

	VIETTEL AI RACE	TD028
	TRANSITOR LƯỜNG CỰC	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

	VIETTEL AI RACE	TD028
	TRANSITOR LƯỠNG CỰC	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)

	VIETTEL AI RACE	TD028
	TRANSITOR LƯỠNG CỰC	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.

	VIETTEL AI RACE	TD028
	TRANSITOR LƯỠNG CỰC	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**.