

전기전자 실험

4주차 BJT I-V Characteristics (BJT I-V 특성)

목차

- **실험 목적**
- **관련 이론**
- **실험**
- **결과 보고서 양식**

실험 목적

1

BJT의 I-V 특성을 이론적으로 이해하고 실험을 통해 확인한다.

2

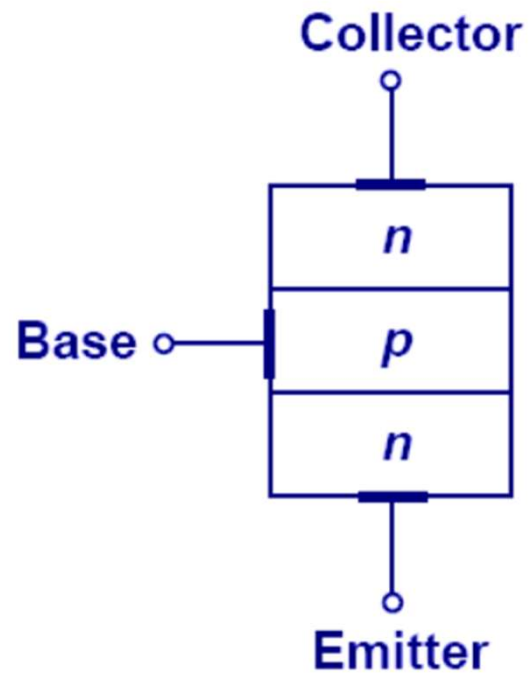
BJT에서 V_{BE} , V_{CE} 에 따른 I_C 특성을 이해하고 실험을 통해 이를 직접 측정해본다.

3

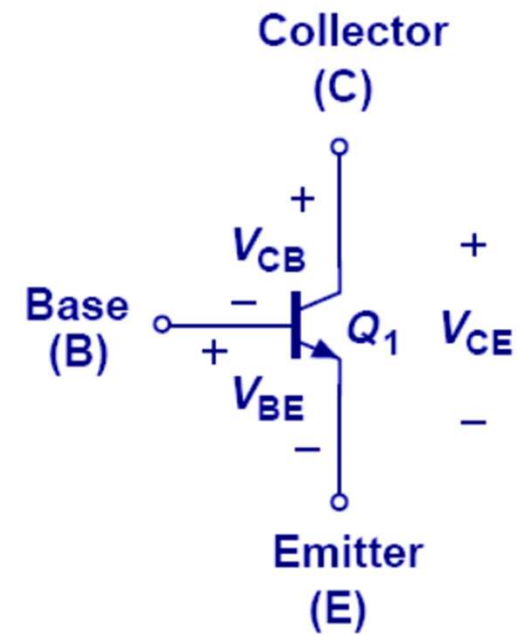
Resistive Divider Biasing 회로를 이해하고 직접 설계하여 이를 BJT I-V 특성 측정 실험에 사용한다.

