



전자회로 실험

2조

고주현 허영민

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

* 실험 목적

- 1) 고정 바이어스와 전압분배기 바이어스 회로의 직류 동작점을 결정한다.

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

* 실험 장비

★ 계측장비

- Digital Multi Meter

★ 부품

- 저항

<680 Ω (1개), 2.7k Ω (1개), 1.8k Ω (1개),
6.8k Ω (1개), 33k Ω (1개), 1M Ω (1개)>

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

★ 부품

- 트랜지스터

<2N3904(1개), 2N4401(1개)>

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

* 실험 장비

★ 공급기

- 직류전원 공급기

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

* 이론 개요

● 바이폴라 트랜지스터의 동작

- 차단, 포화, 선형의 3가지 동작
- 각 모드에서 물리적 특성과 그것에 연결된 외부 회로는 트랜지스터의 동작점에 영향을 미침

BJT의 고정 바이어스 및

전압분배기 바이어스

● 차단 모드에서 특징

- 오픈 스위치와 유사한 장치
- 이미터에서 콜렉터로 단지 작은 양의 역방향 전류가 흐름

● 포화 모드에서 특징

- 단락된 스위치와 유사한 장치
- 콜렉터에서 이미터로 단지 최대의 전류가 흐름
- 전류의 양은 트랜지스터에 연결된 외부회로에 의해서 제한됨

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

● 차단 모드와 포화 모드 사용처

- 디지털회로에서 이용

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

- 최소 왜곡을 가지는 증폭작용
 - 트랜지스터 특성의 선형영역이 사용됨
- DC전압은 선형영역의 동작점 설정
 - 베이스 - 에미터 접합에는 순방향
 - 베이스 - 컬렉터 접합에는 역방향

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

● 고정바이어스 회로의 특징

- 비교적 간단하다.
- Q점이 트랜지스터의 순방향 전류 전달비(β)와 온도에 너무 민감하다는 결점이 있다.
- 고정바이어스 회로의 부하선상에서 Q점의 정확한 위치를 예상하기 어려울 수 있다.

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

● 전압분배기 바이어스 회로의 특징

- 트랜지스터의 β 가 아닌 외부 회로요소에 주로 의존하는 베이스 - 이미터, 콜렉터 - 이미터 전압을 만드는 피드백 결선을 사용
- 개별트랜지스터의 β 가 상당히 바뀌어도 부하선상에 Q점의 위치는 고정됨
- β 무관 바이어스 회로로 불림

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

* 실험 순서

1) β 의 결정

- a. 2N3904 트랜지스터를 사용하여 그림 9-1의 회로를 구성하라. 측정된 저항치를 기입하라.

