

Ch6.BJT APPLICATION FOR AMPLIFIERS

20035044 김명섭

20035208 심민혁

20046113 이진우

20046097 이일석

6.1 Class A Amplifier

- 증폭회로는 증폭기를 선형영역에서 동작시키기 위한 입력신호의 위치에 따라 분류된다. 다시 말해서 Q점의 위치에 따라서 A, AB, B, C급으로 분류된다.

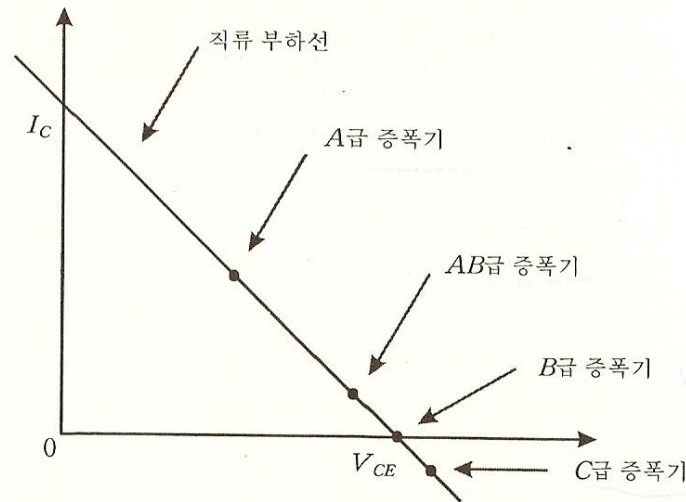


그림 6-1 · 증폭기의 분류

- A급 증폭기의 종류
 - 공통이미터, 공통컬렉터, 공통베이스 증폭기



그림 6-2 · A급 증폭기의 동작

※ A급 증폭기의 동작

- 출력 파형은 입력 파형의 복사된 모양으로 증폭되고 입력의 위상과 같거나 입력에 대하여 180° 의 위상차를 갖는다.

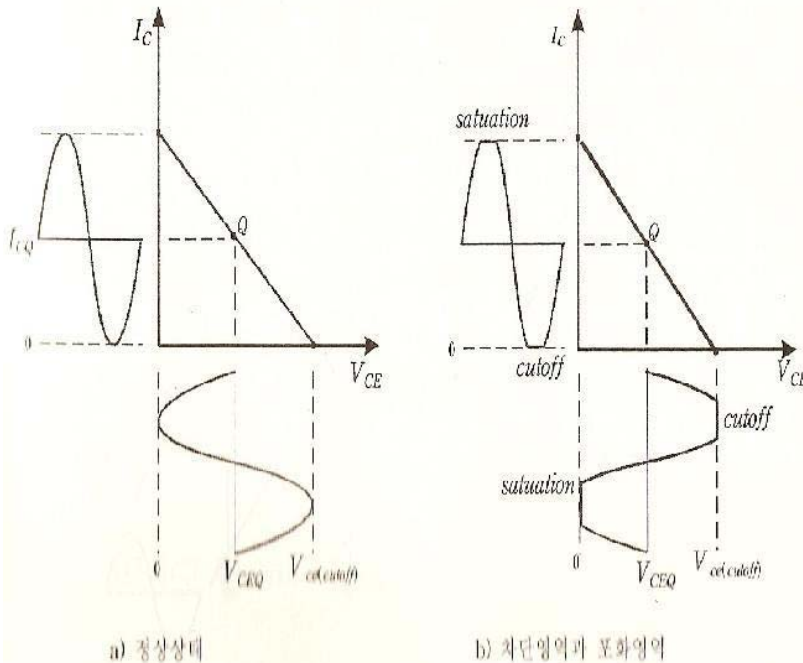


그림 6-3 · A급 증폭기의 동작에 따른 그래프 해석

- 최대 A급 신호 : Q점이 교류 부하선의 중앙에 있을때
- I_{CQ} 는 위로는 포화값 $I_{C(SAT)}$, 아래로는 차단값 0까지 다양한 값을 갖는다
- 그림 6-3 a)에서 컬렉터전류의 최대값은 I_{CQ}
- 컬렉터 전압의 최대값은 V_{CEQ}
- 이것은 A급 증폭기로부터 얻을 수 있는 가장 큰 신호이다.