관련 이론

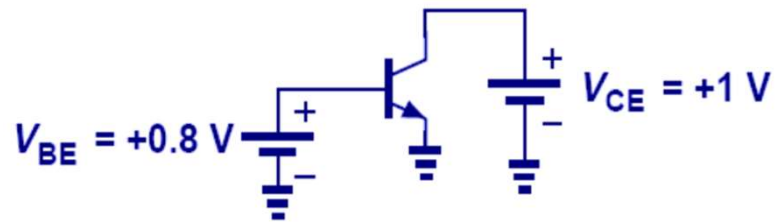
BJT Structure



BJT Symbol

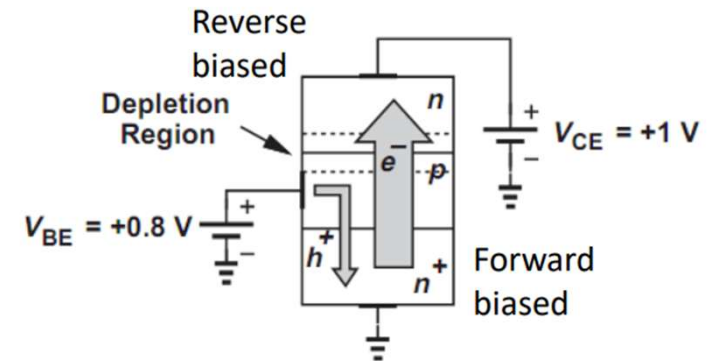
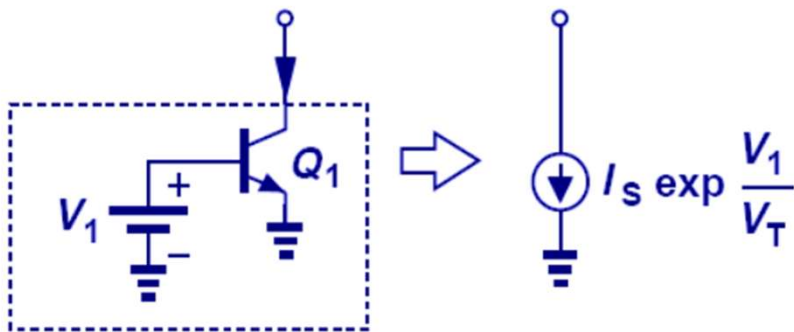


