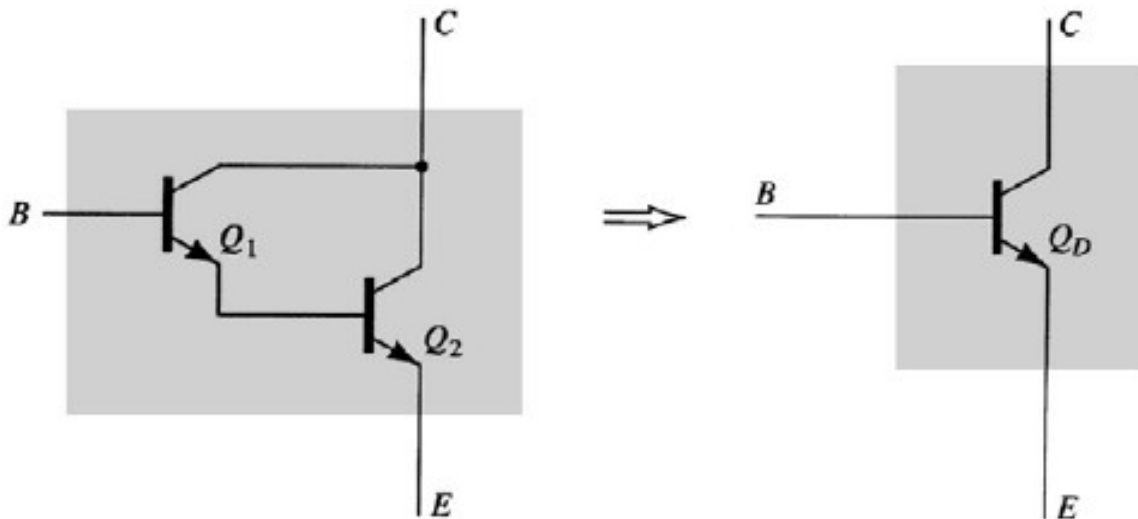
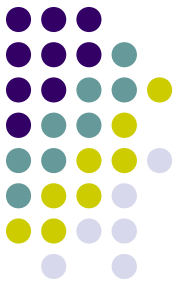
- Tầng EC với hệ số khuếch đại điện áp âm nhỏ và trở kháng vào lớn để điện dung Miller đầu vào nhỏ
- Phối hợp trở kháng ở cửa ra tầng EC và cửa vào tầng BC
- Cách ly tốt giữa đầu vào và đầu ra: tầng BC có tổng trở vào nhỏ, tổng trở ra lớn có tác dụng để ngăn cách ảnh hưởng của ngõ ra đến ngõ vào nhất là ở tần số cao, đặc biệt hiệu quả với mạch chọn lọc tần số cao

Ghép Cascode



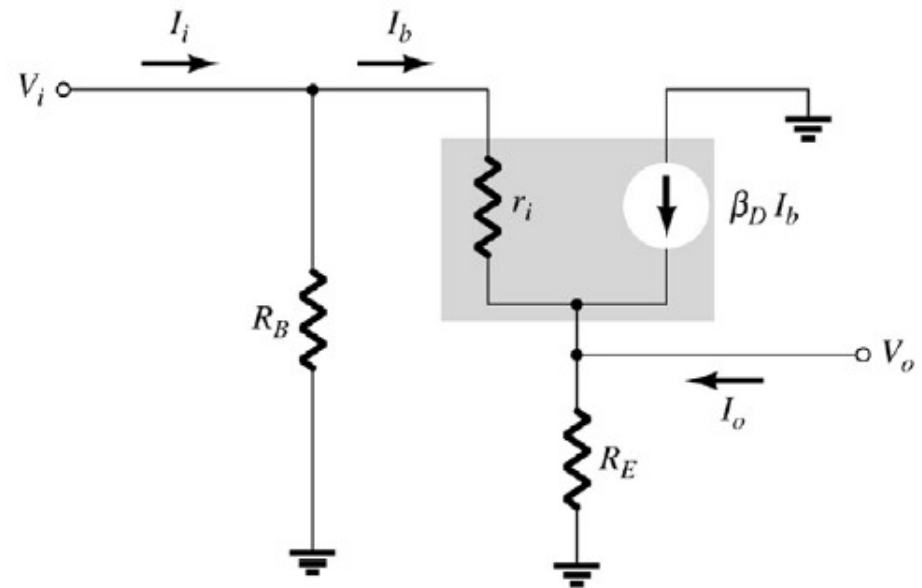
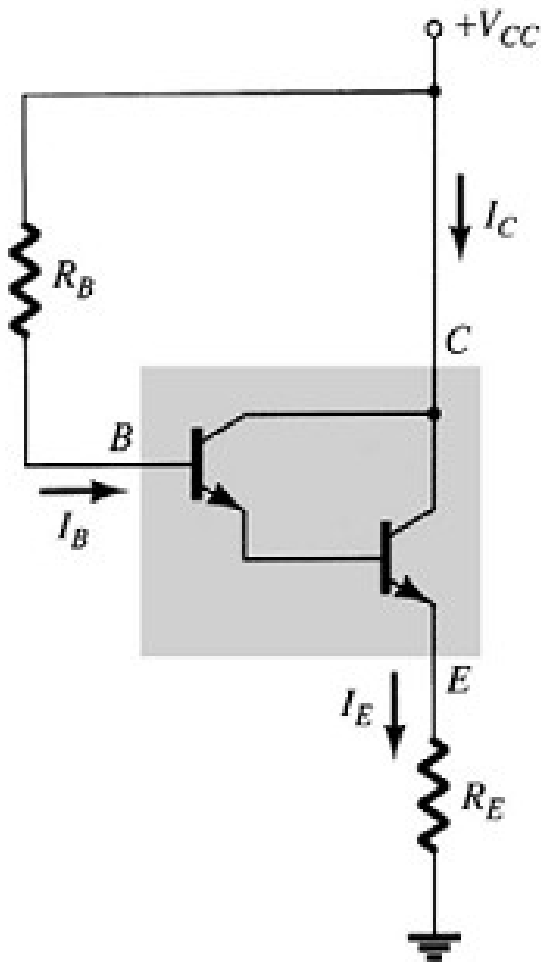
- Mạch ghép Cascode thực tế:
 $A_V^1 = -1 \Rightarrow$ điện dung Miller ở đầu vào nhỏ
 A_V^2 lớn \Rightarrow hệ số khuếch đại tổng lớn

Ghép Darlington



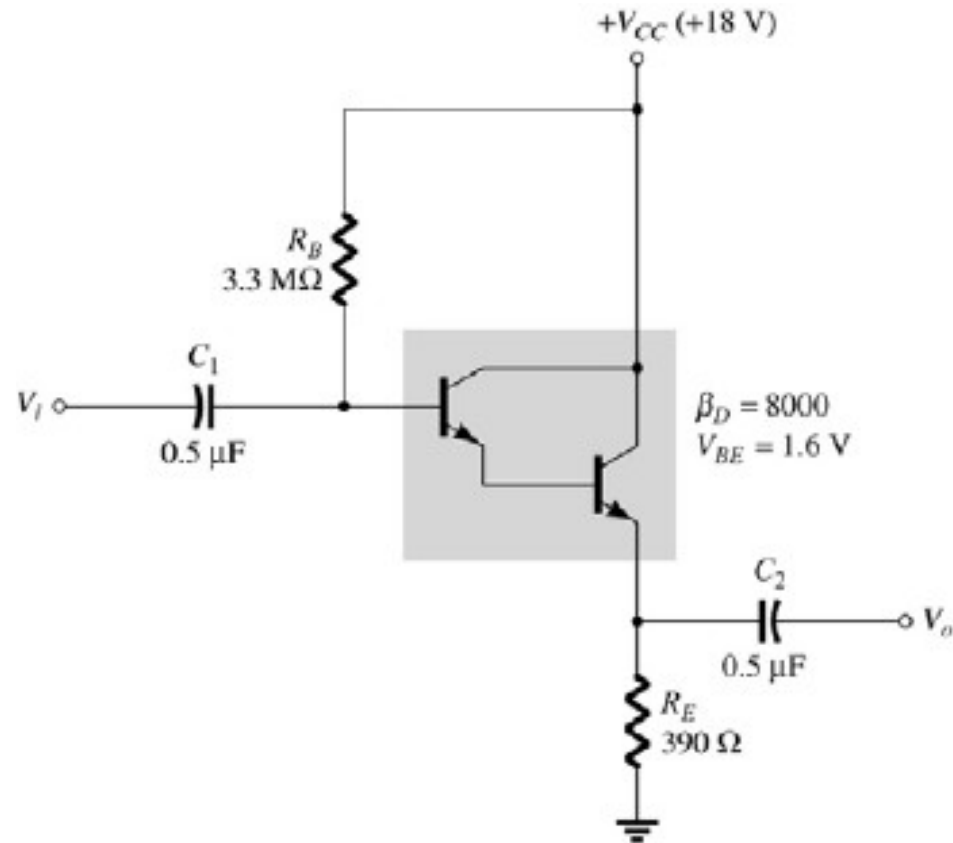
- Hai transistor **cùng loại**, hoạt động như một transistor
- Hệ số khuếch đại dòng điện tổng rất lớn
- Tổng trở vào rất lớn

Ghép Darlington



Phân cực trans Darlington và sơ đồ tương đương mạch lặp emitter (hay sử dụng trong mạch công suất)

Ghép Darlington



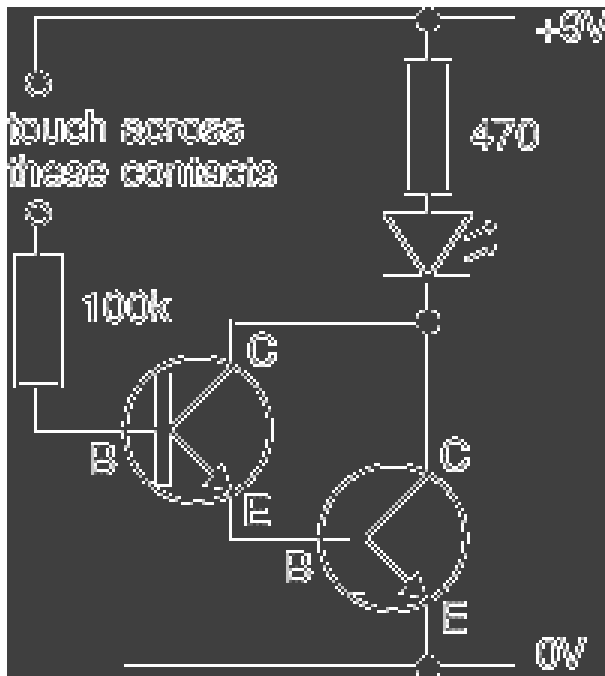
Type 2N999

N-P-N Darlington-Connected
Silicon Transistor Package

Parameter	Test Conditions	Min.	Max.
V_{BE}	$I_C = 100 \text{ mA}$		1.8 V
$h_{FE} (\beta_D)$	$I_C = 10 \text{ mA}$ $I_C = 100 \text{ mA}$	4000 7000	70,000

