

Môn học: Kỹ thuật Điện - Điện tử

Mã học phần: E06015

GV: Nguyễn Minh Triết

# **CHƯƠNG 4: LINH KIỆN ĐIỆN TỬ**

## **I. DIODE**

- 1. Kí hiệu, cấu tạo và các loại diode.**
- 2. Nguyên lí hoạt động.**
- 3. Ứng dụng diode.**

## **II. Transistor lưỡng cực (BJT)**

- 1. Kí hiệu, cấu tạo và các loại BJT.**
- 2. Nguyên lí hoạt động.**
- 3. Ứng dụng BJT.**

## **III. Transistor trường (FET)**

- 1. Kí hiệu và cấu tạo.**
- 2. Nguyên lí hoạt động và các loại FET.**
- 3. Ứng dụng FET.**

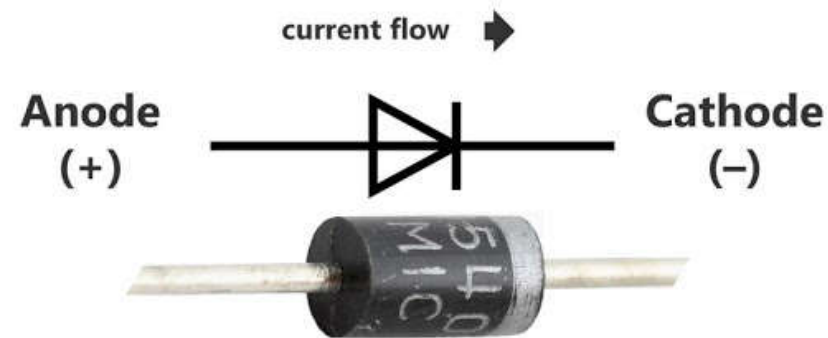
## **IV. Khuếch đại thuật toán (Op-amp)**

# 1. DIODE

## 1. Kí hiệu và cấu tạo:

Điốt (Diode) bán dẫn hay còn gọi là Điốt, là một linh kiện điện tử bán dẫn chỉ cho phép dòng điện đi qua nó theo một chiều duy nhất mà không chạy ngược lại. Điốt bán dẫn thường đều có nguyên lý cấu tạo chung là một khối bán dẫn loại P ghép với một khối bán dẫn loại N và được nối với 2 chân ra là anode và cathode.

- Điốt chỉnh lưu: thường hoạt động ở dải tần thấp, chịu được dòng điện lớn và có áp ngược chịu đựng dưới 1000V. Những diode này chủ yếu để dùng chỉnh lưu [dòng điện xoay chiều sang một chiều](#).
- Điốt phát quang (đèn LED): là những đèn LED được sử dụng nhiều làm đèn chiếu sáng, đèn báo hiệu, đèn quảng cáo Điốt quang (photodiode).
- Điốt Schottky Điốt hạn xung hai chiều (TVS): là những diode có tần số đáp ứng cao từ vài chục kilo Hertz đến cả Mega Hertz. Những diode này thường được sử dụng nhiều trong các bo nguồn xung, các thiết bị điện tử cao tần.



# 1. DIODE

## 1. Kí hiệu và cấu tạo:

- Điốt biến dung (Varicap): Diode biến dung hay Varicap là loại điốt bán dẫn có nhiệm vụ biến đổi điện dung. Nó được tạo ra để giống như [tụ điện](#) có khả năng thay đổi điện dung. Diode biến dung điều chỉnh mức điện dung đến vài chục pF, được ứng dụng cho các mạch điều hưởng tần số cao ( khoảng 50 MHz trở lên ).