관련 이론

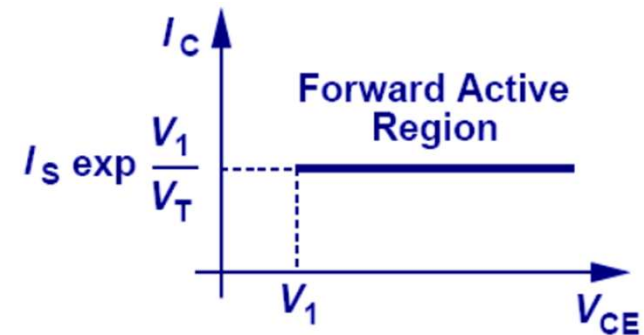


Forward active region: $V_{BE} > 0$, $V_{BC} < 0$

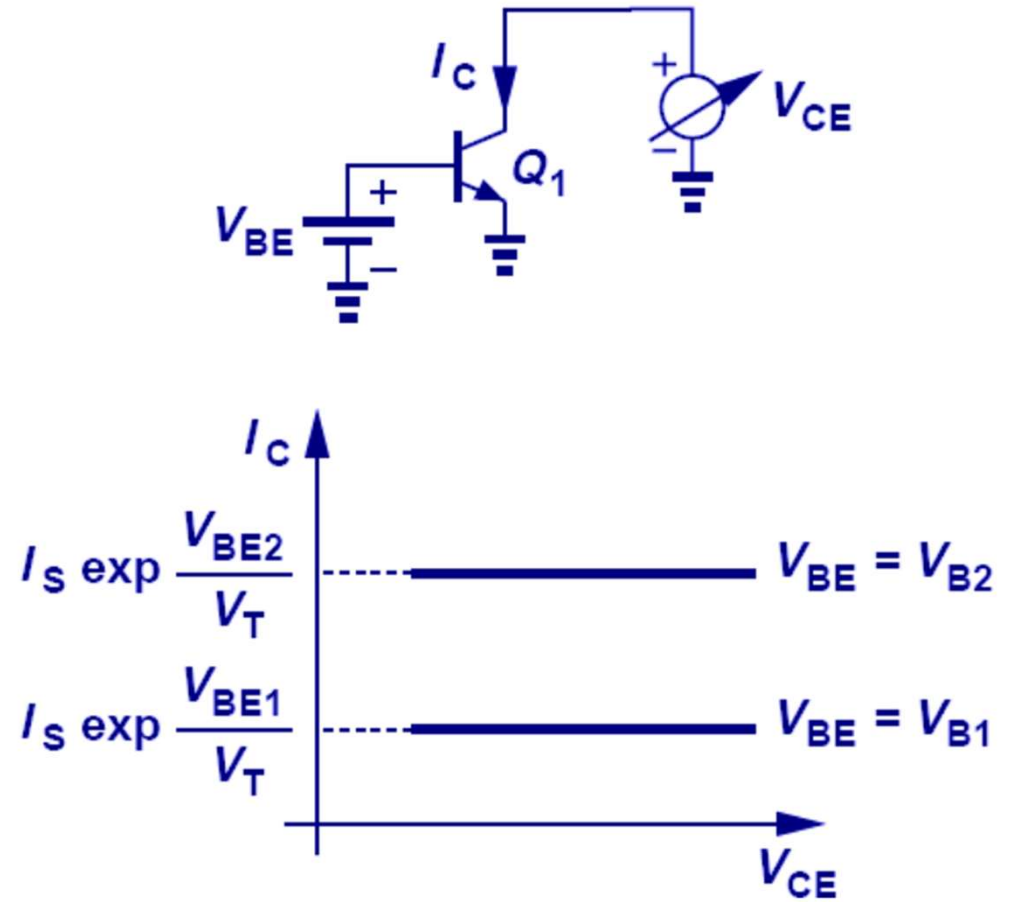
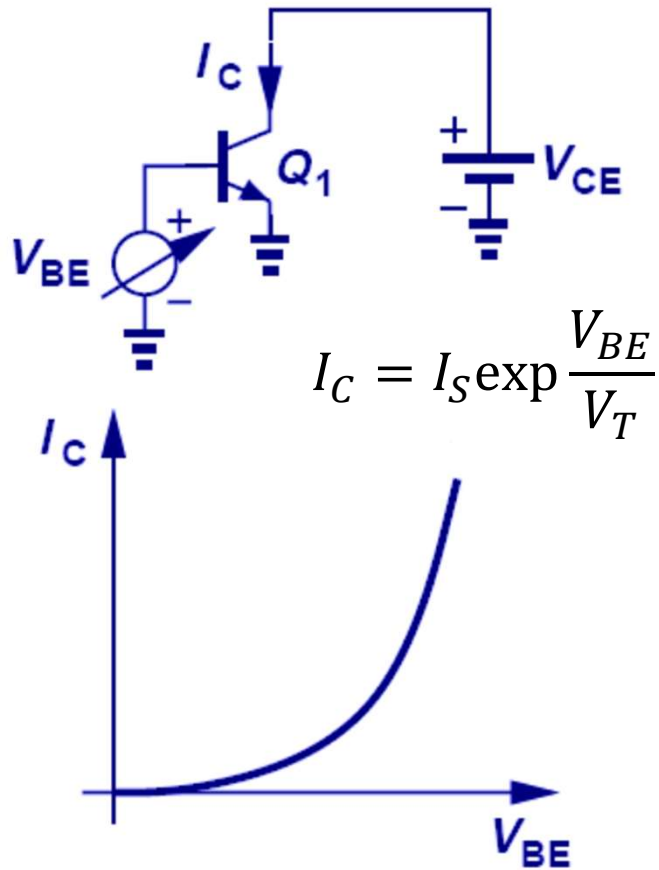
$$I_C = I_S \exp \frac{V_{BE}}{V_T} \quad I_S = \frac{A_E q D_n n_i}{N_E W_B}$$



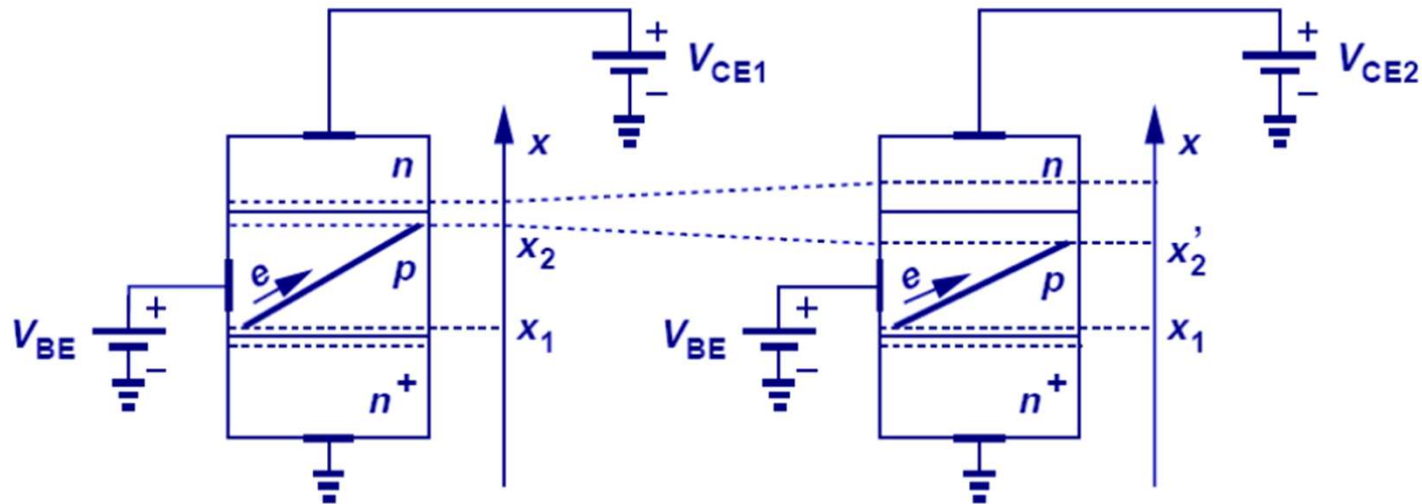
$$I_C = \beta I_B \quad I_E = I_C + I_B = I_C \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$