6.2 Small-Signal Amplifier Operation

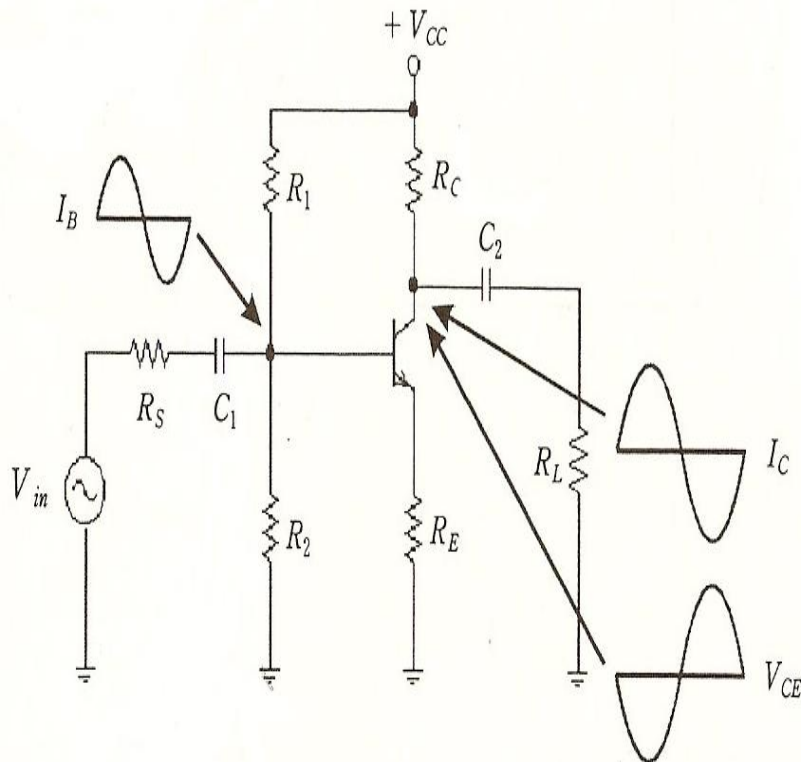


그림 6-4 · 전압분배 바이어스된 전압증폭기

- 그림 6-4는 베이스에 커패시터로써 결합된 신호원과 콜렉터에 커패시터로써 결합된 부하를 가진 바이어스된 트랜지스터 소신호 증폭회로이다.
- 직류 값인 I_B , I_C , V_{CE} 에 의존하여 증폭기가 교류동작을 한다.
- DC 바이어스 레벨 상하로 변하는 베이스 전압을 만든다.