Diode biến dung (Varicap)



Diode Zener



Diode quang (Photodiode)



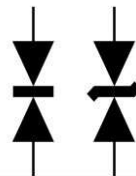
Diode



Diode phát quang (đèn LED)



Diode Schottky (Schottky diode)



Diode hạn xung hai chiều (TVS)



Diode tunnel (Tunnel diode)

- Điốt zener: (điốt Zener) hay còn gọi với cái tên khác là điốt đánh thủng – điốt ổn áp... Đây là một loại điốt bán dẫn làm việc ở chế độ phân cực ngược trên vùng điện áp đánh thủng (breakdown). Loại này được chế tạo nhằm mục đích tối ưu để hoạt động tốt trong miền đánh thủng. Chúng được sử dụng rất nhiều trong các mạch nguồn điện áp thấp bởi đặc tính ổn áp của nó.

# 1. DIODE

## 2. Nguyên lí hoạt động:



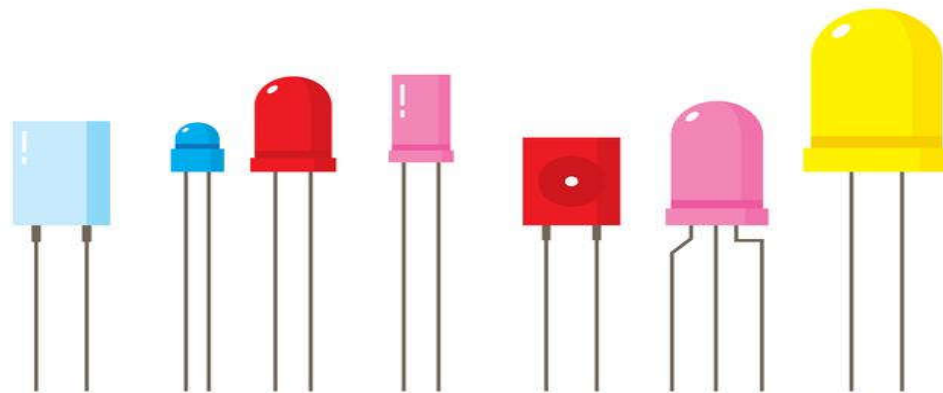
**Diode Schottky**



**Diode Biến Dung**



**Diode Zener**



**Diode Quang (LED)**

# 1. DIODE

## 3. Ứng dụng của Diode:

- Dùng để chỉnh lưu dòng điện: Biến dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều.
- Dùng để giảm áp: Ta biết rằng sau khi dòng điện đi qua diode thì mỗi một diode sẽ gây ra một sụt áp trên nó. Trong nhiều trường hợp người ta sử dụng đặc tính này để giảm áp. Ví dụ bạn có một cái đài chạy 3V mà có cục sạc 5V thì bạn có thể đấu nối tiếp 3 con diode với nhau rồi đấu với đầu 5V. Tại đầu ra cuối cùng của diode có một điện áp khoảng gần bằng 3V.
- Dùng để bảo vệ chống cắm nhầm cực: Rất nhiều thiết bị điện tử một chiều không cho phép cấp nguồn ngược cực. Nếu ngược cực thì thiết bị sẽ hỏng ngay. Để bảo vệ thiết bị được an toàn người ta đấu thêm vào một diode trước khi bắt ra cực của thiết bị để chỉ cho phép dòng điện đi theo một chiều duy nhất. Khi đó dù bạn có cấp nguồn ngược cực tính thì thiết bị vẫn được an toàn.

# 1. DIODE

## Các nguyên tắc cần tuân thủ khi sử dụng diode:

- Dòng điện thuận qua diốt không được lớn hơn giá trị tối đa cho phép (do nhà sản xuất cung cấp, có thể tra cứu trong các tài liệu của hãng sản xuất để xác định).
- Điện áp phân cực ngược (tức UKA) không được lớn hơn VBR (ngưỡng đánh thủng của diốt, cũng do nhà sản xuất cung cấp).

Ví dụ diốt 1N4007 có thông số kỹ thuật do hãng sản xuất cung cấp như sau:  $V_{BR}=1000V$ ,  $I_{Fmax} = 1A$ ,  $V_F = 1.1V$  khi  $I_F = I_{Fmax}$ .