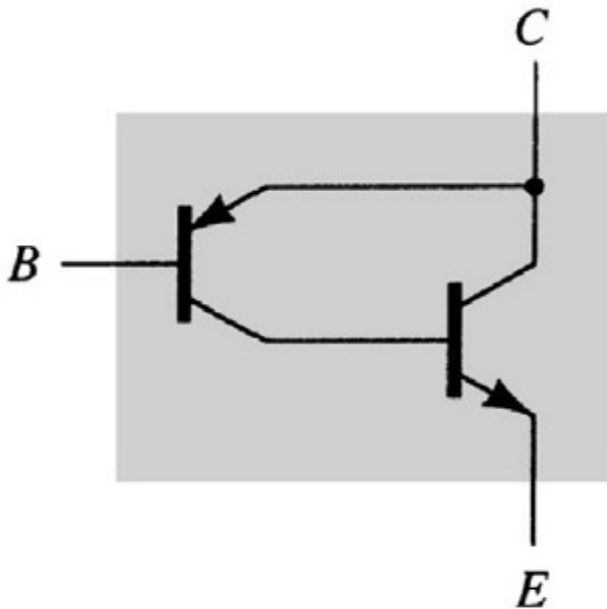
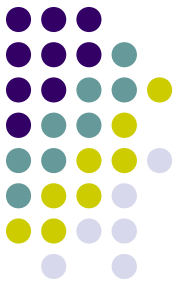
- Tổ hợp vào một package (hình vẽ)
- Hoặc xây dựng từ 2 transistor rời rạc (chú ý: T_1 công suất nhỏ, T_2 công suất lớn, I_c max là giới hạn của T_2)

Ghép Darlington - ứng dụng



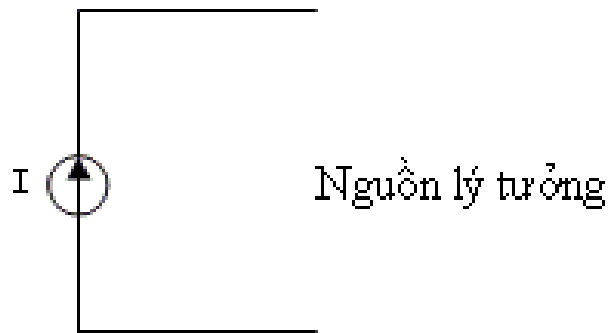
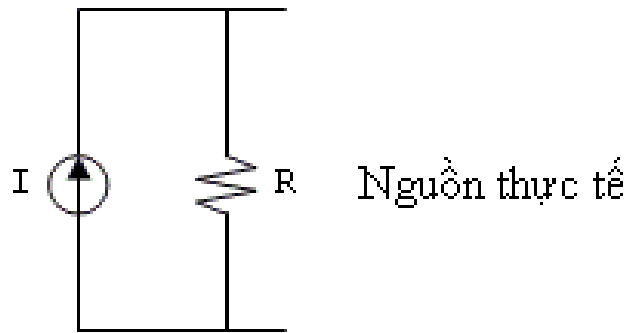
- Nhạy cảm với dòng rất nhỏ -> có thể làm mạch “touch-switch”
- Mặc kiểu CC cho khuếch đại công suất với yêu cầu phối hợp trở kháng với tải có tổng trở nhỏ

Ghép Darlington bù



- Tương tự ghép darlington
- Hai transistor **khác loại**, hoạt động giống như một BJT loại pnp
- Hệ số khuếch đại dòng điện tổng rất lớn

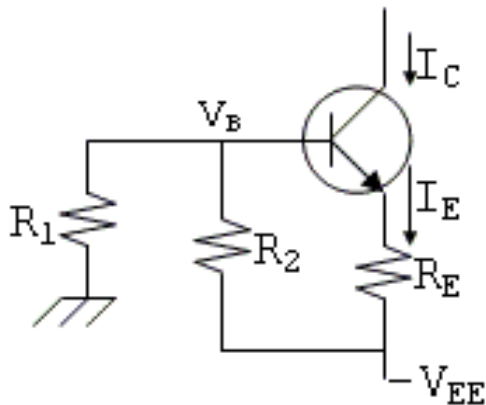
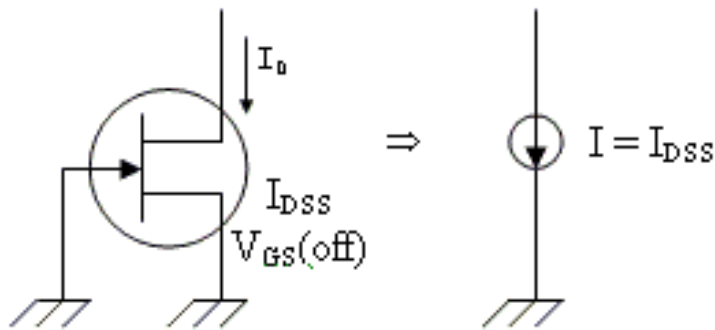
Mạch nguồn dòng



Bộ phận cấp dòng điện,
mắc song song với
điện trở R , được gọi là
nội trở của nguồn

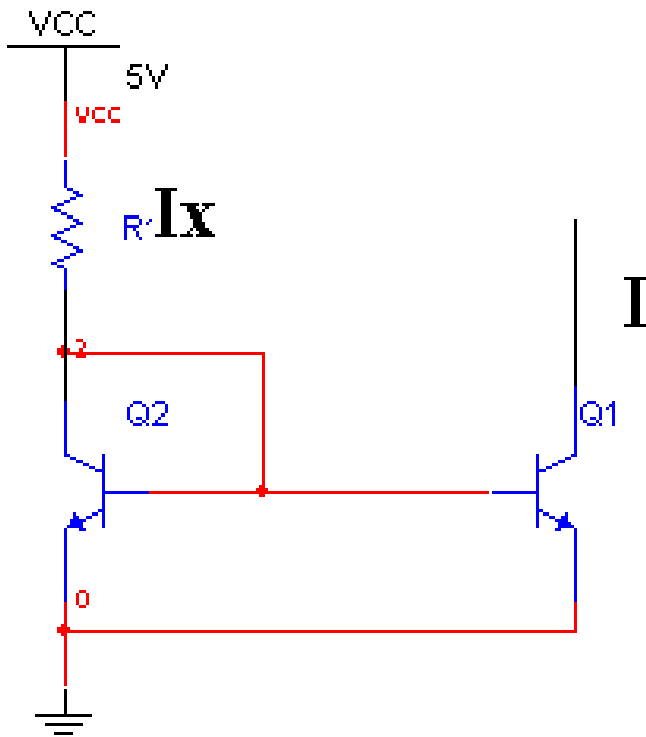
Nguồn dòng điện lý tưởng
khi $R = \infty$, và cung cấp
một dòng điện là hằng
số

Mạch nguồn dòng



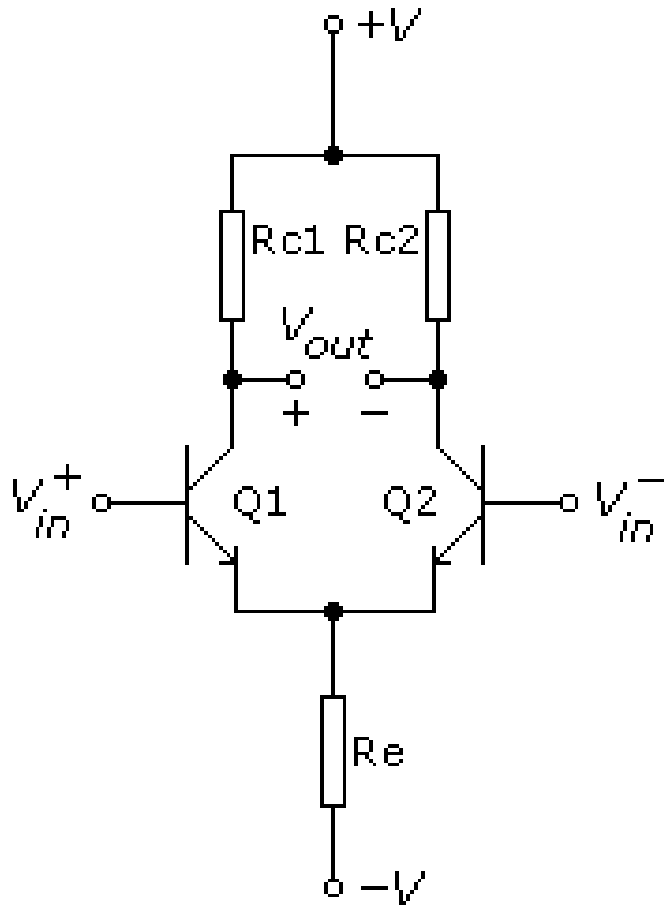
- Dòng cung cấp ổn định và điện trở nguồn rất lớn
- Sử dụng BJT, hoặc FET, hoặc kết hợp
- I_D , I_C là dòng điện không đổi được cấp cho mạch, nội trở nguồn là điện trở ra của mạch

Mạch dòng gương

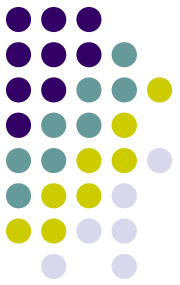


- Cung cấp 1 hoặc nhiều dòng bằng 1 dòng xác định khác. Chú ý không nhân ra quá nhiều dòng
- Sử dụng chủ yếu trong IC
- Yêu cầu: Q_1 , Q_2 hoàn toàn giống nhau
- $I \approx I_x = (V_{CC} - V_{BE}) / R_x$

Mạch khuếch đại vi sai



- Mạch đối xứng theo đường thẳng đứng, các phần tử tương ứng giống nhau về mọi đặc tính
- Q1 giống hệt Q2, mắc kiểu EC hoặc CC
- 2 đầu vào v_1 và v_2 , có thể sử dụng 1 hoặc phối hợp
- 2 đầu ra v_a và v_b , sử dụng 1 hoặc phối hợp



Mạch khuếch đại vi sai

- Đầu vào cân bằng, đầu ra cân bằng

$$V_{in} = V_1 - V_2 ; V_{out} = V_a - V_b$$

- Đầu vào cân bằng, đầu ra không cân bằng

$$V_{in} = V_1 - V_2 ; V_{out} = V_a$$

- Đầu vào không cân bằng, đầu ra cân bằng

$$V_{in} = V_1 ; V_{out} = V_a - V_b$$

- Đầu vào không cân bằng, đầu ra không cân bằng

$$V_{in} = V_1 ; V_{out} = V_a$$



Mạch khuếch đại vi sai

- *hệ số khuếch đại vi sai và hệ số triệt tiêu đồng pha*

Chế độ phân cực 1 chiều: $V_{B1} = V_{B2} \Rightarrow I_{C1} = I_{C2} = I_E/2 \Rightarrow V_{C1} = V_{C2}$

Nếu $v_{in} = v_1 - v_2 \Rightarrow V_{B1} + v_{in}$ và $V_{B2} - v_{in} \Rightarrow i_{c1} > i_{c2}$
 $\Rightarrow v_{out} = v_{c1} - v_{c2} > 0$

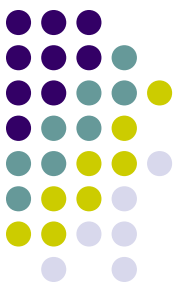
\Rightarrow *khuếch đại điện áp vi sai*

Nếu $v_{in} = v_1 = v_2 \Rightarrow V_{B1} + v_{in}$ và $V_{B2} + v_{in} \Rightarrow i_{c1} = i_{c2}$
 $\Rightarrow v_{out} = v_{c1} - v_{c2} = 0$

\Rightarrow *triệt tiêu điện áp đồng pha*

Mạch khuếch đại vi sai

- hệ số khuếch đại vi sai và hệ số triệt tiêu đồng pha



Phân tích bằng sơ đồ tương đương xoay chiều:

$$v_{in} = v_1, v_2 = 0 ; v_{out} = v_a : A_v = R_C / 2r_e$$

$$v_{in} = v_1 - v_2 ; v_{out} = v_a - v_b : A_d = R_C / r_e \quad (\text{differential mode})$$

$$v_{in} = v_1 = v_2 ; v_{out} = v_a : A_c = \beta R_C / (\beta r_e + 2(\beta + 1)R_E) \quad (\text{common mode})$$