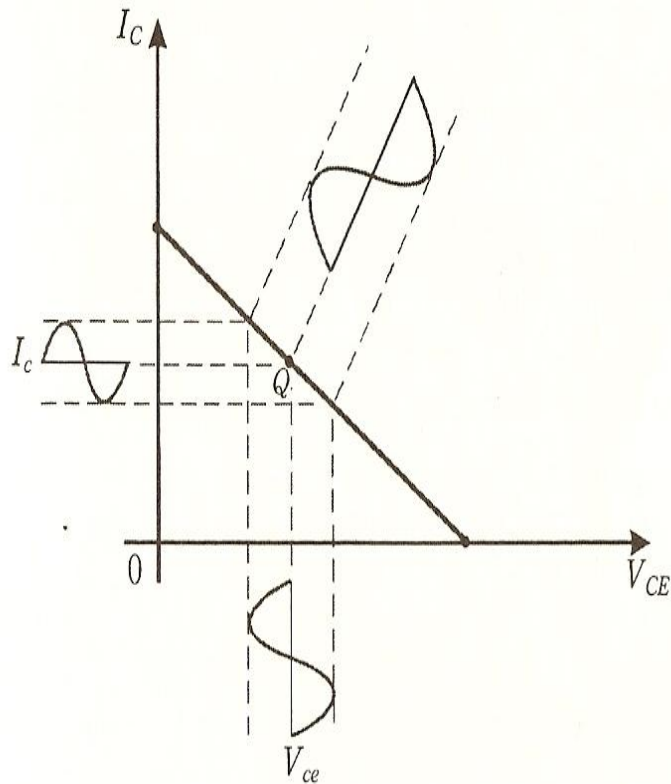
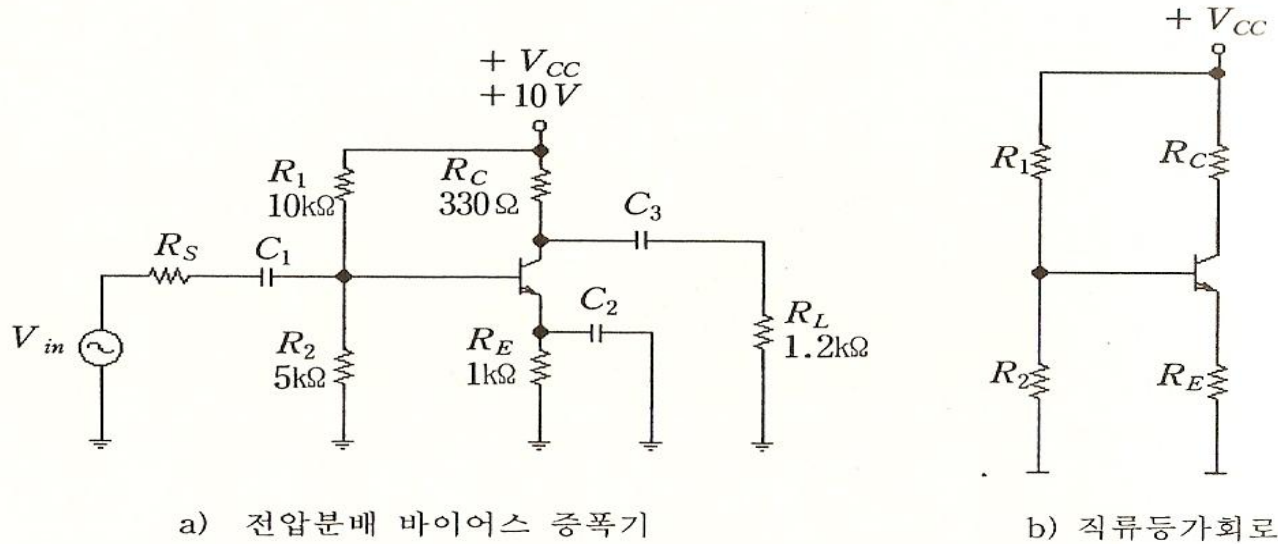


그림 6-5 · 베이스전류, 컬렉터전류, 컬렉터-이미터전압의 관계

- 그림 6-5는 트랜지스터의 동작을 컬렉터 특성 곡선상에 나타내고 있다
- 베이스에서 컬렉터 전류를 증가시킬 때 컬렉터 전압은 감소된다
- 컬렉터 전류는 베이스 전류와 동상으로 Q점 상하로 변화된다
- 컬렉터-이미터 전압은 베이스전압과 180° 의 위상차로 Q점 상하로 변화한다

1. 등가회로해석(Analysis of Equivalent Circuit)



a) 전압분배 바이어스 증폭기

b) 직류등가회로

그림 6-6 · 공통 이미터 증폭기와 그 등가회로

- 6-6 b) 와 같은 회로가 주어지면 $V_{ce} \cong I_{C(sat)}$ 가 일어난다.

$$I_{C(sat)} \cong \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

- $I_c \cong 0$ 일 때 $V_{ce(cutoff)}$ 가 일어난다.