- Những thông số trên cho biết: Dòng điện thuận qua diốt không được lớn hơn 1A.
- Điện áp ngược cực đại đặt lên diốt không được lớn hơn 1000V.
- Điện áp thuận (tức UAK) có thể tăng đến 1.1V nếu dòng điện thuận bằng 1A.
- Cũng cần lưu ý rằng đối với các diốt chỉnh lưu nói chung thì khi  $U_{AK} = 0.6V$  thì diốt đã bắt đầu dẫn điện và khi  $U_{AK} = 0.7V$  thì dòng qua diốt đã đạt đến vài chục mA.

## 2. Transistor lưỡng cực (BJT)

### 1. Kí hiệu và cấu tạo:

Transistor hay còn gọi là tranzito là một loại linh kiện bán dẫn chủ động. Thường được sử dụng như một phần tử khuếch đại hay khóa điện tử. Với khả năng đáp ứng nhanh, chính xác nên transistor được sử dụng nhiều trong ứng dụng tương tự và số như: mạch khuếch đại, điều chỉnh điện áp, tạo dao động và điều khiển tín hiệu.

Tên gọi transistor là từ ghép trong Tiếng Anh của “Transfer” và “resistor” tức là điện trở chuyển đổi. Tên gọi này được John R. Pierce đặt năm 1948 sau khi linh kiện này ra đời. Nó có ý nghĩa rằng thực hiện khuếch đại thông qua chuyển đổi điện trở.

Vậy chúng ta có thể nói nó là một linh kiện bán dẫn chủ động được sử dụng trong mạch khuếch đại, đóng ngắt....

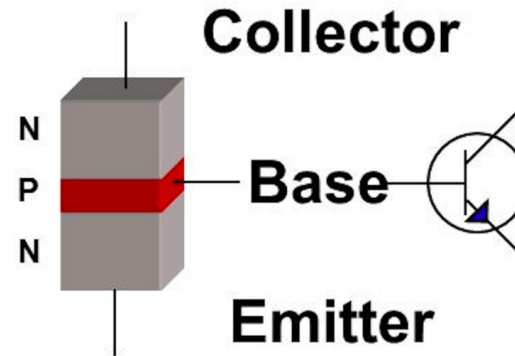
Về mặt cấu tạo, tranzito được tạo thành từ hai lớp bán dẫn điện ghép lại với nhau, có hai loại bán dẫn điện là loại p và loại n. Khi ghép một bán dẫn điện âm nằm giữa hai bán dẫn điện dương ta được Transistor loại PNP. Còn khi ghép một bán dẫn điện dương nằm giữa hai bán dẫn điện âm ta được Tranzito NPN. Chính vì thế Transistor được chia ra làm 2 loại là NPN và PNP.



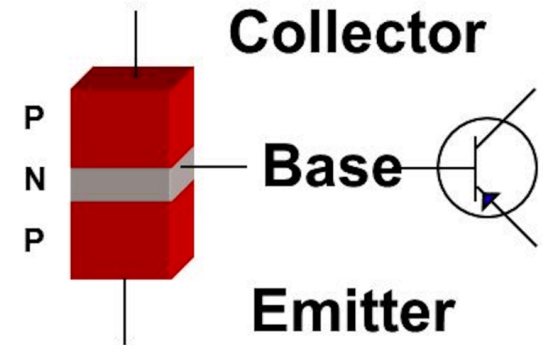
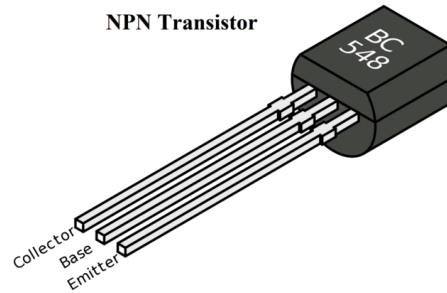
## 2. Transistor lưỡng cực (BJT)

