

	<b>VIETTEL AI RACE</b>	TD028
	<b>TRANSITOR LƯƠNG CỰC</b>	Lần ban hành: 1

Sự phát triển của ngành công nghiệp điện tử như chúng ta thấy ngày nay bắt đầu với sự phát minh ra **Transistor**. Cách thức hoạt động của transistor có thể được hiểu dễ dàng nếu bạn đã có kiến thức về **Diode bán dẫn**. Việc thêm một lớp khác vào một diode mối nối P-N tạo thành một thiết bị **3 đầu cuối** được gọi là **Transistor**. Thuật ngữ transistor thường đề cập đến **Transistor Bipolar Junction (BJT)**.

Transistor đã được kiểm chứng thành công vào ngày **23/12/1947** tại Phòng thí nghiệm Bell, New Jersey. Ba cá nhân được ghi nhận phát minh ra transistor là **John Bardeen, William Shockley và Walter Brattain**, trong đó William Shockley đóng vai trò quan trọng trong việc phát minh.

**Các ứng dụng của Transistor lưỡng cực (BJT) bao gồm:**

- Ti vi
- Điện thoại di động
- Máy tính
- Thiết bị phát sóng vô tuyến
- Bộ khuếch đại âm thanh ...

## 1. Cấu tạo – Ký hiệu

### 1.1 Cấu tạo

Giống như diode mối nối P-N, một BJT cũng được tạo thành từ sự kết hợp của các lớp bán dẫn loại P và loại N. Tuy nhiên, transistor có thể chứa:

- Một lớp P giữa hai lớp N → **Transistor NPN**
- Một lớp N giữa hai lớp P → **Transistor PNP**

Transistor có ba thiết bị đầu cuối (**3 chân ra**):

- **Emitter (Bộ phát)**
- **Base (Cơ sở / Đế / Lớp nền)**
- **Collector (Bộ thu)**

**Cấu tạo cụ thể:**

**Transistor NPN:**

- Emitter kết nối với lớp N bên trái
- Collector kết nối với lớp N bên phải
- Base kết nối với lớp P ở giữa

	<b>VIETTEL AI RACE</b>	TD028
	<b>TRANSITOR LƯỠNG CỰC</b>	Lần ban hành: 1

### Transistor PNP:

- Emitter kết nối với lớp P bên trái
- Collector kết nối với lớp P bên phải
- Base kết nối với lớp N ở giữa

Transistor có **hai môi nối P-N**:

1. **Emitter-Base (E-B)**
2. **Base-Collector (B-C)**

## 1.2 Thiết bị đầu cuối của BJT

- **Emitter:**  
Cung cấp các điện tích. Emitter được pha tạp nặng để bơm nhiều hạt mang điện vào Base. Kích thước  $E > \text{Base}$ .
- **Base:**  
Lớp giữa, rất mỏng, pha tạp nhẹ, nồng độ tạp chất thấp nhất.
- **Collector:**  
Thu thập các hạt mang điện, pha tạp vừa phải. Kích thước lớn hơn Emitter và Base, để xử lý năng lượng và tản nhiệt tốt.

## 1.3 Ký hiệu

Transistor được xem như **hai diode mắc chung Anode hoặc Cathode**:

- **NPN:** chung Anode
- **PNP:** chung Cathode

## 2. Nguyên lý hoạt động

### 2.1 Nguyên lý làm việc của Transistor NPN

Khi không có điện áp cấp cho transistor NPN → **không phân cực**.

- **Lớp N (Emitter & Collector):** điện tử tự do là hạt dẫn đa số, lỗ trống là hạt mang điện thiểu số.
- **Lớp P (Base):** điện tử tự do là hạt mang điện thiểu số, lỗ trống là hạt dẫn đa số.

Các hạt mang điện luôn di chuyển từ vùng nồng độ cao → nồng độ thấp:

- Điện tử: từ N (n-region) → P (p-region)

	<b>VIETTEL AI RACE</b>	TD028
	<b>TRANSITOR LƯỠNG CỰC</b>	Lần ban hành: 1

- Lỗ trống: từ P (p-region)  $\rightarrow$  N (n-region)

Quá trình này tạo ra **vùng nghèo kiệt (depletion region)** tại mỗi nối **B-E** và **B-C**.