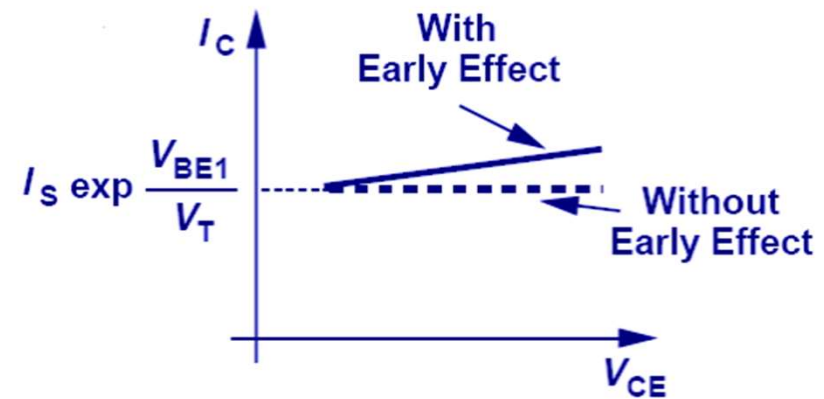
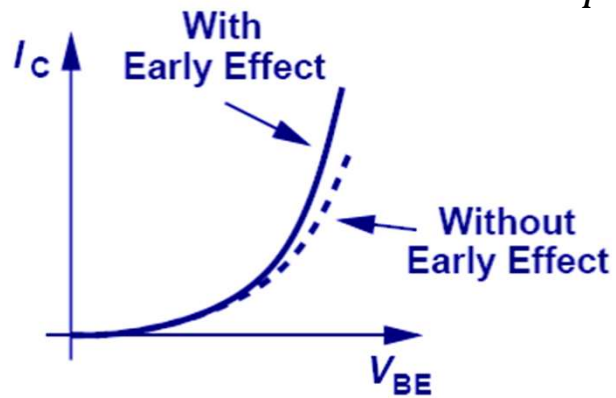
관련 이론