$$V_{ce(cutoff)} \cong V_{CC}$$

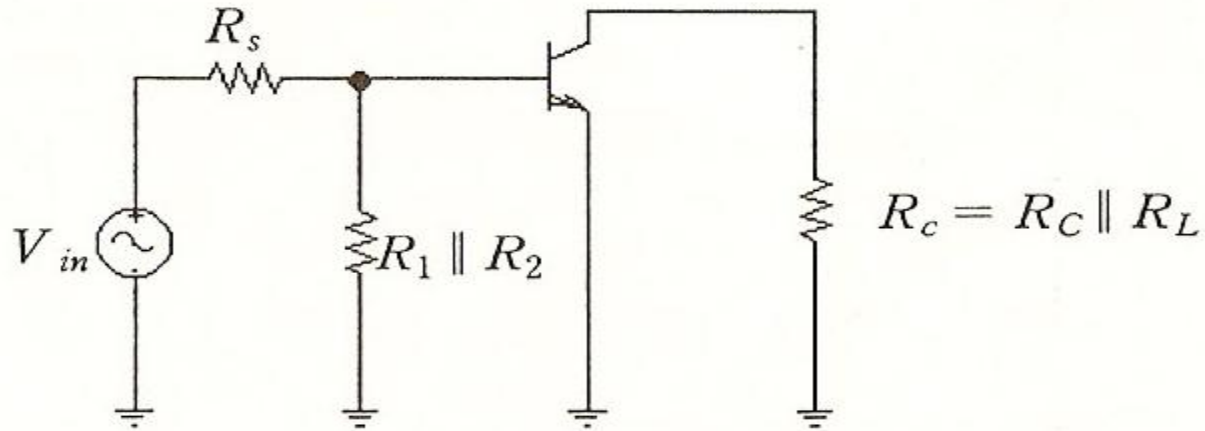


그림 6-7 · 증폭기의 교류 등가회로

- 그림 6-7과 같이 ac 등가회로가 주어진다면 병렬연결된 R_c 에 흐르는 컬렉터 전류 I_c 가

$$I_c = \frac{V_{ce}}{R_c} \quad (6-3)$$

가 되고 여기서 $R_c = R_C \parallel R_L$ 이고 I_c 와 V_{ce} 은

$$I_c = I_c - I_{CQ}$$

$$V_{ce} = V_{CEQ} - V_{CE}$$

이다.

- 위 두 식을 6-3식에 대입하면

$$I_C - I_{CQ} = \frac{V_{CEQ} - V_{CE}}{R_c}$$

포화영역에서 V_{CE} 가 0에 가깝다. 따라서

$$I_{c(sat)} = I_{CQ} + \frac{V_{CEQ}}{R_c}$$

차단영역에서 $I_C=0$ 이다. 위에 식으로부터 $V_{ce(cutoff)}$ 는

$$V_{ce(cutoff)} = V_{CEQ} + I_{CQ}R_c$$

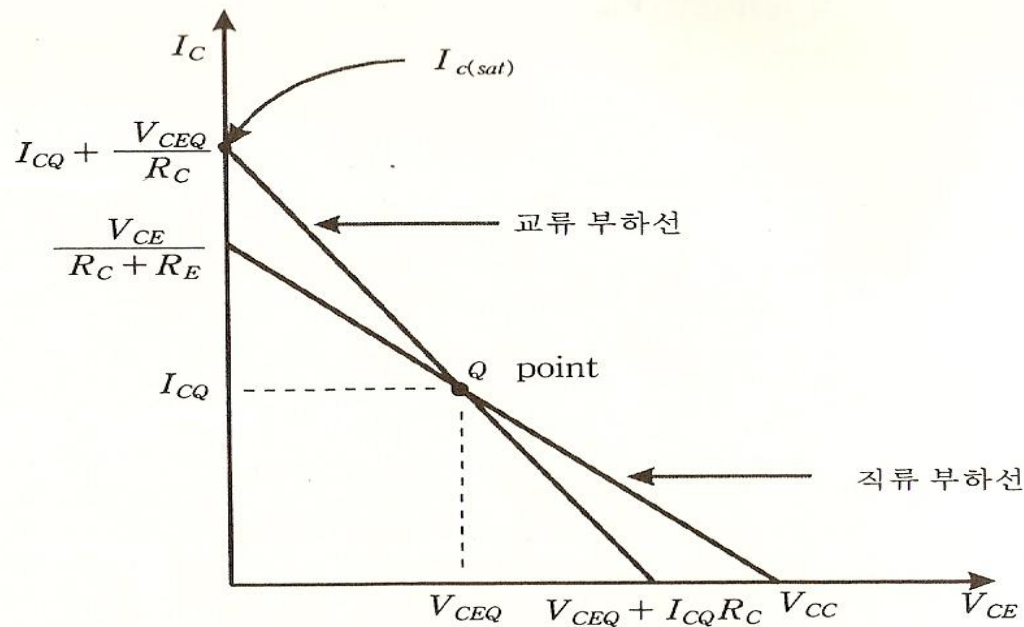


그림 6-8 · 교류와 직류 부하선

2. 동작점(Q)을 교류부하선의 중앙에 설정하기 (Centering the Q-point on the AC Load Line)

- Q점을 중심으로 왜곡이 없는 최대의 진폭을 얻기 위해서는 Q점을 부하선의 중심에 맞추어야만 한다.

$$V_{CEQ} = \frac{V_{CC} + I_{CQ} R_c}{2}$$

$$I_{CQ} = \frac{I_{CQ} + V_{CEQ} / R_c}{2}$$

(여기서 $R_c = R_C \parallel R_L$ 은 교류컬렉터 저항)