Nhận xét :

- Tín hiệu vào ngược pha: khuếch đại lớn
- Tín hiệu vào cùng pha: khuếch đại nhỏ
- ⇒ khả năng chống nhiễu tốt
- ⇒ Tỷ số nén đồng pha (CMRR-Common mode rejection ratio)
= Hệ số KĐ vi sai / Hệ số KĐ đồng pha
- ⇒ CMRR càng lớn chất lượng mạch càng tốt

Với KĐ ngõ ra không cân bằng, T_1 , T_2 vẫn có tác dụng trừ các tín hiệu nhiễu đồng pha hay ảnh hưởng của nhiệt độ tác dụng lên hai transistor

Mạch khuếch đại vi sai

- nâng cao tính chống nhiễu

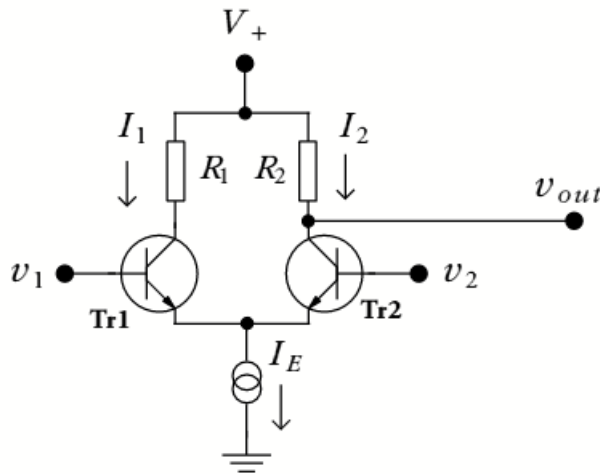
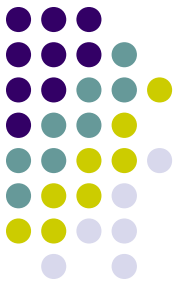


Figure 1.7 — 'Long-tailed pair' differential amp

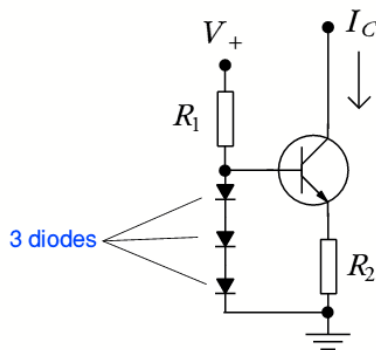


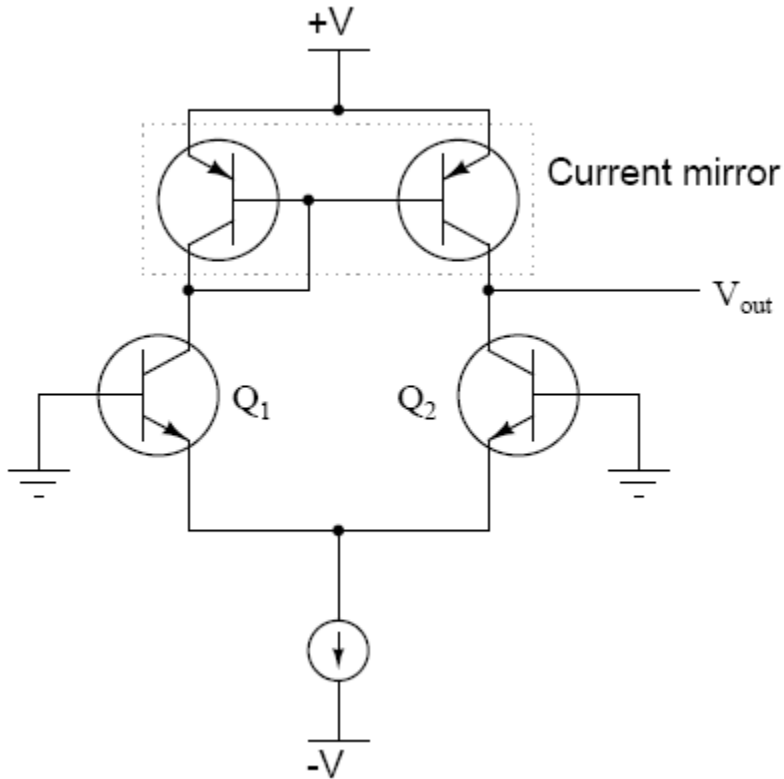
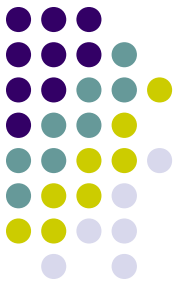
Figure 1.8 — Simple Current Source

- Có nguồn dòng ổn định với nội trở rất lớn
- > ổn định nhiệt và giảm hệ số KĐ đồng pha
- > tăng khả năng chống nhiễu

Nguồn dòng cũng có thể là mạch dòng gương

Mạch khuếch đại vi sai

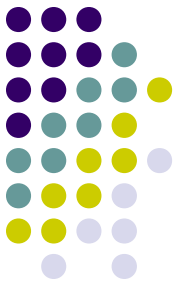
- *nâng cao tính chống nhiễu*



- Sử dụng “active loads” - mạch dòng gương
 - ⇒ thiết lập dòng collector như nhau trên cả hai transistor
 - ⇒ tăng hệ số khuếch đại vi sai

Mạch khuếch đại vi sai

- *vấn đề điện áp trôi*



- Ng/nhân: đặc tính kỹ thuật của hai transistor không hoàn toàn giống nhau
- Khắc phục: Dùng điện trở R_C không đối xứng (biến trở)

Mạch ghép

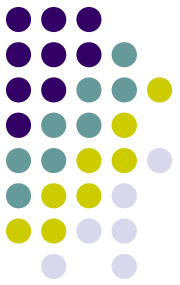


- BT chương 12: 1, 6, 11, 12, 15, 19, 21, 24, 26, 30

Khuếch đại công suất



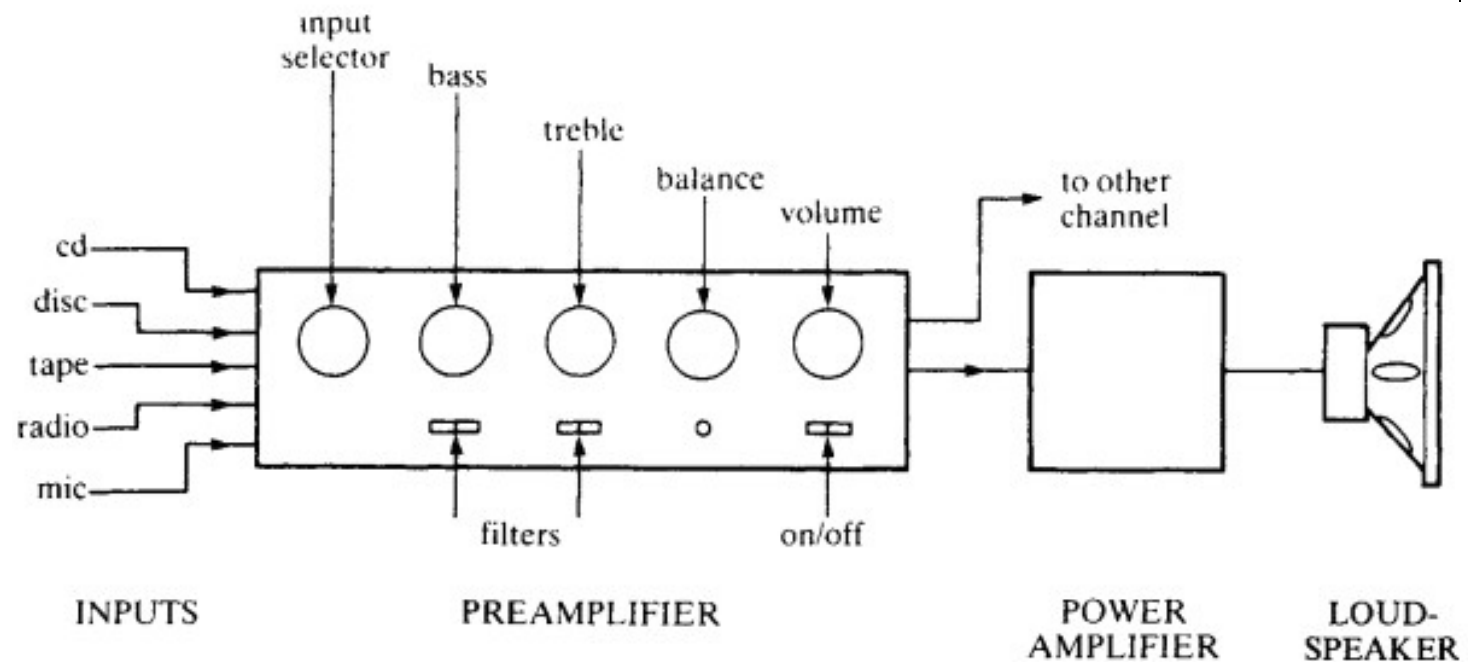
- Giới thiệu
- Link kiện công suất và đặc tính
- Các chế độ hoạt động của tầng KĐCS
- Kiến trúc tầng KĐCS
- Khuếch đại công suất ghép biến áp, AC & DC
- Nhiều trong KĐCS



Giới thiệu

- Tầng KĐCS mục đích để hoạt động tải, với dòng qua tải lên đến vài ampre => không phải là KĐ công suất thấp (tín hiệu nhỏ) như đã tìm hiểu trong các chương trước
- Hướng đến hệ thống âm thanh trong nhà (VD: đài, âm ly)

Giới thiệu



Hệ thống âm thanh Hi-fi (High fidelity): khuếch đại tín hiệu âm thanh từ nhiều nguồn khác nhau (đĩa CD, radio, micro) đưa ra một loa (mono) hoặc 2 hay nhiều hơn (stereo)

Giới thiệu



- Đầu vào: nhiều mức điện áp vào và trở kháng khác nhau
VD: microphone – 0,5mV và 600Ω
đĩa CD – 2V và 100Ω
- Đầu ra: có nhiều loại loa với mức công suất rất khác nhau (từ vài W đến vài trăm W). Trở kháng loa cũng có nhiều mức khác nhau, trong đó các giá trị 4, 8 và 16Ω tương đối phổ biến

Giới thiệu



- Tầng tiền khuếch đại (preamplifier): khuếch đại tín hiệu vào đạt mức như nhau với đáp ứng tần số phẳng trong khoảng âm tần (20Hz đến 20kHz). Ngoài ra, có thêm bộ khuếch đại có chọn lọc (equalizer) để tăng/giảm phần tần thấp (bass), phần tần cao (treble)
- Tầng khuếch đại công suất (power amplifier): khuếch đại điện áp và dòng điện với đáp ứng tần số phẳng trong vùng âm tần



Giới thiệu

- Yêu cầu với tầng KĐCS:
 1. Cung cấp công suất đến loa có tải xác định trước
 2. Hệ số KĐ điện áp ổn định, không bị ảnh hưởng bởi tải
 3. Nhiễu thấp

Tiêu chí (2) và (3): nên sử dụng indicate that overall negative feedback should be used. The

- closed-loop gain will then be determined by

Linh kiện công suất & đặc tính



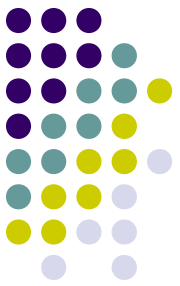
- Điốt
- BJT công suất
- MOSFET công suất
- Thyristor (SCR-silicon controlled rectifier)
- Insulated-Gate Bipolar Transistor (IGBT)
- Gate Turn-Off Thyristors
- MOS-Controlled Thyristor (MCT)