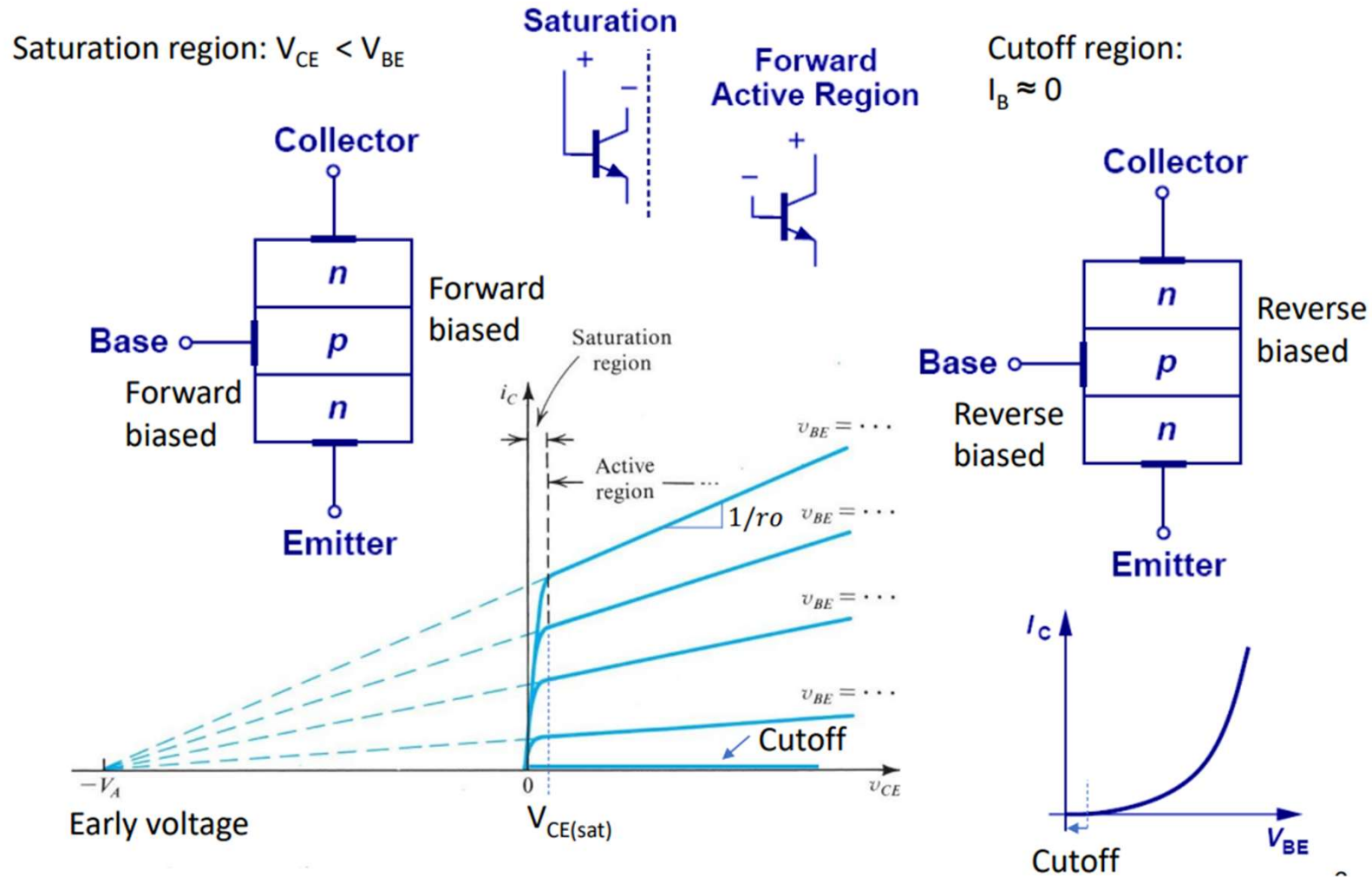
관련 이론



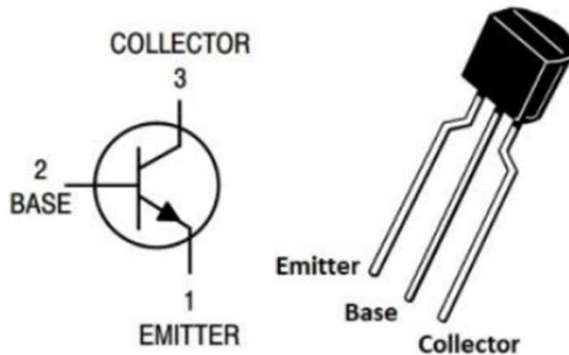
$$I_C = (I_S \exp \frac{V_{BE}}{V_T}) (1 + \frac{V_{CE}}{V_A})$$



관련 이론



NPN BJT Datasheet (2N3904)