### 1. Kí hiệu và cấu tạo:

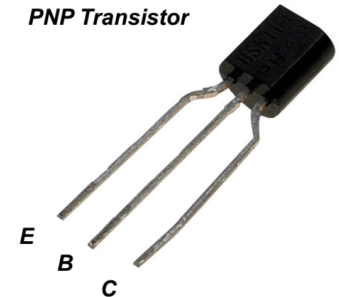
Ba lớp bán dẫn được nối ra thành ba cực, lớp giữa gọi là cực gốc ký hiệu là B (Base), lớp bán dẫn B rất mỏng và có nồng độ tạp chất thấp. Hai lớp bán dẫn bên ngoài được nối ra thành cực phát (Emitter) viết tắt là E, và cực thu hay cực góp (Collector) viết tắt là C, vùng bán dẫn E và C có cùng loại bán dẫn (loại N hay P) nhưng có kích thước và nồng độ tạp chất khác nhau nên không hoán vị cho nhau được.



NPN Transistor



PNP Transistor



## 2. Transistor lưỡng cực (BJT)

### 2. Nguyên lý hoạt động:



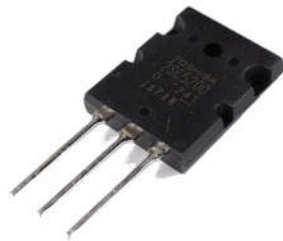
100V- 4A



120V- 8A



45V- 0.1A



230V- 15A



450V- 15A

## 2. Transistor lưỡng cực (BJT)

### 3. Ứng dụng của BJT:

- Dùng transistor làm công tắc: Thông thường thì các transistor thường được sử dụng trong các mạch số như các khóa điện tử có thể ở trạng thái “bật” hoặc “tắt” cho cả các ứng dụng năng lượng cao như chế độ chuyển mạch nguồn điện và cho các ứng dụng năng lượng thấp như các cổng logic số. Các thông số quan trọng cho ứng dụng này bao gồm chuyển mạch hiện tại, điện áp xử lý, và tốc độ chuyển đổi, đặc trưng bởi thời gian của sườn lên và sườn xuống.
- Dùng transistor làm bộ khuếch đại: Bộ khuếch đại chung cực phát hay chung emitter được thiết kế như hình bên. khi có một sự thay đổi tín hiệu điện áp ở  $V_{in}$  làm thay đổi cường độ dòng điện đi qua cực B. Với các đặc tính khuếch đại dòng điện của transistor, chỉ cần dao động nhỏ ở  $V_{in}$  transistor sẽ khuếch đại sự thay đổi đó và xuất tín hiệu ra ở cực C hay  $V_{out}$ . Mỗi transistor có thể có nhiều cách mắc khác nhau tùy thuộc vào chức năng như dùng để khuếch đại dòng, khuếch đại điện áp hay cả hai.

## 2. Transistor lưỡng cực (BJT)

### **Ưu và nhược điểm của transistor:**

#### Ưu điểm:

- Không có bộ phận làm nóng cathode, giảm điện năng tiêu thụ, loại bỏ độ trễ khi chờ đèn khởi động, không chứa chất độc ở cathode.
- Hoạt động ở mức điện áp thấp có thể sử dụng với pin tiểu.
- Transistor có thể được thu nhỏ cỡ nano mét và được tích hợp trong IC hay các vi mạch.
- Linh kiện bán dẫn được thiết kế linh động, nhỏ gọn.
- Hiệu suất cao, thường được sử dụng trong các ứng dụng ít năng lượng.
- Độ tin cậy và tuổi thọ cao, transistor có tuổi thọ hơn 50 năm.

#### Nhược điểm:

- Transistor vẫn có thể bị “già” và hoạt động kém đi theo thời gian.
- Do transistor làm từ chất bán dẫn nên rất dễ “chết” do shock điện, shock nhiệt.