### 2.1.1 Tại sao vùng nghèo kiệt thâm nhập nhiều hơn về phía pha tạp nhẹ?

- Doping là quá trình thêm tạp chất vào chất bán dẫn để tăng dẫn điện.
- **Pha tạp nặng:** nhiều hạt mang điện, dẫn điện cao
- **Pha tạp nhẹ:** ít hạt mang điện, dẫn điện thấp

Trong **Transistor NPN**:

- **Emitter (N):** pha tạp nặng  $\rightarrow$  nhiều điện tử tự do
- **Base (P):** pha tạp nhẹ  $\rightarrow$  ít lỗ trống
- **Collector (N):** pha tạp vừa phải  $\rightarrow$  nồng độ giữa Emitter và Base

### 2.1.2 Nguyên tử và ion trong bán dẫn

- Nguyên tử nhường electron  $\rightarrow$  **ion dương**
- Nguyên tử nhận electron  $\rightarrow$  **ion âm**
- Nguyên tử cho electron  $\rightarrow$  **nhà tài trợ (donor)**
- Nguyên tử nhận electron  $\rightarrow$  **người nhận (acceptor)**

## 2.2 Mỗi nối B- E(Emitter-base junction)

### 2.2.1 n lỗ trống từ Base sang Emitter:

- Đồng thời, các **lỗ trống** trong vùng p (Base) di chuyển sang vùng n (Emitter).
- Tuy nhiên, vì Emitter được pha tạp nặng, số lỗ trống đi vào Emitter chỉ là một phần rất nhỏ so với số electron đi sang Base.

### 2.2.2 Tương tác nguyên tử tại mỗi nối

Tại **mỗi nối B-E**, khi các electron từ Emitter di chuyển vào Base:

- Mỗi nguyên tử trong **n-region (Emitter)** nhường electron cho các nguyên tử lỗ trống trong **p-region (Base)**.
- Ví dụ: nếu mỗi nguyên tử Emitter nhường **3 electron tự do**, thì **3 nguyên tử trong Base** sẽ nhận các electron này.

	<b>VIETTEL AI RACE</b>	TD028
	<b>TRANSITOR LƯỠNG CỰC</b>	Lần ban hành: 1

- Khi nguyên tử Emitter nhường electron  $\rightarrow$  trở thành **ion dương**, do mất electron.
- Khi nguyên tử Base nhận electron  $\rightarrow$  trở thành **ion âm**, do thêm electron vào lỗ trống.

Kết quả của quá trình này là:

1. Hình thành **vùng nghèo kiệt (depletion region)** tại mối nối B-E:
  - Vùng này chứa các **ion dương cố định** ở phía Emitter và **ion âm cố định** ở phía Base.
  - Vùng nghèo kiệt này tạo ra một **điện trường nội** ngăn cản dòng electron và lỗ trống tự do tiếp tục khuếch tán một cách quá mức.
2. Dòng điện chủ yếu là **electron từ Emitter sang Base**:
  - Chỉ một phần nhỏ electron kết hợp với lỗ trống trong Base, số còn lại đi vào **Collector** nhờ hiệu ứng điện trường tại mối nối Base-Collector.

### 2.2.3 Tóm tắt cơ chế hoạt động B-E

- **Emitter:** cung cấp electron tự do với nồng độ cao.
- **Base:** mỏng, pha tạp nhẹ, chứa lỗ trống nhưng ít electron.
- **Khuếch tán:** electron từ Emitter sang Base, lỗ trống từ Base sang Emitter.
- **Vùng nghèo kiệt:** ion dương Emitter và ion âm Base hình thành điện trường nội.
- **Dòng điện chủ yếu:** từ Emitter sang Collector qua Base, cơ chế này giúp transistor hoạt động như **bộ khuếch đại dòng điện**.