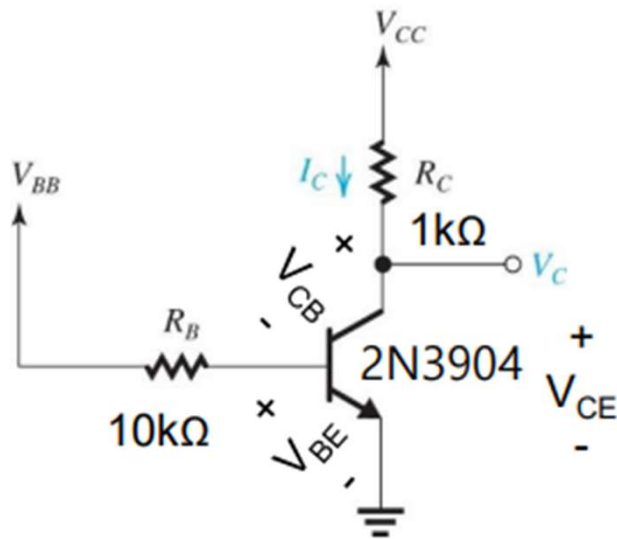
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CB0}	Collector-Base Voltage ($I_E = 0$)	60	V
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$)	40	V
V_{EB0}	Emitter-Base Voltage ($I_C = 0$)	6	V
I_C	Collector Current	200	mA
P_{tot}	Total Dissipation at $T_C = 25^\circ\text{C}$	625	mW
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to 150	$^\circ\text{C}$
T_J	Max. Operating Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{case} = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{CEX}	Collector Cut-off Current ($V_{BE} = -3\text{ V}$)	$V_{CE} = 30\text{ V}$			50	nA
I_{BEX}	Base Cut-off Current ($V_{BE} = -3\text{ V}$)	$V_{CE} = 30\text{ V}$			50	nA
$V_{(BR)CEO}^*$	Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_B = 0$)	$I_C = 1\text{ mA}$	40			V
$V_{(BR)CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage ($I_E = 0$)	$I_C = 10\text{ }\mu\text{A}$	60			V
$V_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage ($I_C = 0$)	$I_E = 10\text{ }\mu\text{A}$	6			V
$V_{CE(sat)}^*$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}$ $I_B = 1\text{ mA}$ $I_C = 50\text{ mA}$ $I_B = 5\text{ mA}$			0.2 0.2	V V
$V_{BE(sat)}^*$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}$ $I_B = 1\text{ mA}$ $I_C = 50\text{ mA}$ $I_B = 5\text{ mA}$	0.65		0.85 0.95	V V
h_{FE}^* β	DC Current Gain	$I_C = 0.1\text{ mA}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$ $I_C = 1\text{ mA}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$ $I_C = 10\text{ mA}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$ $I_C = 50\text{ mA}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$ $I_C = 100\text{ mA}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$	60 80 100 60 30		300	

실험 1 : BJT $V_{BE} - I_C$ 특성

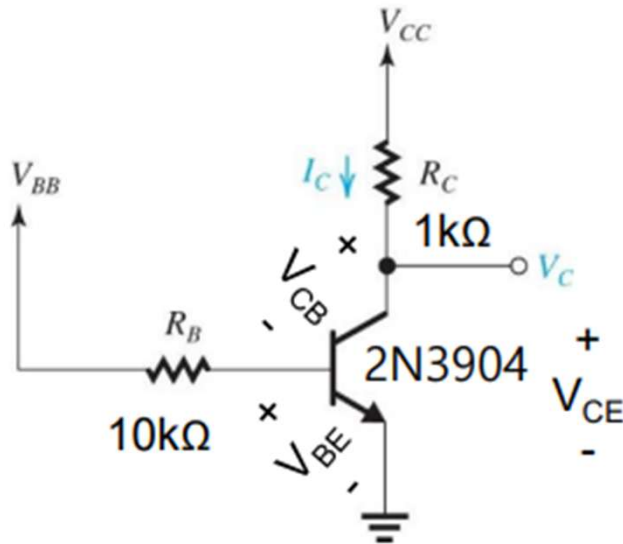


- 1) 왼쪽의 회로 구현 (R 값은 멀티미터로 실측값 확인)
- 2) $V_{CC} = 10V$ 로 고정하고 V_{BB} 전압을 0 ~ 6V(전류가 급격히 변하는 구간에서 촘촘한 간격으로)로 바꾸면서 V_{BE} , V_{CE} , V_{CB} , I_B , I_C 를 측정하고 표로 정리
- 3) 2)에서 정리한 표를 토대로 β 값 계산 → 데이터시트에 제공된 값과 비교