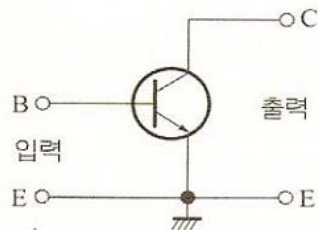
Q점이 중앙에 있도록 하기 위한 조건은 V_{CEQ} 에 관한 등식을 사용하여 아래와 같이 전개된다.

$$V_{CEQ} = I_{CQ} R_c$$

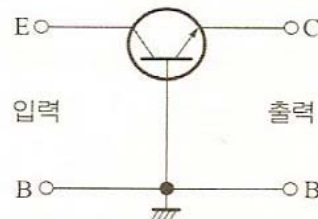
6.3 Parameters of Transistor

1. h 파라미터(h Parameters)

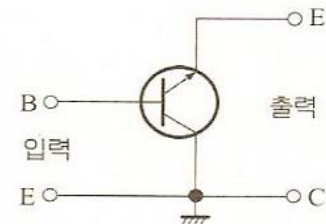
- 대부분의 BJT등가회로에 대해서는 h(hybrid)파라미터가 가장 유용하다. (상대적으로 측정이 쉬워 회로의 동작을 빨리 파악할 수 있기 때문)
- h 파라미터는 반드시 설정된 Q점 상에서 결정된다.
- 4개의 변수에 관계되는 정수들은 하이브리드라는 용어의 약자로서 h 정수라 한다.



(a) 공통이미터(CE)



(b) 공통베이스(CB)



(c) 공통컬렉터(CC)

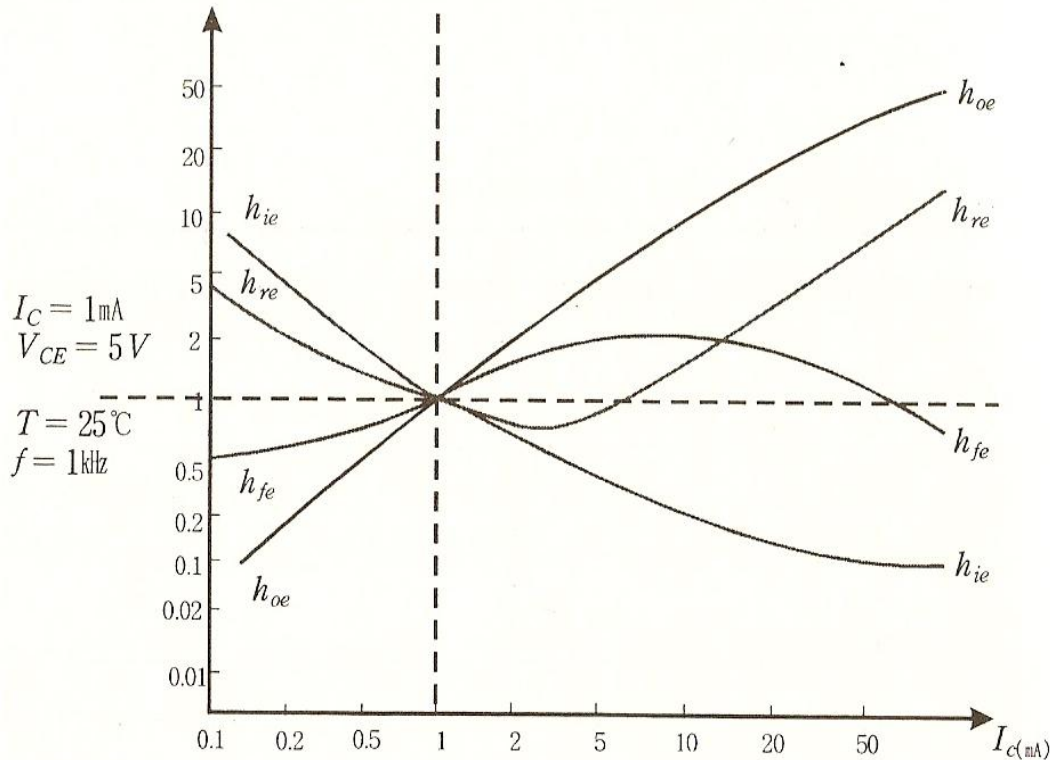
트랜지스터의 h등가 변환을 위한 4단자망

	조건	내용
$h_i = \frac{V_b}{I_b}$	출력 단락	입력전압과 입력전류의 비를 구한것. (입력저항)
$h_r = \frac{V_b}{V_c}$	입력 개방	입력에 귀환되는 출력전압의 양을 측정한것. (전압귀환율)
$h_f = \frac{I_c}{I_b}$	출력 단락	출력전류와 입력전류의 비를 구한것.(전류이득)
$h_o = \frac{I_c}{V_c}$	입력 개방	출력에서 본 어디미턴스이다. 단위는 지멘스(S)이다.(1/출력저항)