Linh kiện công suất & đặc tính

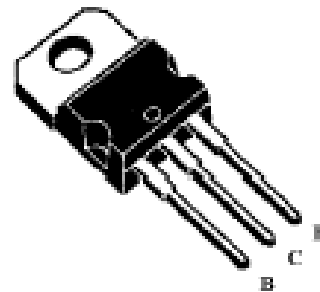


- Điốt công suất: khả năng chịu dòng thuận lớn (n100 A)
- BJT công suất : $P=nW - n*100\text{ KW}$, $f = 10\text{KHz}$, npn
=> Transistor Darlington công suất: dòng bazơ nhỏ
- MOSFET công suất : điều khiển bằng điện áp vào (chuyển mạch)

Linh kiện công suất & đặc tính



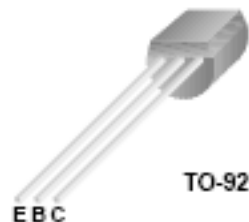
- 65 W at 25°C Case Temperature
- 6A Continuous Collector Current
- 10A Peak Collector Current
- 100V Collector-Emitter Voltage
- Isolated transistor package available on request
- Custom selections possible



TO-220

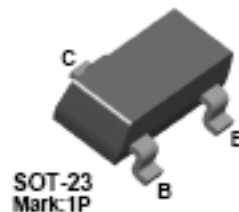
Note : Collector is connected to the mounting base

PN2222A



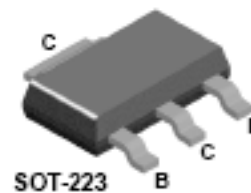
TO-92

MMBT2222A



SOT-23
Mark:1P

PZT2222A



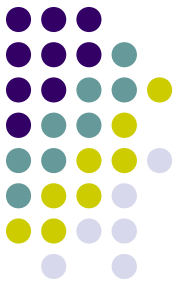
SOT-223

NPN General Purpose Amplifier

- This device is for use as a medium power amplifier and switch requiring collector currents up to 500mA.
- Sourced from process 19.

- BJT công suất: $P = nW$ – $n \times 100 \text{ KW}$, $f = 10 \text{ KHz}$, npn
- Transistor Darlington công suất: dòng bazơ nhỏ

Tản nhiệt trong transistor công suất



- Công suất lớn nhất phụ thuộc:
 - Công suất tiêu hao: $P_D = V_{CE} I_C$
 - Nhiệt độ của lớp tiếp giáp (Si: 150-200°, Ge: 100-110°)
- $P_{D(T1)} = P_{D(T0)} - (T1 - T0)(\text{hệ số suy giảm})$
=> Sử dụng tản nhiệt để tăng công suất cực đại
- Sử dụng không khí (<60W) hoặc chất lỏng (>100W)

Công suất, điện áp và dòng điện



Tín hiệu dạng *sin*:

$$u = V_m \sin(\omega t)$$

$$i = I_m \sin(\omega t)$$

Công suất trên tải:

$$P = V_m I_m / 2 = V_m^2 / 2R$$

Tính theo điện áp đỉnh-đỉnh V_{p-p}

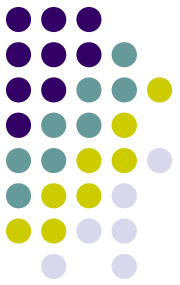
$$P = V_{p-p}^2 / 8$$

Hình vẽ U, I qua điện trở R

Chế độ hoạt động của KĐCS



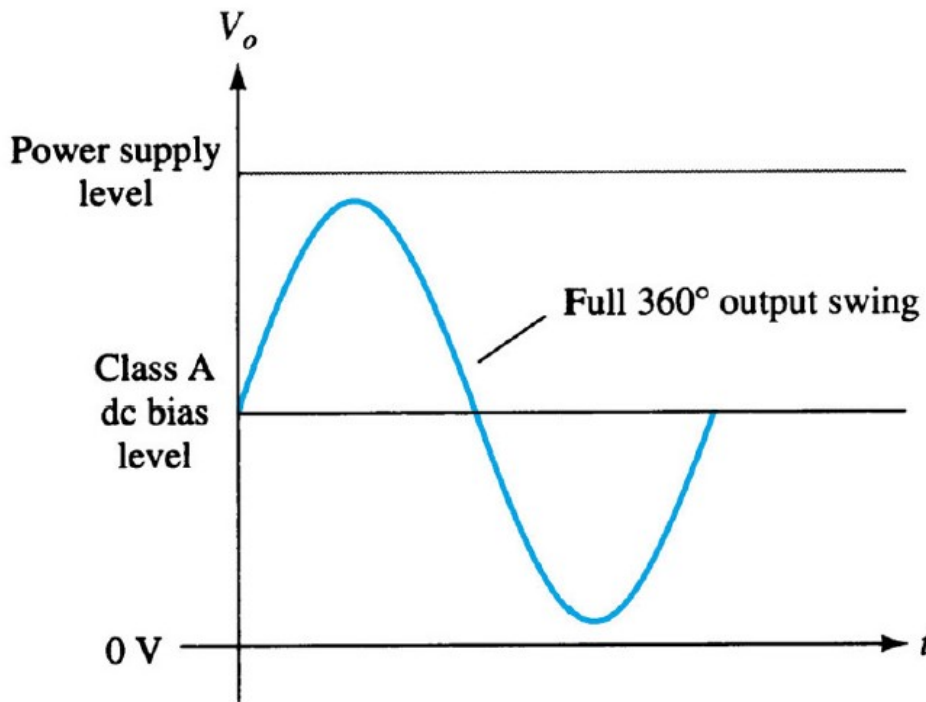
- Chế độ A – dòng điện chạy liên tục trong mạch => tránh tính không tuyến tính do mạch chuyển đổi chế độ on và off
- Chế độ B – rất phổ biến (chế độ AB)
- Chế độ C – linh kiện dẫn trong khoảng dưới 50% thời gian, thường dùng trong mạch radio kết hợp với mạch cộng hưởng LC



Chế độ hoạt động của KĐCS

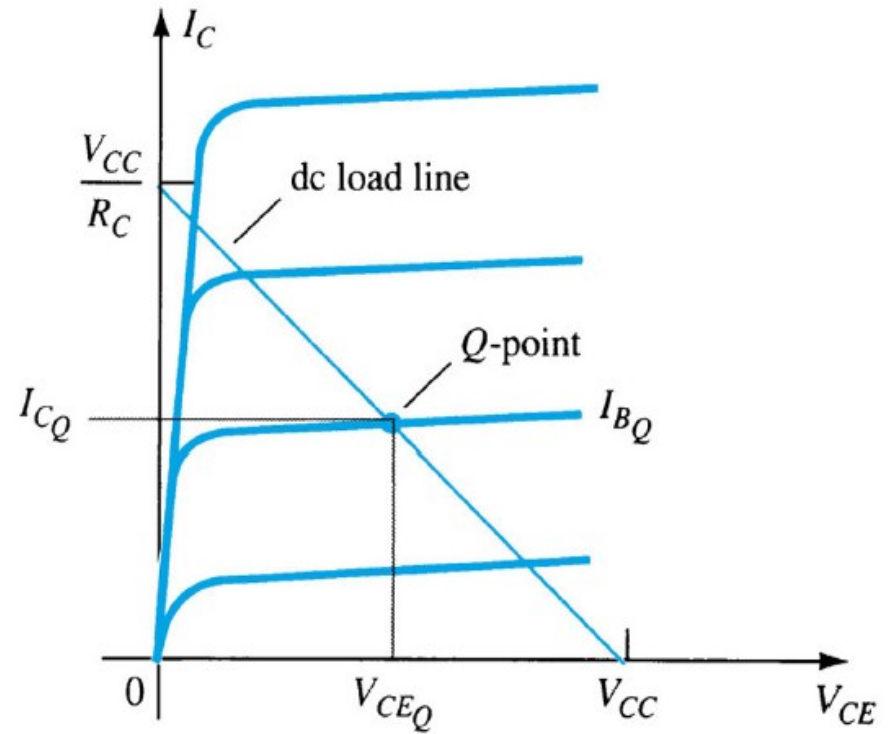
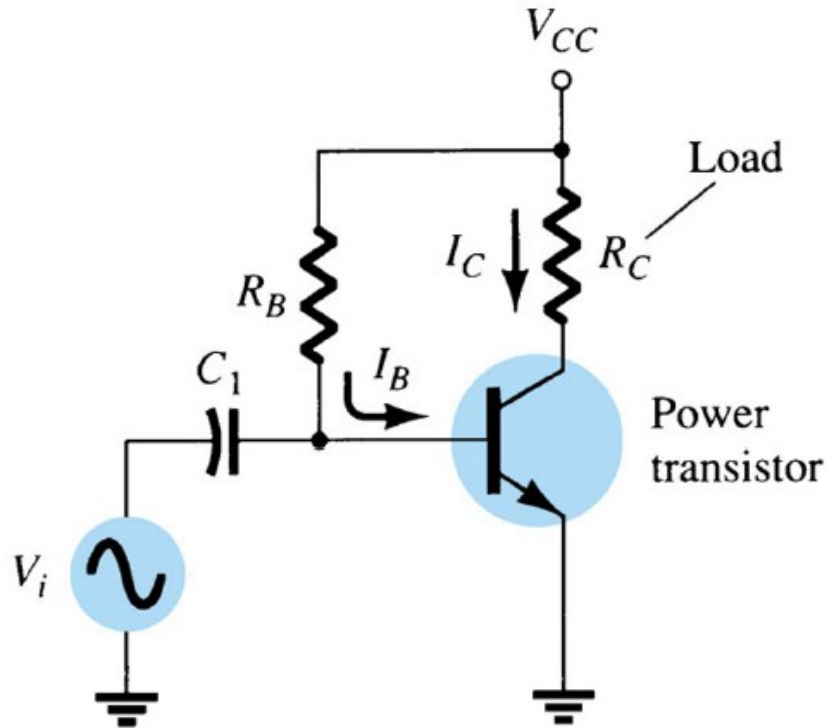
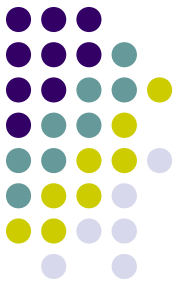
- Chế độ D – chuyển mạch giữa mức cao (on trong khoảng thời gian ngắn) và mức thấp (off trong khoảng dài) liên tục với tần số siêu âm, hiệu suất biến đổi năng lượng rất cao
- Chế độ E – điện áp hoặc dòng điện qua transistor nhỏ => công suất tiêu hao thấp, sử dụng trong vô tuyến
- Chế độ G – lợi dụng đặc tính của tín hiệu có một vài giá trị đỉnh lớn nhưng giá trị trung bình không lớn, để chuyển mạch mức nguồn sử dụng thích hợp => giảm tiêu hao năng lượng