<결과보고서 작성>

- $V_{BE} - I_C$ 그래프를 그리고 이를 BJT의 동작특성과 연계하여 설명
- 정리한 표에서 측정한 값들의 동작영역을 각각 Cutoff, Saturation, Forward-Active로 구분

실험 2 : BJT $V_{CE}-I_C$ 특성



1) Lab 1의 회로 그대로 활용

2) $V_{BB} = 0.7V$ 로 고정하고 V_{CC} 전압을 0 ~ 10V(전류가 급격히 변하는 구간에서 촘촘한 간격으로)로 바꾸면서 V_{BE} , V_{CE} , V_{CB} , I_B , I_C 를 측정하고 표로 정리

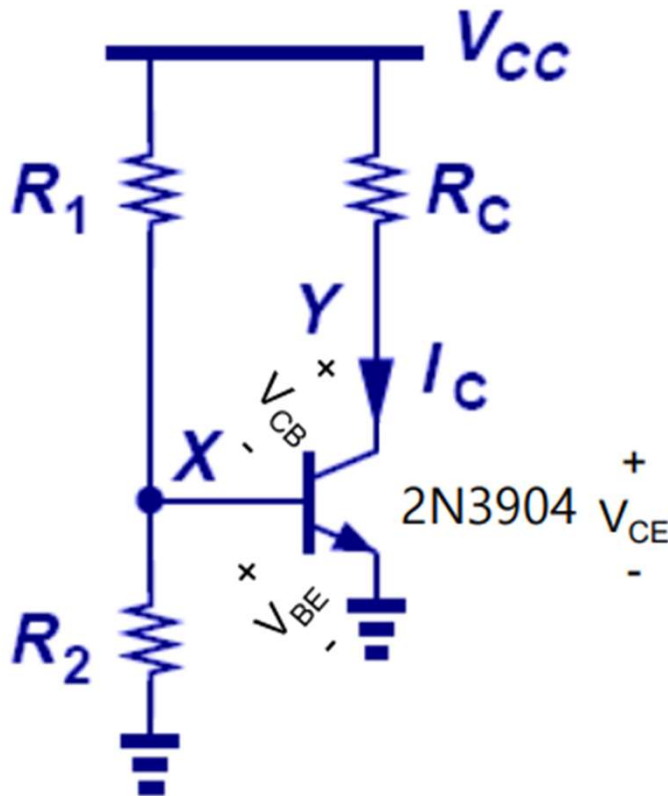
3) $V_{BB} = 1.4V$ 로 바꾸고 2) 반복

4) 두 V_{BB} 조건에 대해 $V_{CE} - I_C$ 그래프를 대략적으로 그리고 V_A 추출

<결과보고서 작성>

- $V_{CE} - I_C$ 그래프에서 V_A , r_O 를 추출 → 서로 다른 V_{BE} 에 대해 어떤 특성을 보이는지 논의
- 정리한 표에서 측정한 값들의 동작영역을 각각 Cutoff, Saturation, Forward-Active로 구분

실험 3 : Resistive Divider Biasing



- 1) ($R_1 = 22\text{k}\Omega$, $R_2 = \sim 10\text{k}\Omega$ 가변저항, $R_C = 1\text{k}\Omega$) 왼쪽의 회로 구현 (R 값은 멀티미터로 실측값 확인)
- 2) $V_{CC} = 10\text{ V}$ 로 고정하고 가변저항을 조절하며 (전류가 급격히 변하는 구간에서 촘촘한 간격으로) R_2 , V_{BE} , V_{CE} , V_{CB} , I_B , I_C 를 측정하고 표로 정리

<결과보고서 작성>

- Resistive divider biasing 회로의 동작 원리 설명, Lab 1의 결과와 비교/논의
- 정리한 표에서 측정한 값들의 동작영역을 각각 Cutoff, Saturation, Forward-Active로 구분

결과 보고서 양식

1. 실험 목적
2. 관련 이론
3. 실험 순서
4. 실험 결과
5. 분석 및 고찰
6. 결론

Q&A