표 6-2 / 세 증폭기 접속에 대한 h 파라미터 비

Common-Emitter	Common-Base	Common-Collector
$h_{ie} = \frac{V_b}{I_b}$	$h_{ib} = \frac{V_e}{I_e}$	$h_{ic} = \frac{V_b}{I_b}$
$h_{re} = \frac{V_b}{V_c}$	$h_{rb} = \frac{V_e}{V_c}$	$h_{rc} = \frac{V_b}{V_e}$
$h_{fe} = \frac{I_c}{I_b}$	$h_{fb} = \frac{I_c}{I_e}$	$h_{fc} = \frac{I_e}{I_b}$
$h_{oe} = \frac{I_c}{V_c}$	$h_{ob} = \frac{I_c}{V_c}$	$h_{oc} = \frac{I_e}{V_e}$

1) 변수에 따른 h 파라미터의 변화



- h파라미터에 미치는 컬렉터 전류의 효과를 나타낸다.
- 수직과 수평축이 대수눈금 표시인 것에 세심한 주의를 해야한다.
- 모든 정수들은 1로 정규화되어 컬렉터 전류에 따른 크기의 상대적인 변화가 쉽게 결정될 수 있도록 하고 있다.

그림 6-10 · 컬렉터 전류에 따른 h 파라미터의 변화

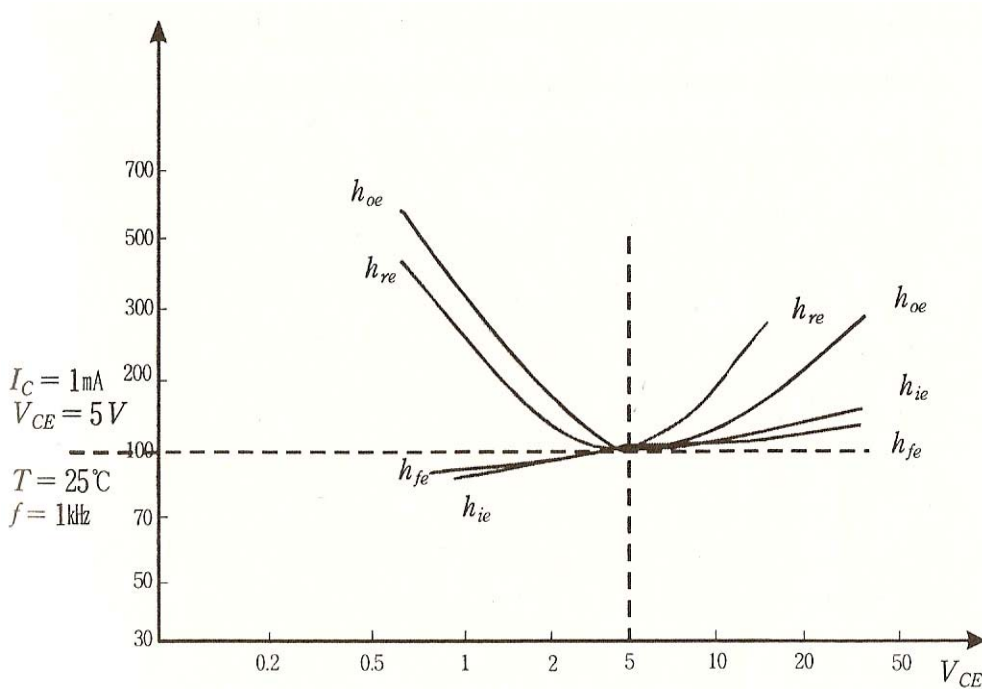


그림 6-11 · 컬렉터-이미터 전압에 따른 h 파라미터의 변화

- 이 그림은 정규화된 값으로 h 파라미터의 크기가 컬렉터 전압의 변화에 따라 변화된 것을 나타낸다.
- h_{ie} 와 h_{fe} 는 비교적 일정한 크기로 변화하고, h_{oe} 와 h_{re} 는 선택된 동작점의 오른쪽과 왼쪽에서 더욱 크게 변화하는데 이를 통해 h_{oe} 와 h_{re} 가 컬렉터 전압의 변화에 더욱 민감하다는걸 알 수 있다.