Chế độ hoạt động - Chế độ A

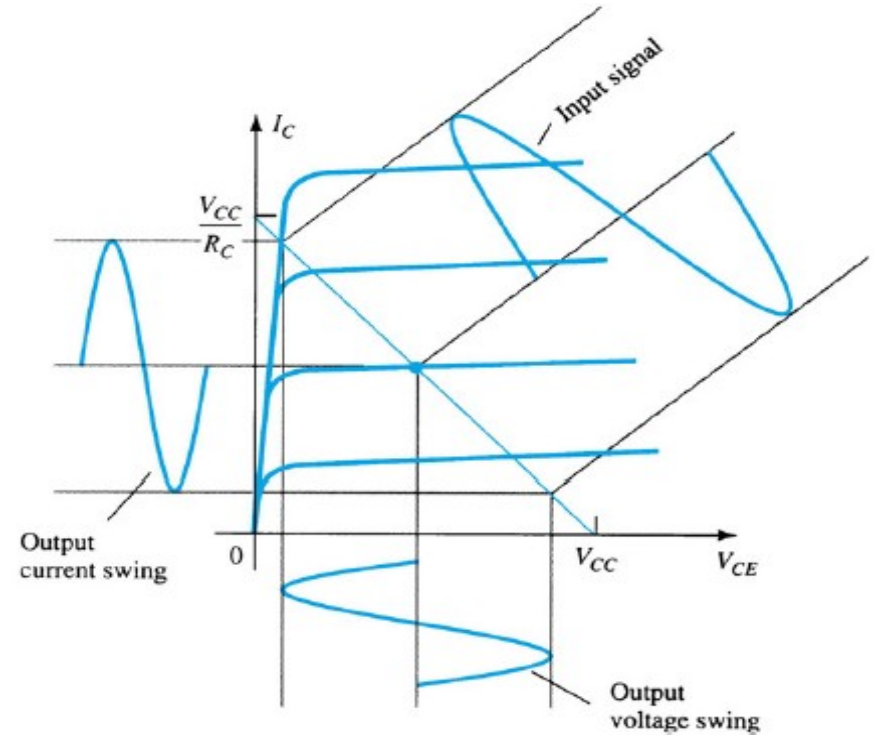
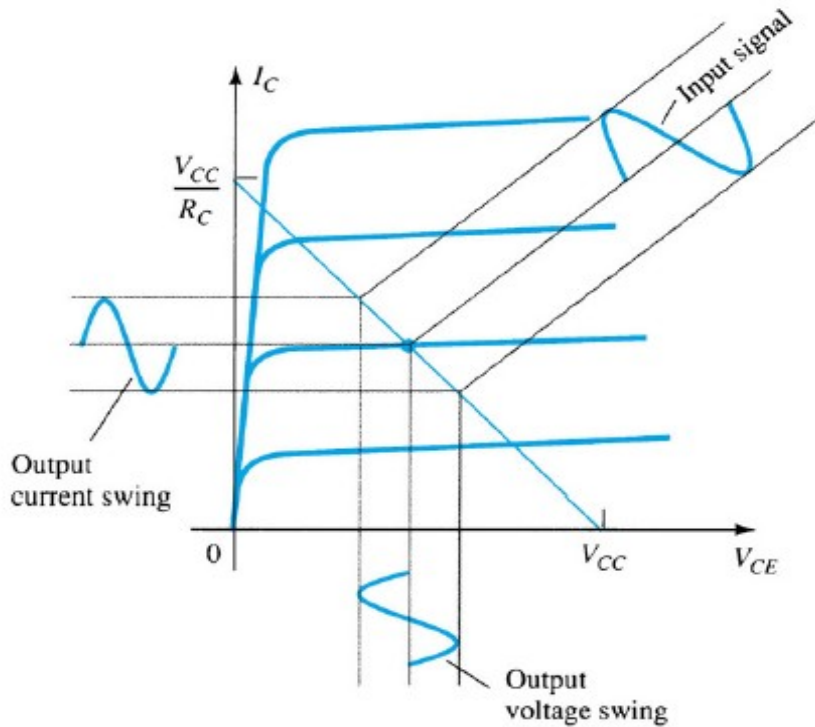
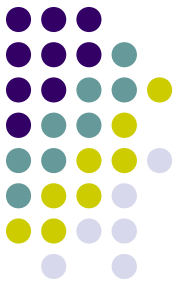


- Công suất ra nhỏ (vài watt)
- Tín hiệu ra biến đổi trong 360°
- Điểm làm việc Q thích hợp
- Hiệu suất thấp ($<50\%$ khi có hoặc $<25\%$ khi không có ghép biến áp)

Chế độ hoạt động - Chế độ A

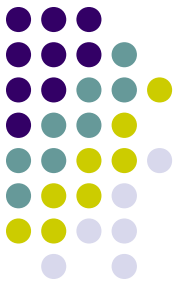


Chế độ hoạt động - Chế độ A



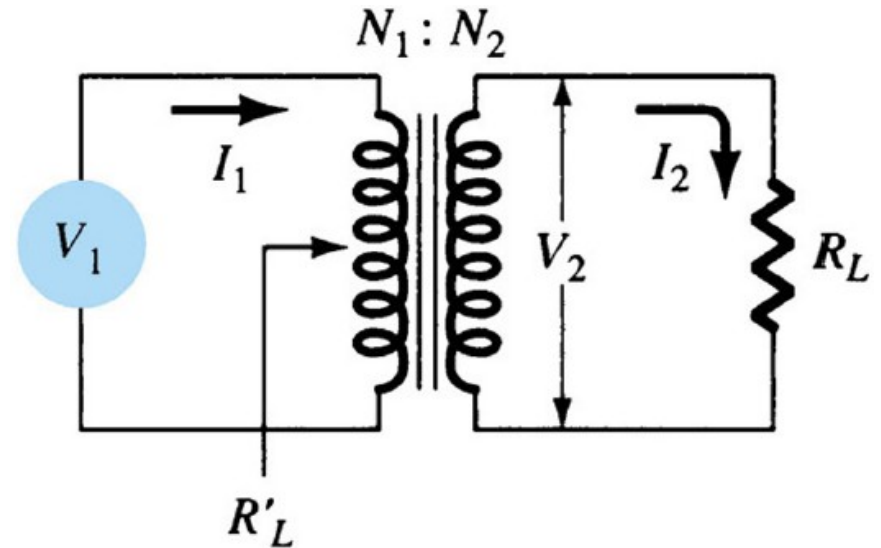
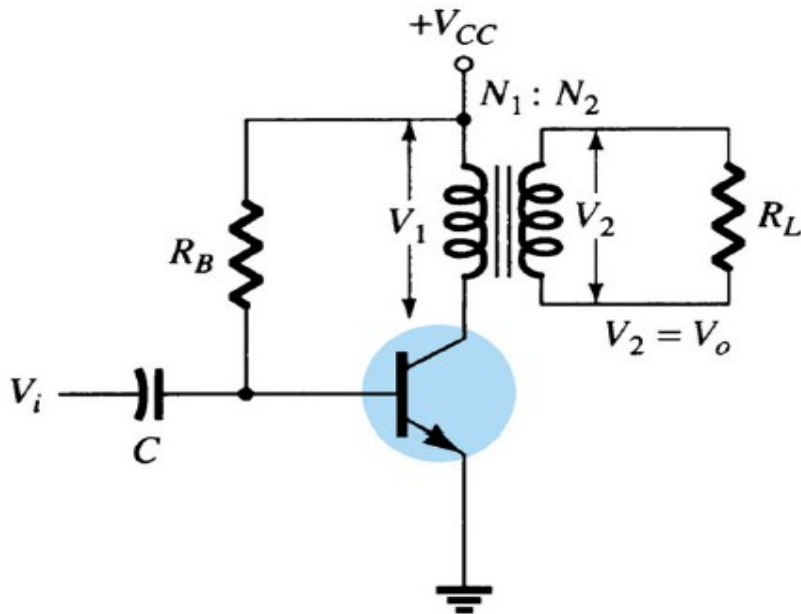
Chế độ hoạt động

- Chế độ A – Hiệu suất



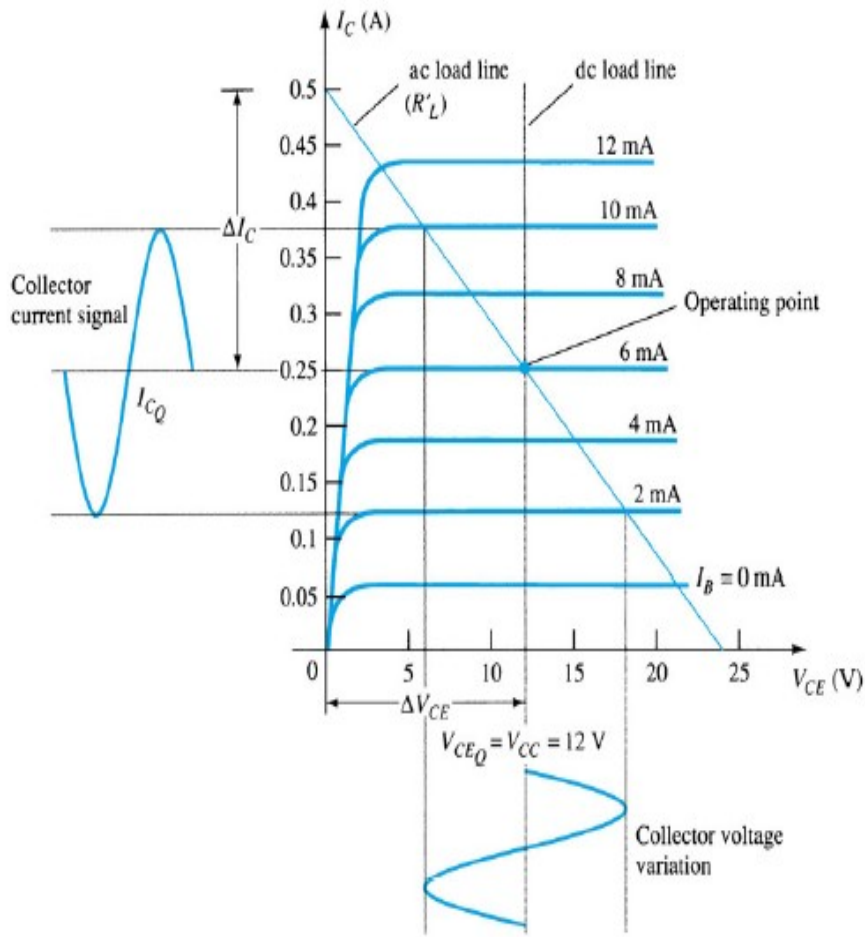
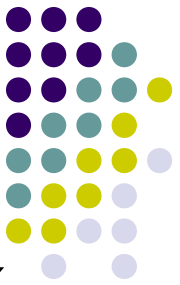
- Công suất vào:
 - Là công suất một chiều: $P_i(\text{dc}) = V_{\text{CC}} I_{\text{CQ}}$
- Công suất ra: là công suất xoay chiều
 - $P_o(\text{ac}) = V_{\text{CE(rms)}} I_{\text{C(rms)}} = I_{\text{c(rms)}}^2 R_c = V_{\text{c(rms)}}^2 / R_c$
 - $P_o(\text{ac}) = V_{\text{CE(p)}} I_{\text{C(p)}} / 2 = I_{\text{c(p)}}^2 R_c / 2 = V_{\text{c(p)}}^2 / R_c$
 - $P_o(\text{ac}) = V_{\text{CE(p-p)}} I_{\text{C(p-p)}} / 8 = I_{\text{c(p-p)}}^2 R_c / 8 = V_{\text{c(p-p)}}^2 / 8R_c$
- Hiệu suất: $\eta = P_o(\text{ac}) / P_i(\text{dc}) * 100\%$
- Hiệu suất cực đại:
 - $\eta = P_{\text{ac}} / P_{\text{dc}} = (V_{\text{cc}}^2 / 8R_c) / (V_{\text{cc}}^2 / 2R_c) * 100\% = 25\%$