## 2. Transistor lưỡng cực (BJT)

Kí hiệu (trên thân transistor) Hiện nay trên thị trường có nhiều loại Transistor của nhiều nước sản xuất nhưng thông dụng nhất là các transistor của Nhật bản, Mỹ và Trung quốc.

- Transistor do Nhật bản sản xuất: thường ký hiệu là A..., ..., C..., D... Ví dụ A564, 733, C828, D1555 trong đó các transistor ký hiệu là A và B là transistor thuận (PNP); còn ký hiệu là C và D là transistor ngược (NPN). Các transistor A và C thường có công suất nhỏ và tần số làm việc cao; còn các transistor B và D thường có công suất lớn và tần số làm việc thấp hơn.

- Transistor do Mỹ sản xuất: thường ký hiệu là 2N... ví dụ 2N3055, 2N4073 vv...

- Transistor do Trung quốc sản xuất: bắt đầu bằng số 3, tiếp theo là hai chữ cái. Chữ cái thứ nhất cho biết loại bóng: Chữ A và B là bóng thuận, chữ C và D là bóng ngược; chữ thứ hai cho biết đặc điểm: X và P là bóng âm tần, A và G là bóng cao tần. Các chữ số ở sau chỉ thứ tự sản phẩm. Thí dụ : 3CP25 , 3AP20 vv..

### 3. Transistor Trường (FET)

#### 1. Kí hiệu và cấu tạo:

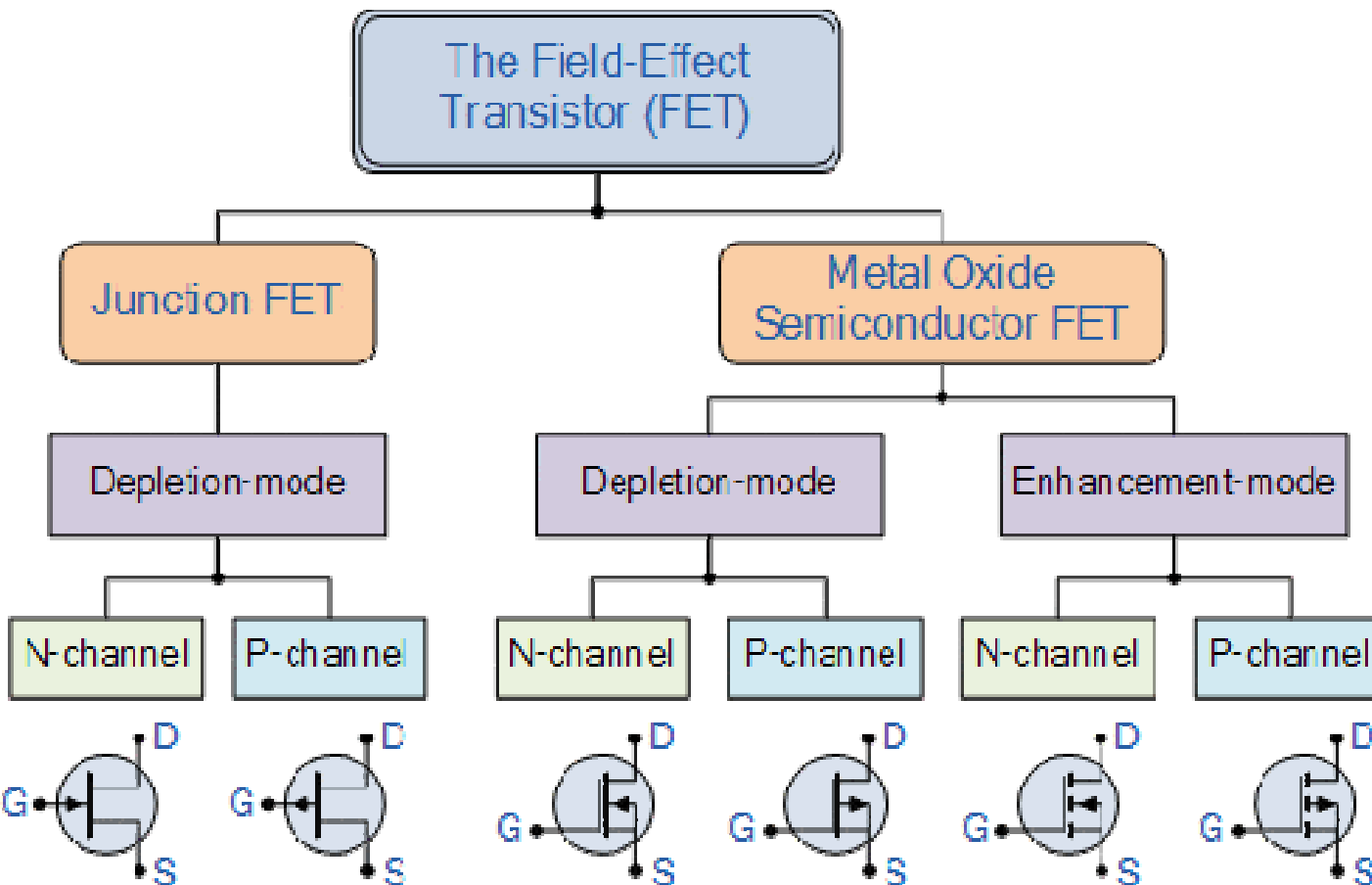
Transistor hiệu ứng trường FET là một dạng linh kiện bán dẫn ứng dụng hiệu ứng điện trở suất của bán dẫn được điều khiển bằng điện trường, đây là một loại cấu kiện điều khiển bằng điện thế.