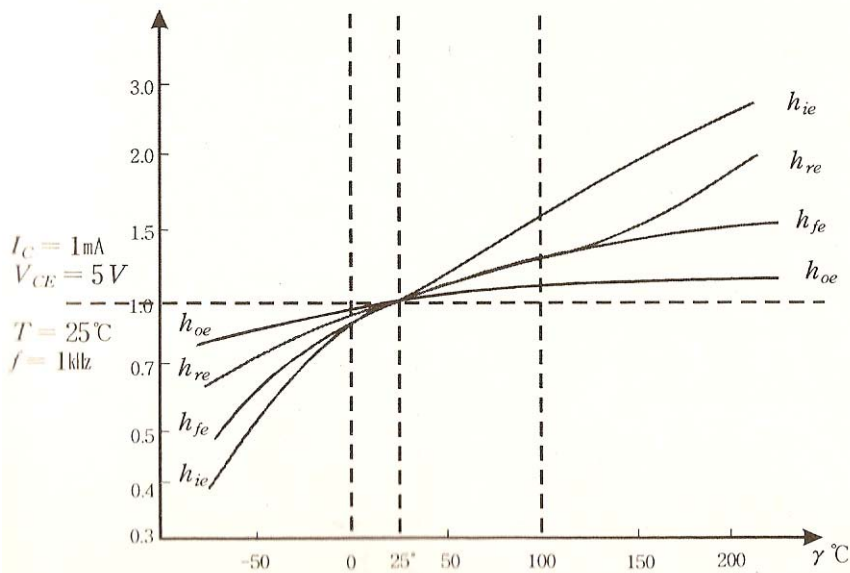
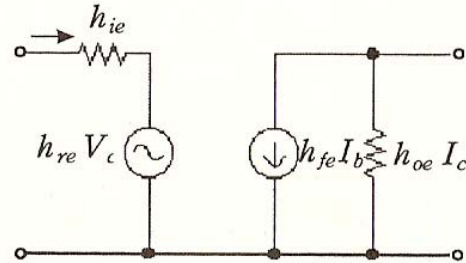


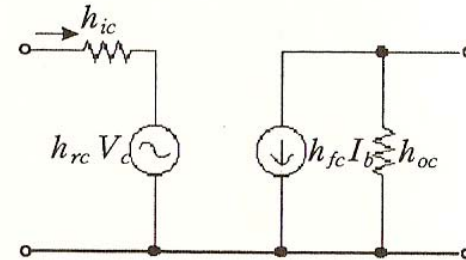
그림 6-12 온도에 따른 h 파라미터의 변화

- h파라미터들의 변화가 접합온도의 변화에 따라 나타나고 상온인 $T=25^{\circ}\text{C}$ 에서 일반적인 값들로 취하여지고 있다.
- 모든 파라미터는 온도에 따라 크기가 증가하고 있다.

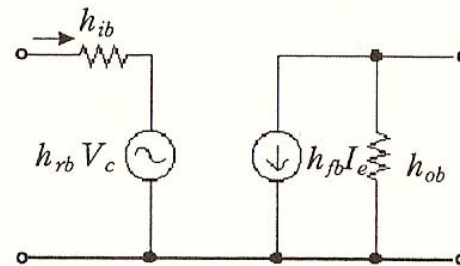
2. h 파라미터의 등가회로 (h Parameter Equivalent Circuits)



a) 공통 이미터



b) 공통 컬렉터



c) 공통 베이스

그림 6-13 · 접속방식에 따른 h 파라미터의 등가회로

- 이 회로를 하이브리드 등가회로라고도 부르며 세 개의 하이브리드 등가회로는 공통이미터, 공통베이스, 공통컬렉터 구성에 대한 것이다.

3. r 파라미터(r Parameters)

1) α (alpha)

대부분의 경우 트랜지스터의 콜렉터 전류는 이미터 전류의 95~99%정도로 거의 이미터 전류와 같다. 트랜지스터의 교류전류 증폭률은 두 전류가 어느정도 근사한 값을 가지는가를 다음과 같이 나타낸다.

$$\alpha_{ac} = \frac{I_c}{I_e}$$

베이스가 더 얇게 더 소량으로 도핑되면 α_{ac} 는 더욱 커진다.