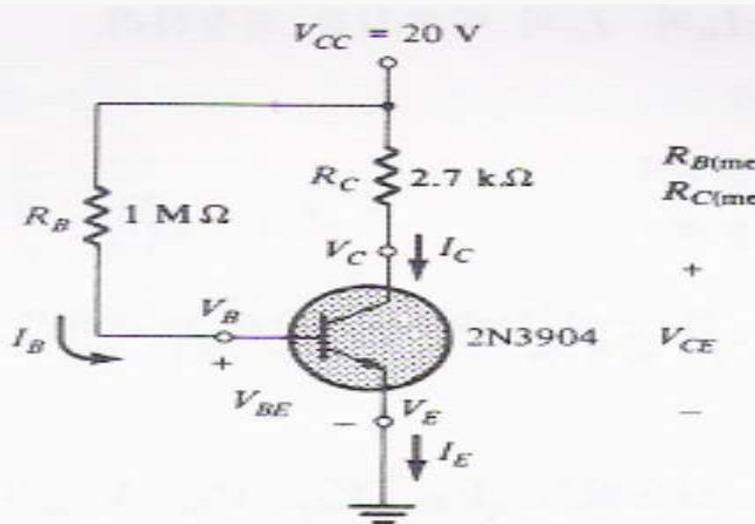
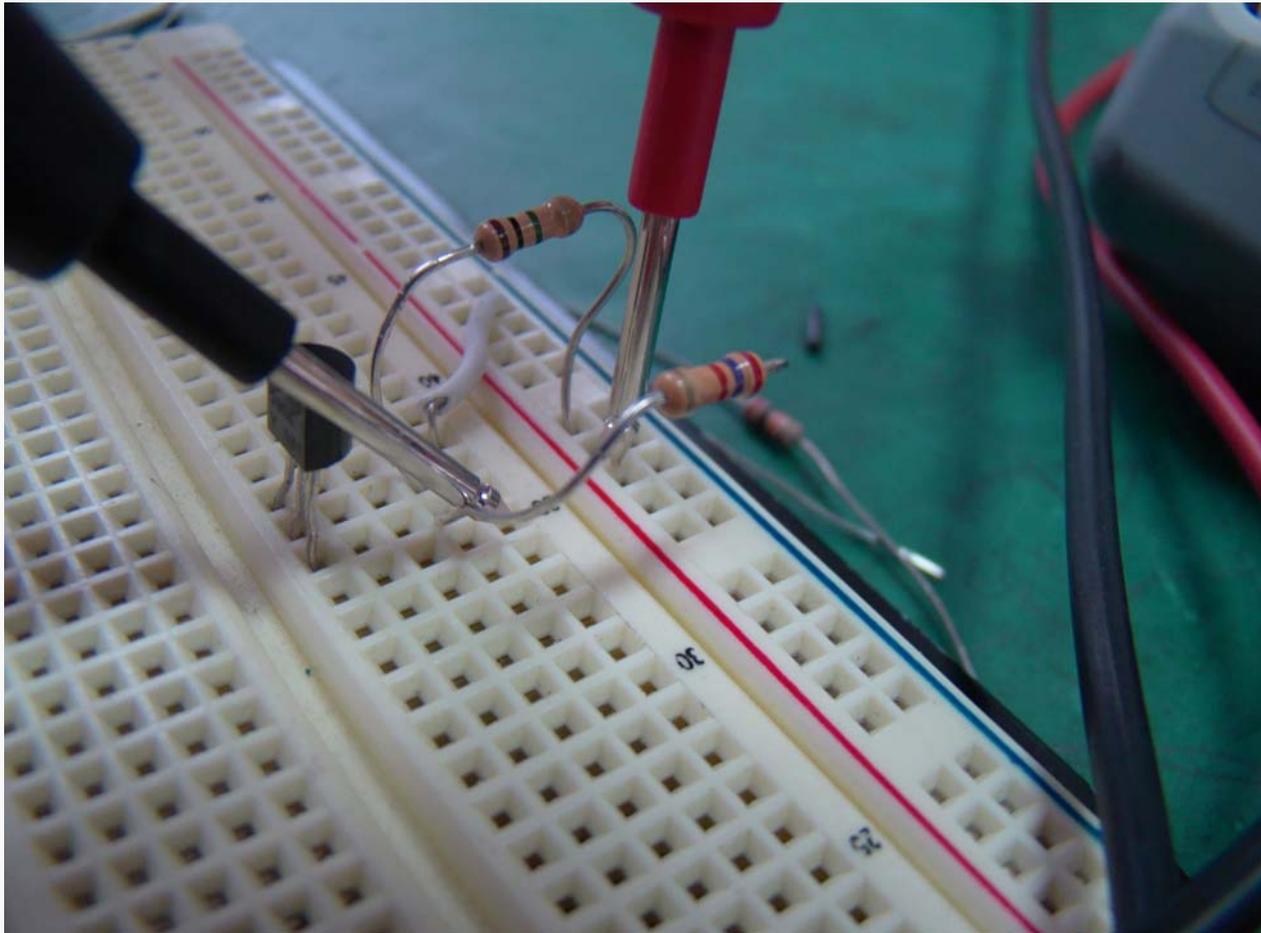


그림 9-1

$R_B =$	$0.995\text{ M}\Omega$
$R_C =$	$2.686\text{ K}\Omega$

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

* 고정 바이어스 회로 구성



BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

b. 전압 V_{BE} 와 V_{RC} 를 측정하라.