FET chia thành các loại theo cấu trúc của cực cửa và của kênh dẫn như sau:

- JFET (Junction FET) : Transistor hiệu ứng trường điều khiển bằng chuyển tiếp PN, cực điều khiển G ngăn cách với kênh dẫn bằng vùng nghèo của chuyển tiếp PN phân cực ngược.
- IGFET (Isolated Gate FET): Transistor hiệu ứng trường cực cửa cách ly với kênh dẫn, điển hình là linh kiện **MESFET**: cực điều khiển ngăn cách với kênh dẫn bằng vùng nghèo của chuyển tiếp kim loại-bán dẫn.  
**MOSFET**: cực điều khiển cách ly hẳn với kênh dẫn thông qua một lớp điện môi ( $\text{SiO}_2$ ). Đây mới đúng là transistor trường theo đúng nghĩa của thuật ngữ này, vì chỉ có loại này dòng chảy qua kênh dẫn mới được điều khiển hoàn toàn bằng điện trường, dòng điều khiển hầu như bằng không tuyệt đối
- Mỗi loại FET còn được chia thành loại kênh N và kênh P

# 3. Transistor Trường (FET)

## 1. Kí hiệu và cấu tạo:



**JFET**



**MOSFET**

# 3. Transistor Trường (FET)

## 2. Nguyên lí hoạt động:

Nguyên lý hoạt động cơ bản của transistor trường là dòng điện đi qua một môi trường bán dẫn có tiết diện dẫn điện, điện trở suất hoặc nồng độ hạt dẫn thay đổi dưới tác dụng của điện trường vuông góc với lớp bán dẫn đó, do đó điều khiển được dòng điện đi qua nó. Lớp bán dẫn này được gọi là kênh dẫn điện.

Khác với BJT, FET chỉ có một loại hạt dẫn cơ bản tham gia dẫn điện.



# 3. Transistor Trường (FET)

## Ưu, nhược điểm của FETs so với BJTs

- **Ưu điểm:**

- + Dòng điện qua transistor chỉ do một loại hạt dẫn đa số tạo nên. Do vậy FET là loại cấu kiện đơn cực (unipolar device).
- + FET có trở kháng vào rất cao.
- + Tiếng ồn trong FET ít hơn nhiều so với transistor lưỡng cực.
- + Nó không bù điện áp tại dòng  $I_D = 0$  và do đó nó là cái ngắt điện tốt.
- + Có độ ổn định về nhiệt cao.
- + Tần số làm việc cao.