Chế độ A – ghép biến áp



- $V_2/V_1 = N_2/N_1$
- $I_2/I_1 = N_1/N_2$

Chế độ A – ghép biến áp



- Số vòng dây của biến áp sẽ xác định đường tải tĩnh

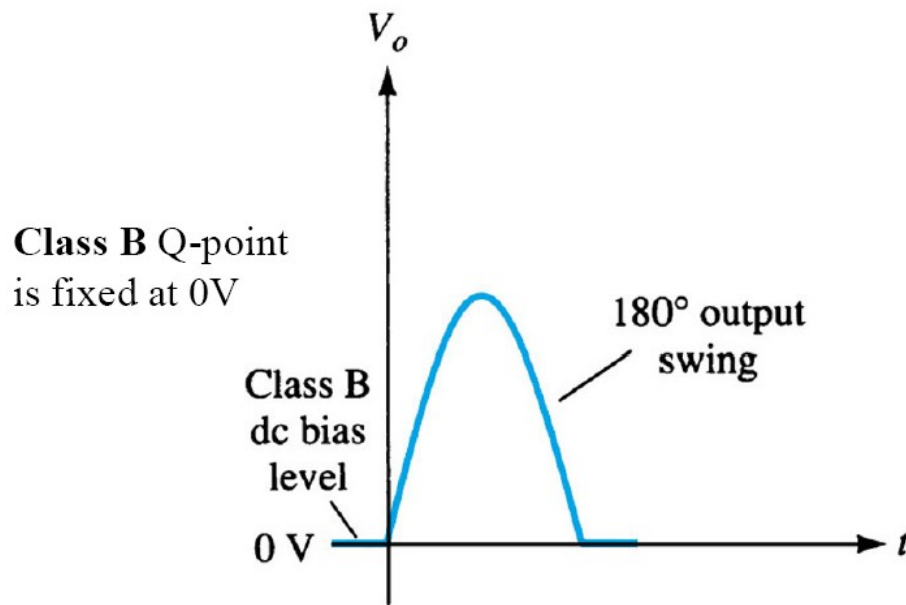
- Trở kháng cuộn cảm:
lý thuyết: 0 ohm
thực tế: vài ohm

- $P_o(ac) = (V_{CEmax} - V_{CEmin})(I_{Cmax} - I_{Cmin})/8$

- $P_i(dc) = V_{cc} I_{CQ}$

=> Hiệu suất đại cực đại là 50%

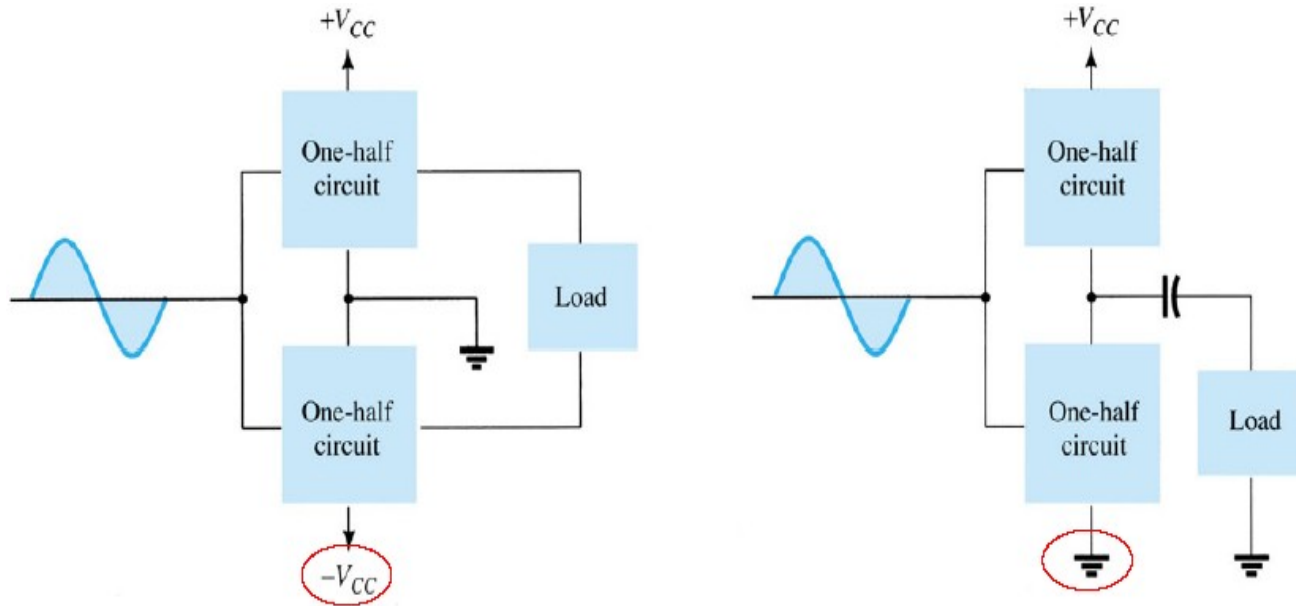
Chế độ hoạt động - Chế độ B



- Tín hiệu ra biến đổi trong 180°
- Phân cực 1c xấp xỉ mức 0V
- Ghép đẩy-kéo: kết hợp 2 tầng tương tự nhau, mỗi tầng dẫn trong một nửa chu kỳ
- Nhiễu xuyên mức rất lớn
- Hiệu suất $< 78.5\%$

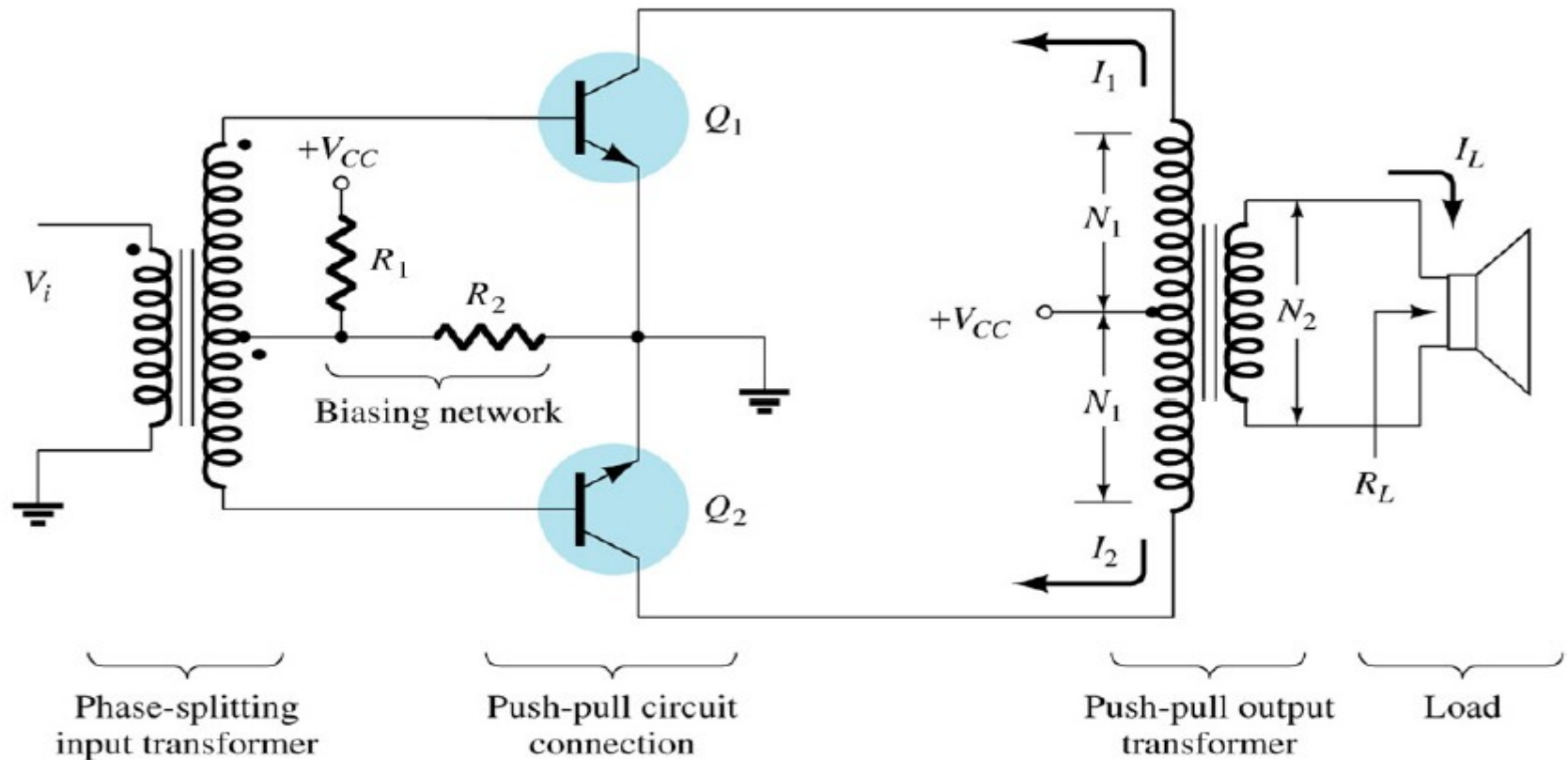
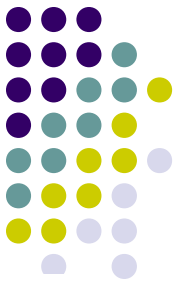
Chế độ hoạt động

- Chế độ B

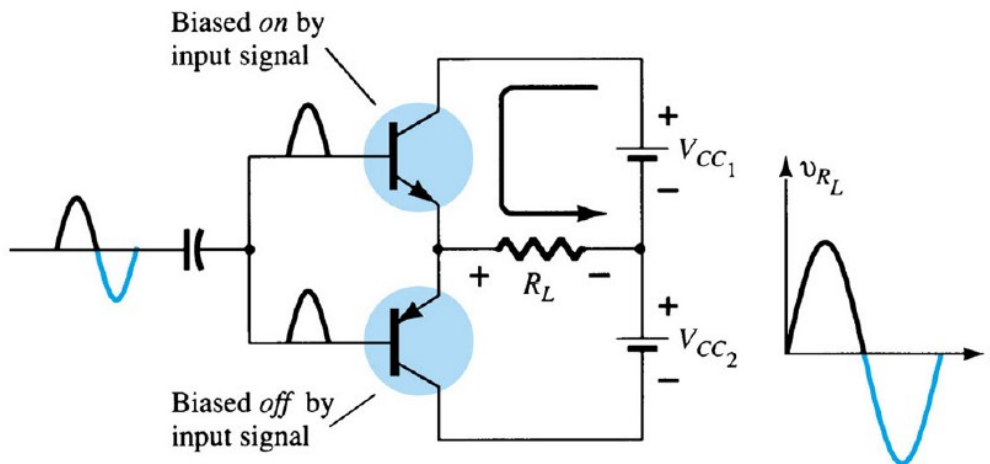
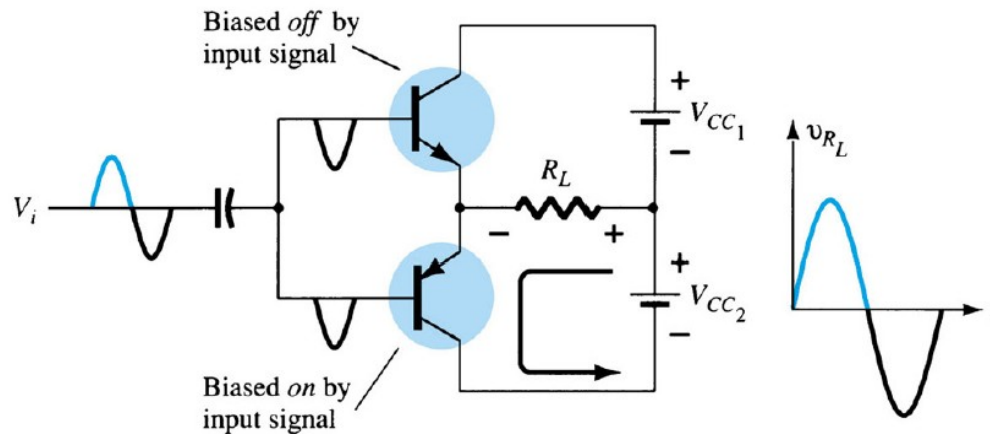