$V_{BE} =$	0.692V
$V_{RC} =$	12.49V

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

c. 측정된 저항치를 사용하여 다음 식으로 베이스 전류를 계산하라.

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

그리고 콜렉터 전류는 다음 식으로 계산하라.

$$I_C = \frac{V_{R_C}}{R_C}$$

전압 V_{R_B} 는 높은 저항 R_B 에 걸리는 이미터의 부하효과 때문에 I_B 결정으로 바로 측정되지 않았다. I_B 와 I_C 의 값을 표 9.1에 적어라.

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

d. 순서 c의 결과를 사용하여 β 를 계산해서 표 9.1에 기록하라. 이 β 값은 시험이 계속되는 동안 2N3904에 사용될 것이다.

표 9.1

트랜지스터 형 명	V_B (Volts)	I_C (mA)	I_B (μA)	β
2N3904	19.26	4.65	19.4	239.6
2N4401				

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

2) 고정 바이어스 회로

- a. 단계 1)에 결정된 β 를 사용하여, 측정된 저항치와 공급전압, 위에서 측정된 V_{BE} 의 값을 사용하여 그림 9-1의 회로에 대한 I_B 와 I_C 의 값을 계산하라.
즉 회로의 파라미터와 β 값을 사용하여 I_B 와 I_C 의 이론치를 결정하라.

(계산치) $I_B =$	$19.4\mu A$
(계산치) $I_C =$	$4.65mA$

계산된 I_B 와 I_C 를 순서 1)c에서의 값과 비교하라.

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

b. 순서 a의 결과를 사용하여 V_B , V_C , V_E , V_{CE} 의 값을 계산하라.

(계산치) V_B	19.303V
(계산치) V_C	12.489V
(계산치) V_E	20V
(계산치) V_{CE}	7.511V

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

- c. 순서 a의 결과를 사용하여 V_B , V_C , V_E , V_{CE} 의 값을 측정하라.

(측정치) V_B	19.26V
(측정치) V_C	12.52V
(측정치) V_E	19.96V
(측정치) V_{CE}	7.43V

측정된 값들을 순서b에서 계산된 값들과 비교하라.
표 9.1에 V_{CE} 의 측정된 값을 기록하라.

BJT의 고정 바이어스 및

전압분배기 바이어스

- d. 다음 실험에서는 보다 높은 β 를 가지는 트랜지스터에 대해 위의 여러 단계를 반복할 것이다. 다른 β 값들이 중요한 회로 바이어스 값에 미치는 영향을 알아보자. 그림 9-1로부터 2N3904 트랜지스터를 제거하고 2N4401 트랜지스터를 넣어라. 단계 1)에서 처럼 모든 저항과 VCC 전압은 그대로 유지하라. 전압 V_{BE} 와 V_{RC} 값을 측정하고, 측정된 저항치로 같은 방정식을 이용하여 I_B 와 I_C 의 값을 계산하라. 그때 2N4401 트랜지스터의 β 값을 결정하라.

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

(측정치) V_{BE}	0.653V
(측정치) V_{Rc}	13.21V
(측정치) I_B	19.4 μA
(측정치) I_C	4.91mA
(계산치) β	253.1

I_B , I_C , β 값을 표 9.1에 기록하라. 추가로 측정된 V_{CE} 값도 기록하라.

트랜지스터 형명	V_B (Volts)	I_C (mA)	I_B (μA)	β
2N3904				
2N4401	19.3	4.91	19.4	253.1

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

- e. 다음 식을 사용하여 트랜지스터의 변화에 기인하는 직류 바이어스 값의 백분율 크기를 계산하라. 이상적으로는 중요한 전압과 전류의 값은 트랜지스터가 바뀌더라도 변하지 않아야 한다. 그러나 고정 바이어스 회로는 결과에 나타나듯이 β 의 변화에 민감하게 변한다. 표 9.2에 계산의 결과를 기록하라.

