

## 트랜지스터 부하선, 베이스 전류, 그리고 증폭 관계

트랜지스터의 동작을 이해하기 위해서는 부하선(load line), 베이스 전류  $I_B$ , 그리고 컬렉터 전류  $I_C = \beta I_B$ 의 관계를 함께 살펴봐야 합니다.

### 1. 트랜지스터의 기본 관계

트랜지스터의 증폭 특성은 다음 식으로 표현됩니다:

$$I_C = \beta I_B$$

- $I_B$ : 베이스 전류
- $I_C$ : 컬렉터 전류
- $\beta$ : 전류 이득 (보통 100-300)

즉, 베이스 전류가 조금만 변해도 컬렉터 전류는  $\beta$ 배로 크게 변합니다.

### 2. 부하선 (Load Line)

외부 회로가 정해주는 전압-전류 관계는 다음과 같습니다:

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

- $V_{CE}$ : 컬렉터-이미터 전압
- $V_{CC}$ : 전원 전압
- $R_C$ : 컬렉터 저항

이 식을 그래프로 그리면 기울기  $-1/R_C$ 를 갖는 직선이 됩니다. 이 직선이 바로 부하선입니다.

### 3. Q점 (Operating Point)

트랜지스터의 출력 특성 곡선은 여러  $I_B$  값에 따라 달라집니다. 실제 회로에서는 부하선과 특정  $I_B$  곡선이 만나는 교차점이 Q점(동작점)이 됩니다.

- 차단 영역:  $I_B \approx 0, I_C \approx 0 \rightarrow$  트랜지스터 OFF
- 활성 영역:  $I_C = \beta I_B$  관계 성립  $\rightarrow$  증폭기 동작
- 포화 영역:  $V_{CE} \approx V_{CE(sat)} \rightarrow$  스위치 ON

### 4. 세 관계의 상호작용

요소	의미	관계
$I_B$	입력 전류	트랜지스터 제어 신호
$I_C = \beta I_B$	출력 전류	증폭된 결과
부하선	외부 회로 제약	$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$
Q점	실제 동작점	부하선과 $I_B$ 곡선의 교차점

## 5. 정리

트랜지스터의 동작은 다음 세 가지 관계가 동시에 맞물려야 합니다:

1. 내부 증폭 관계:  $I_C = \beta I_B$
2. 외부 회로 관계:  $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$
3. 두 관계의 교차점(Q점)이 실제 동작을 결정

따라서 Q점의 위치에 따라 트랜지스터는 **차단-활성-포화** 영역 중 하나에서 동작하게 됩니다.