- $P_i(dc) = V_{cc} I_{dc} = V_{cc} (2/\pi) I_{(p)}$
- $P_o(ac) = V_L^2(rms)/R_L = V_L^2(p)/(2R_L)$
- $\eta = P_o(ac)/P_i(dc) = (\pi/4) * (V_L(p)/V_{cc}) * 100\% < \pi/4 * 100\% = 78.5\%$

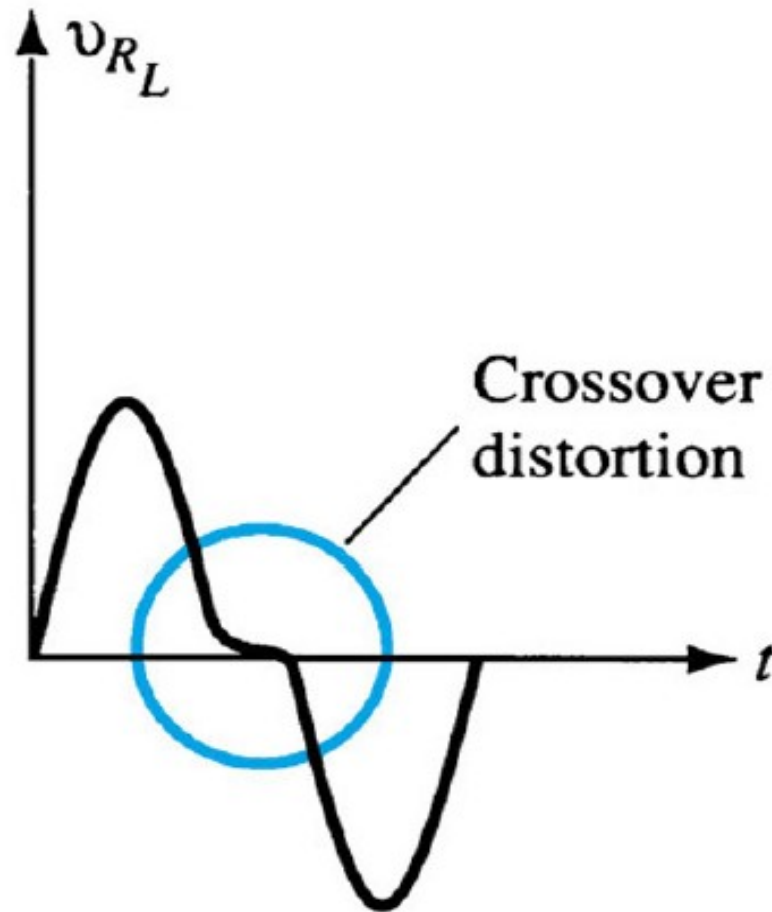
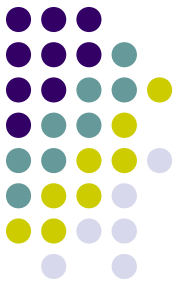
Chế độ B – Mạch đẩy-kéo



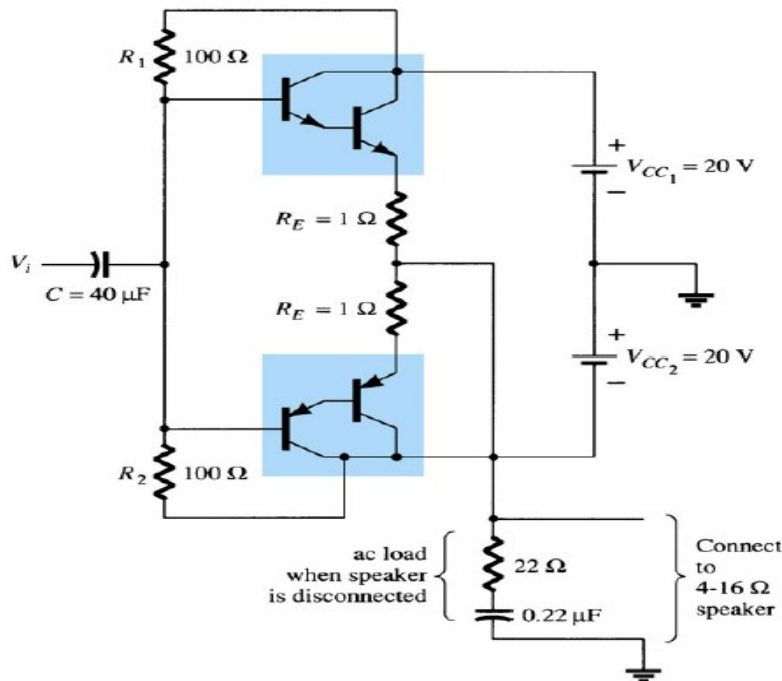
Chế độ B – Mạch đối xứng bù



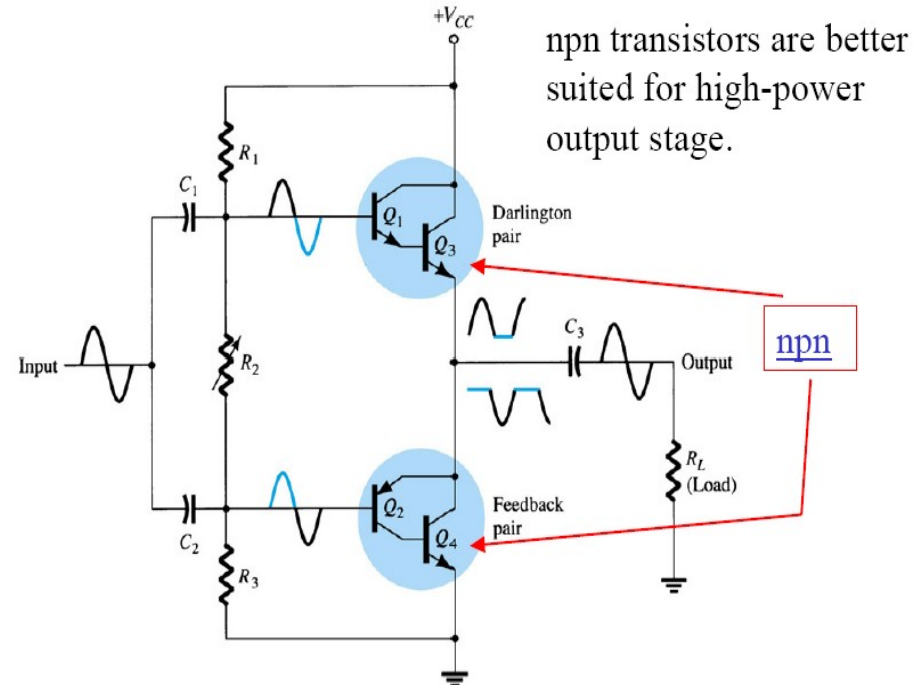
Chế độ B – Mạch đối xứng bù



Chế độ B – Mạch đối xứng bù



Complementary-symmetry
push-pull circuit



Quasi-complementary push-
pull circuit

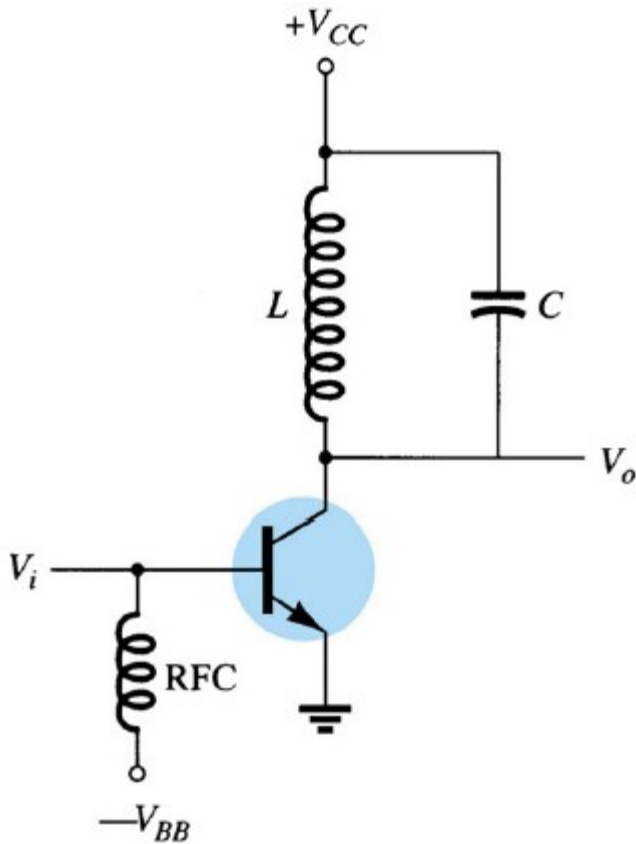
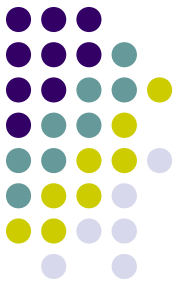
Chế độ hoạt động

- Chế độ AB



- Tương tự mạch đẩy-kéo chế độ B
- Mỗi transistor dẫn trong khoảng hơn nửa chu kỳ
- Để giảm nhiễu xuyên mức

Chế độ hoạt động - Chế độ C



- Phân cực để dẫn ít hơn nửa chu kỳ, chỉ dẫn cả chu kỳ tại tần số cộng hưởng
- Sử dụng trong mạch cộng hưởng, trong thông tin vô tuyến
- Hiệu suất lớn – typically 75-80%
- Thường trong mạch yêu cầu công suất không quá cao

Chế độ hoạt động - Chế độ D



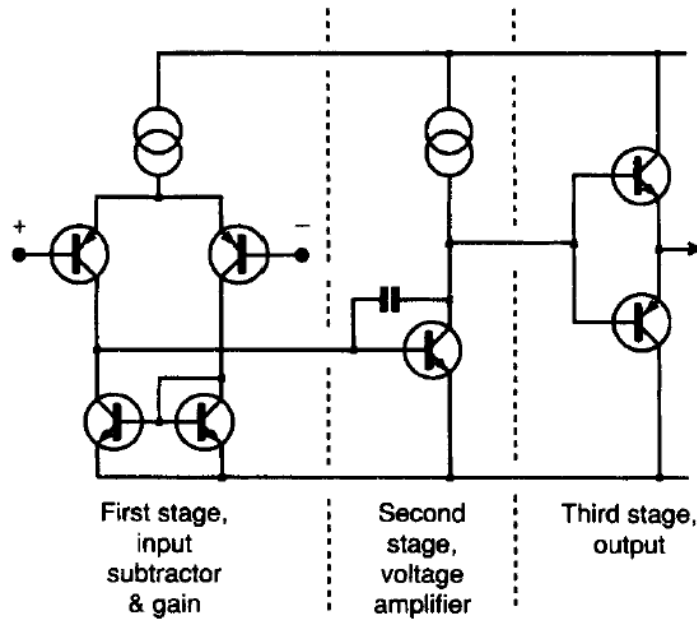
- Sử dụng với tín hiệu xung – on trong khoảng thời gian ngắn, và off trong khoảng thời gian dài
- Sử dụng trong mạch số, hoặc tivi
- Hiệu suất rất cao – thường trên 90%

Chế độ hoạt động - So sánh



	A	AB	B	C	D
Chu kỳ hoạt động	360 ⁰	180 ⁰ -360 ⁰	180 ⁰	<180 ⁰	Pulse
Hiệu suất	<25% <50%	25(50%) -78.5%	<78.5%	75-80%	Typ >90%