BJT의 고정 바이어스 및

전압분배기 바이어스

$$\% \Delta \beta = \frac{|\beta_{(4401)} - \beta_{(3904)}|}{|\beta_{(3904)}|} \times 100 \%$$

$$\% \Delta I_C = \frac{|I_{C(4401)} - I_{C(3904)}|}{|I_{C(3904)}|} \times 100 \%$$

$$\% \Delta V_{CE} = \frac{|V_{CE(4401)} - V_{CE(3904)}|}{|V_{CE(3904)}|} \times 100 \%$$

$$\% \Delta I_B = \frac{|I_{B(4401)} - I_{B(3904)}|}{|I_{B(3904)}|} \times 100 \%$$

표 9.2

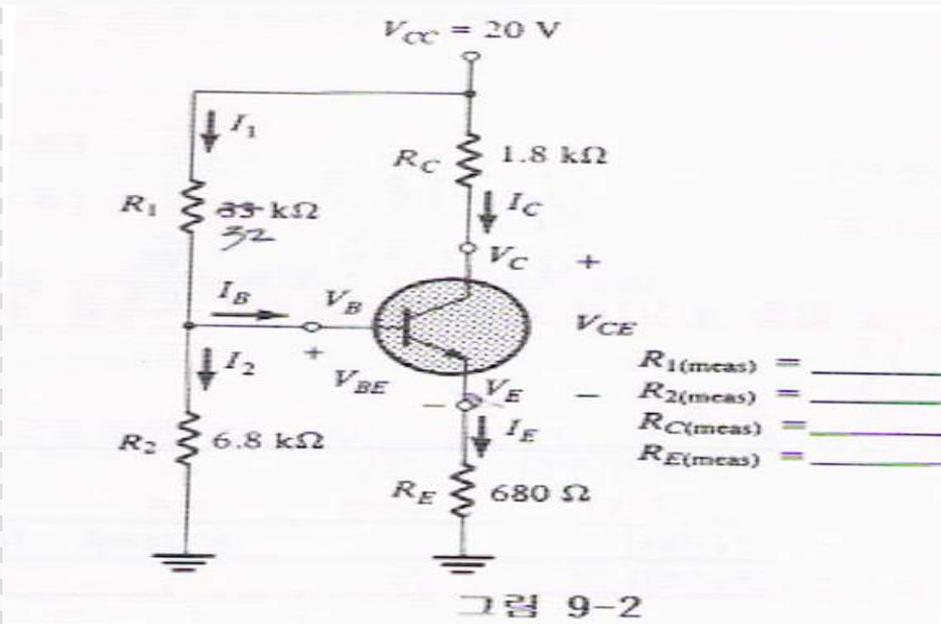
β , I_C , V_{CE} , I_B 의 백분율 변화

$\% \Delta \beta$	$\% \Delta I_C$	$\% \Delta V_{CE}$	$\% \Delta I_B$
5.63%	5.59%	9.5%	0%