2) β (beta)

트랜지스터의 교류 베타를 정의함으로써 콜렉터 전류 대 베이스 전류 사이의 관계를 나타낼수 있다.

$$\beta_{ac} = \frac{I_c}{I_b}$$

대부분의 트랜지스터에서 β_{bc} 는 항상 20보다 크게 된다.

$$\beta = \frac{I_c}{I_b} \text{ 에서 } I_b = \frac{I_c}{\beta} \text{ 와 } \alpha = \frac{I_c}{I_e} \text{ 에서 } I_e = \frac{I_c}{\alpha} \text{ 을 이용하여}$$

$$I_e = I_c + I_b$$

여기서

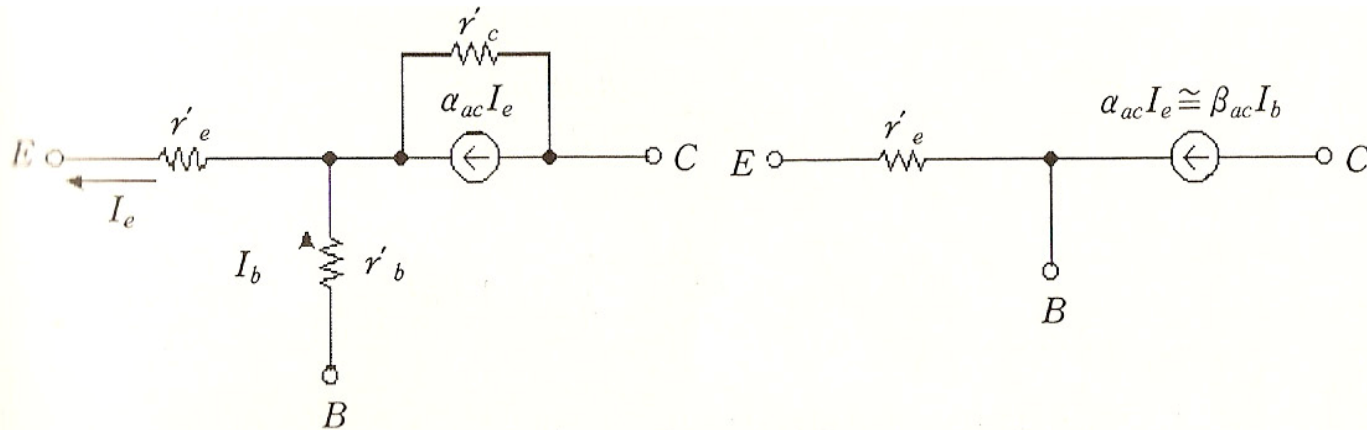
$$\frac{I_c}{\alpha} = I_c + \frac{I_c}{\beta}, \quad \frac{1}{\alpha} = 1 + \frac{1}{\beta}$$

따라서

$$\alpha = \frac{\beta}{1 + \beta}, \quad \text{또는} \quad \beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

α 와 β 의 관계식으로 표현한다.

4. r 파라미터의 등가회로 (r Parameter Equivalent Circuit)



a) BJT의 일반적인 γ 파라미터 등가회로

b) 간략화된 γ 파라미터 등가회로

그림 6-15 · γ 파라미터 등가회로

- 교류 베이스저항 γ'_b 의 영향은 보통 무시할 수 있을 정도로 매우 적어서 단락회로로 대체시킬 수 있다.
- 교류 콜렉터 저항은 보통 수 M Ω 이므로 개방회로로 대체할 수 있으며 간략화된 r 파라미터 등가회로를 그림 b)에 나타냈다.

5.h파라미터와 r파라미터의 관계

(Relationships of a h Parameters and r parameters)

교류 전류이득 파라미터 α 와 β 는 다음과 같이 h 파라미터로 정의

$$\alpha = h_{fb}$$

$$\beta = h_{fe}$$

각각 단자의 교류 저항 파라미터 r파라미터를 h파라미터로 나타낸다.

$$\gamma'_e = \frac{h_{re}}{h_{oe}}$$

$$\gamma'_c = \frac{h_{fe} + 1}{h_{oe}}$$

$$\gamma'_b = h_{ie} - \frac{h_{re}}{h_{oe}}(1 + h_{fe})$$

γ'_e 를 구하기 위해 h파라미터를 사용하는 대신에

$$\gamma'_e = \frac{25\text{mV}}{I_E}$$

으로 근사적으로 나타낼 수 있다.