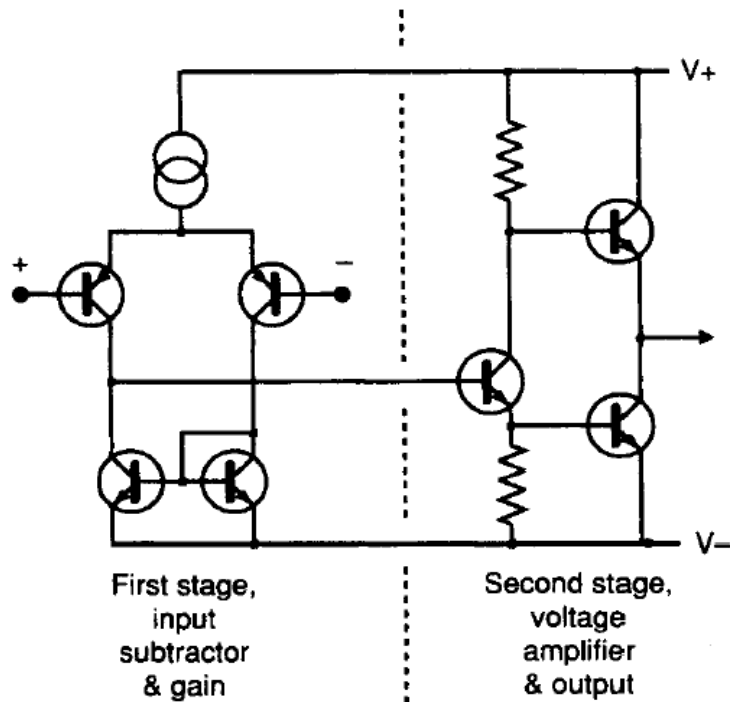
Kiến trúc tầng KĐCS



Loại 3 tầng:

- Tầng “Transconductance”: điện áp vào, dòng điện ra
- Tầng “transimpedance”: dòng điện vào, điện áp ra, tăng khuếch đại điện áp
- Tầng ra: tầng đệm, hệ số khuếch đại điện áp bằng 1

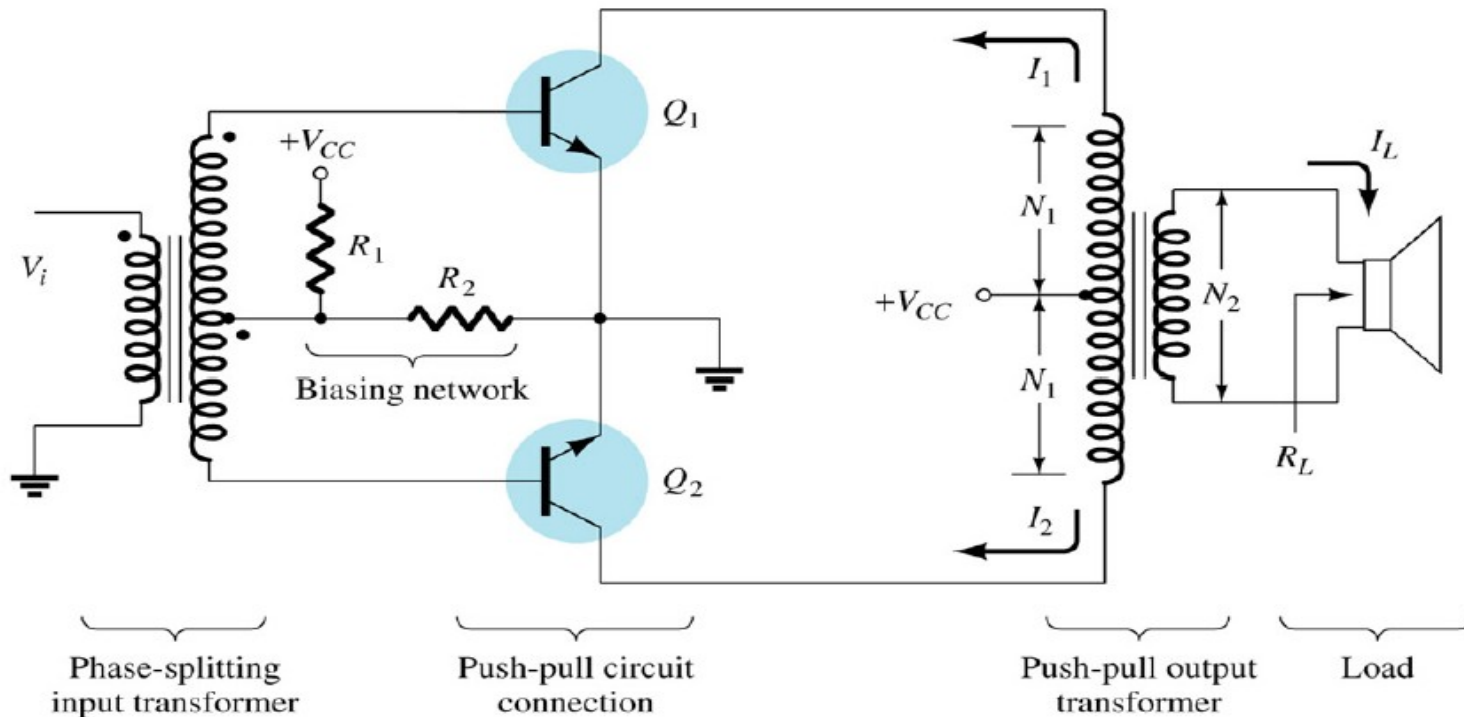
Kiến trúc tầng KĐCS



Loại 2 tầng

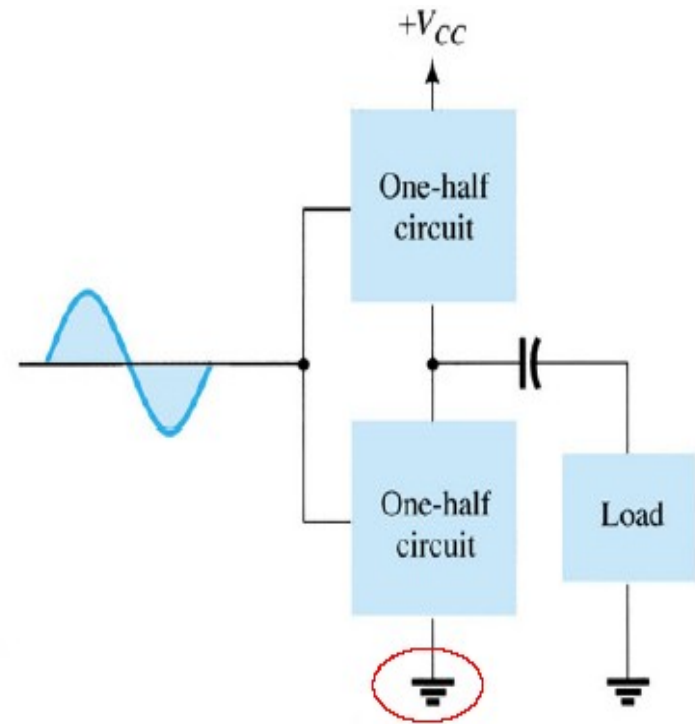
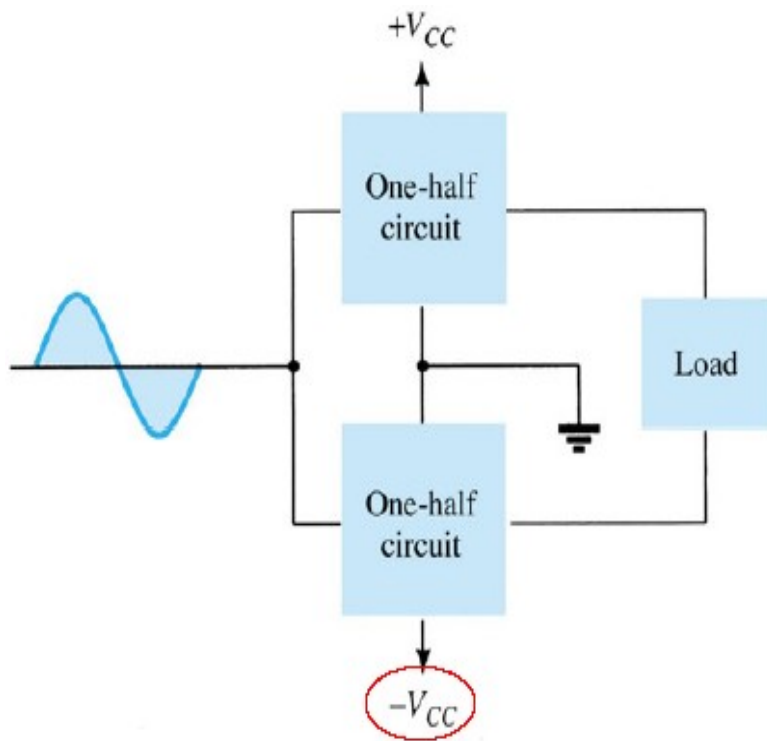
- Tầng “transconductance”
- Tầng 2: kết hợp tầng khuếch đại điện áp và đệm ra

KĐCS ghép biến áp



Sử dụng biến áp ở đầu vào và ra:
Nặng, cồng kềnh, đắt tiền và
không tuyến tính

KĐCS ghép AC & DC





KĐCS ghép AC & DC

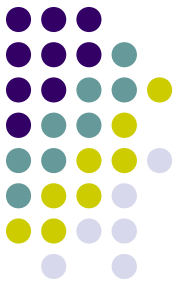
Ghép DC:

- Hai nguồn cung cấp đối xứng
- Tín hiệu ra không có thành phần một chiều
- Không cần tụ ra ngăn thành phần một chiều

Ghép AC:

- Một nguồn cung cấp
- Điện áp ra có thành phần một chiều (khoảng $\frac{1}{2}$ mức nguồn cung cấp)
- Cần tụ lớn mắc nối tiếp với đầu ra

KĐCS ghép AC & DC – So sánh

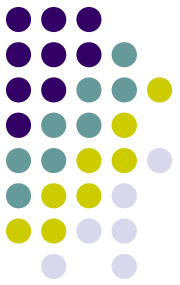


Ghép DC:

- Không cần tụ lớn (đắt tiền)
- Tránh được nhiễu sinh ra do tụ
- No turn-on thump in principle

Ghép AC:

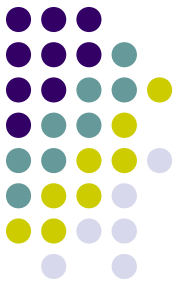
- Không bị trôi thành phần một chiều trong tín hiệu ra
- Không cần mạch bảo vệ chống lỗi một chiều
- Easily prevent turn-on thump



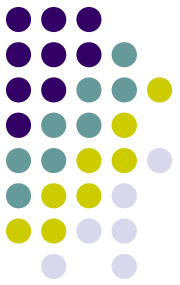
Nhiều

- Nguyên nhân: các linh kiện không hoàn toàn tuyến tính
- Ghép xuyên
- Use Fourier analysis
 - Harmonics
 - Fundamental frequency
- Harmonic distortion
 - $\%n^{\text{th}}$ harmonic distortion = $\%D_n = |A_n|/|A_1| * 100$

Bài tập



- Chapter 16: 1, 3, 4, 5, 12, 16, 18, 23



Giới thiệu

- Tầng cuối, cung cấp công suất ra tải
 - Dải công suất: 1W - 100W
- Tham số quan trọng:
 - Khả năng chịu công suất
 - Hiệu suất
 - Nhiễu
 - Tản nhiệt
- Không hoạt động ở chế độ tuyến tính
- Chế độ hoạt động: A, B, AB, C, D