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

3) 전압분배기 바이어스 회로

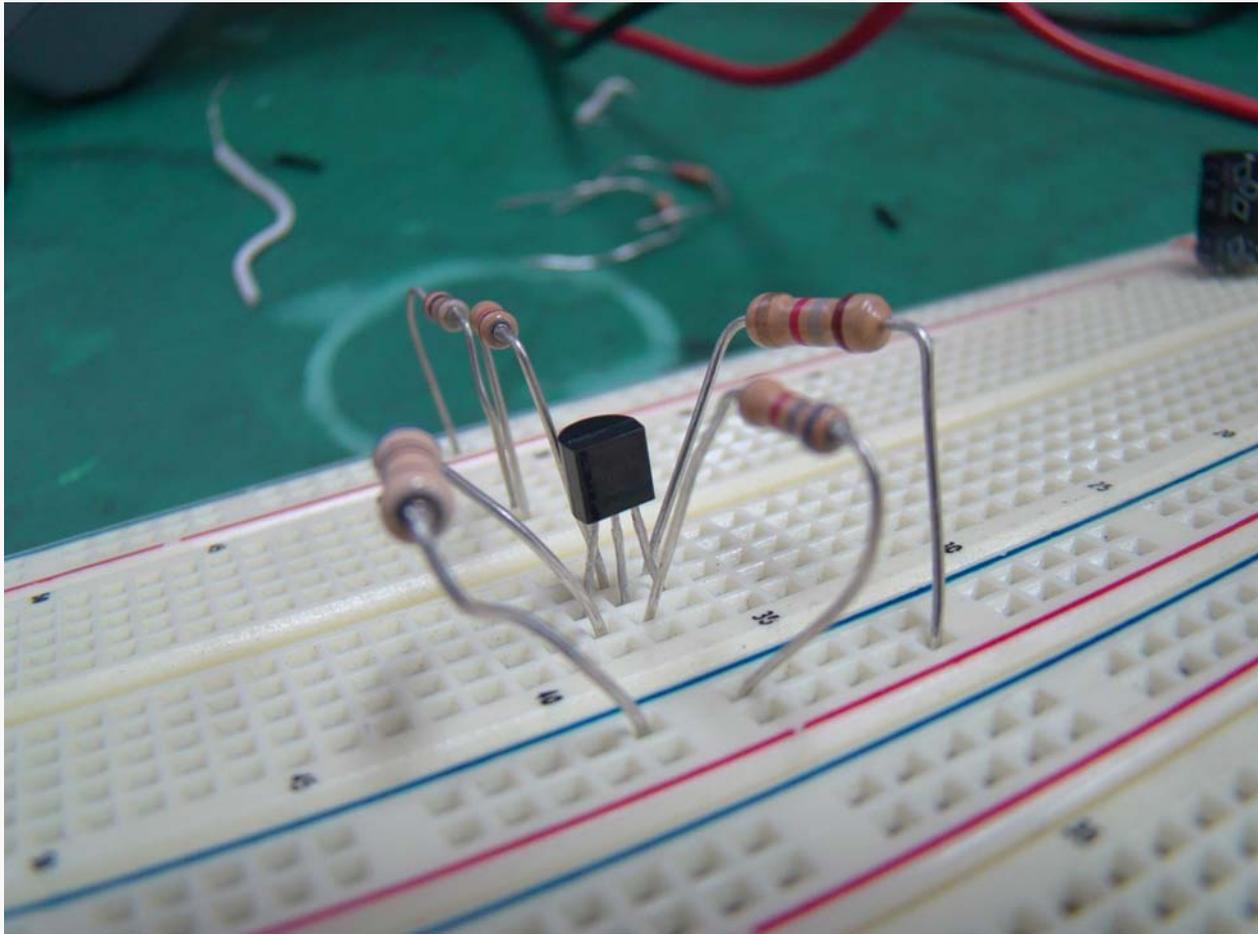
a. 2N3904 트랜지스터를 사용하여 그림 9-2의 회로를 구성하여라. 각 저항의 측정치를 기입하라.



R1	31.88kΩ
R2	6.75kΩ
RC	1.78kΩ
RE	670Ω

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

* 전압 분배 바이어스 회로 구성



BJT의 고정 바이어스 및

전압분배기 바이어스

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

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C + R_E}$$

$$V_B = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \times V_{CC}$$

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

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

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

b. 2N3904 트랜지스터에 대한 단계 1)에서 결정된 β 값을 사용하여 그림 9-2의 회로에서 V_B , V_E , I_E , I_C , V_C , V_{CE} , I_B 의 이론치를 계산하라. 결과를 표 9.3에 기록하라.

표 9.3

2N3904	V_B	V_E	V_C	V_{CE}	$I_E(\text{mA})$	$I_C(\text{mA})$	$I_B(\mu\text{A})$
계산치 (순서 b)	3.5V	2.8V	8V	12V	4.12	3.22	515.3
측정치 (순서 c)	3.42	2.7	7.2	12.6	4.11	4.11	519

BJT의 고정 바이어스 및

전압분배기 바이어스

c. 그림 9-2의 회로에 전원을 넣고 V_B , V_E , V_C , V_{CE} 값을 측정하고 표 9.3에 기록하라. 추가로 V_{R1} 과 V_{R2} 전압을 가능한 가장 높은 정확도로 측정하라. 즉 100분의 1 또는 1000분의 1까지 양을 측정하라. 읽혀진 전압과 측정된 저항치로 부터 전류 I_E , I_C , I_1 과 I_2 ($I_1 = V_{R1}/R_1$, $I_2 = V_{R2}/R_2$)를 계산하라. I_1 과 I_2 의 결과를 사용하여 키르히호프의 전류 법칙을 사용해서 전류 I_B 를 계산하라. 표 9.3에 I_E , I_C , I_B 의 계산치를 기록하라.

2N3904	V_B	V_E	V_C	V_{CE}	I_E (mA)	I_C (mA)	I_B (μ A)
계산치 (순서 b)	3.5V	2.8V	8V	12V	4.12	3.22	515.3
측정치 (순서 c)	3.42	2.7	7.2	12.6	4.11	4.11	519

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

표 9.3에 나타낸 계산치와 측정치를 비교하라. 설명될 필요가 있는 어떤 중요한 차이가 있는가?

- 값에서는 큰 차이가 없다.
- 차이가 있다면 계산치에서는 V_E 값을 구할 때 V_{BE} 값을 0.7V로 어림 잡아 계산 (실제로 $V_{BE} = 0.7V$ 보다 작을 것이다)

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

- d. 순서 3(c)로 부터 측정된 V_{CE} 값과 계산된 I_C 와 I_B 값을 단계 1)로 부터 β 의 크기에 따라 표 9-4에 기입하라.

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

e. 그림 9-2의 2N3904 트랜지스터를 2N4401 트랜지스터로 대체하라. 그때 전압 V_{CE} , V_{Rc} , V_{R1} , V_{R2} 를 측정하라. 그리고 V_{R1} 과 V_{R2} 은 I_B 의 정확한 결정을 보증하기 위해 100분의 1 또는 1000분의 1까지 읽어라. 그때 I_c , I_1 , I_2 를 계산하고 I_B 를 결정하라. 이 트랜지스터의 V_{CE} , I_c , I_B , β 값을 표 9.4에 기입하라.

트랜지스터 형명	V_{CE} (volt)	I_c (mA)	I_B (μA)	β
2N3904	12.6	4.11	519	7.92
2N4401	12.6	4.13	519	7.96

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

f. 표 9.4의 데이터로 부터 β , I_C , V_{CE} , I_B 의 백분율을 계산하라. 순서 2)e. 반정식 (9.1)에 나타난 공식을 사용하여 표 9.5에 결과를 기록하라.

표 9.5 β , I_C , V_{CE} , I_B 의 백분율 변화

$\% \Delta \beta$	$\% \Delta I_C$	$\% \Delta V_{CE}$	$\% \Delta I_B$
0.5%	0.49%	0%	0%

BJT의 고정 바이어스 및 전압분배기 바이어스

결론 : 고정 바이어스 회로는 비교적 간단한 회로이긴
하지만 온도와 β (순방향 전류비)에 민감하다는
결점과 부하선상에서 Q점의 정확한 위치를 예
상하기 어렵다.

전압분배 바이어스 고정 바이어스 회로와는
달리 β 와 무관하고 부하선상에서 Q점의 위치
는 근본적으로 고정됨