- **Nhược điểm:**

- + Hệ số khuếch đại của FETs thấp hơn nhiều so với BJTs.

## 3. Transistor Trường (FET)

### 3. Ứng dụng của FET

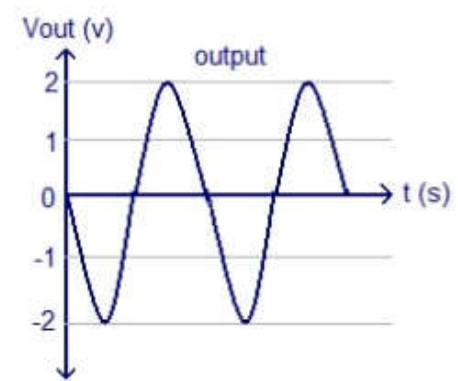
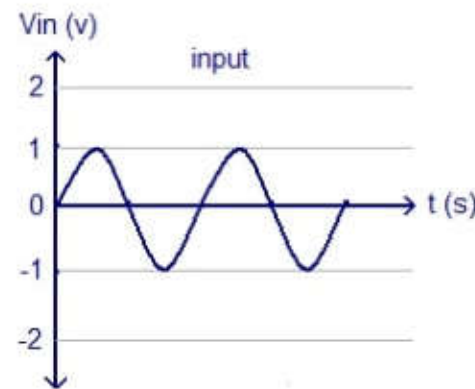
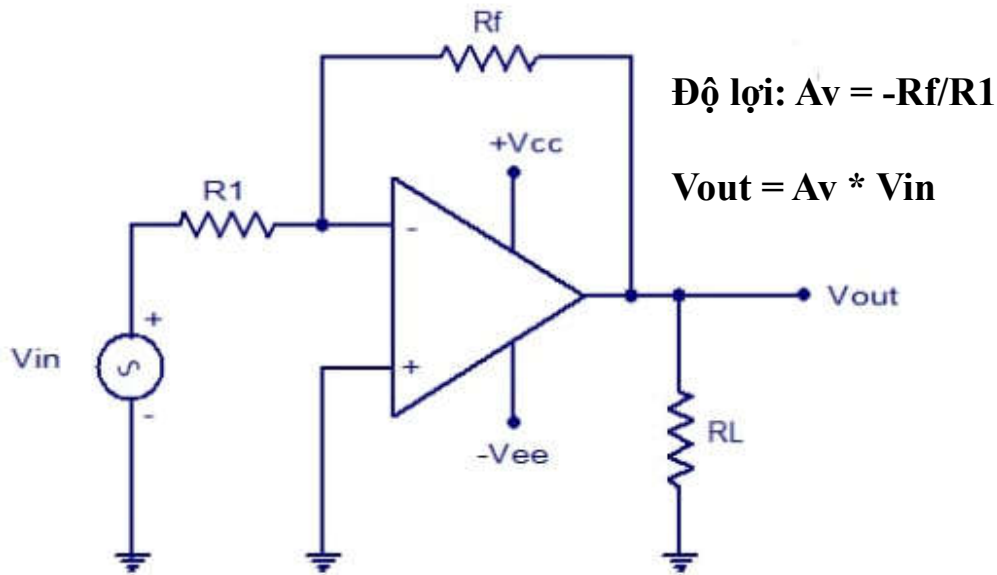
- Trở kháng cao – dòng thấp. Các bộ đệm hoặc các bộ khuếch đại cho các ứng dụng mà trong đó dòng cực nền và trở kháng ngõ vào hữu hạn của BJT hạn chế hiệu suất.
- Các công tắc tương tự. Các MOSFET là các công tắc tương tự được điều khiển bằng điện áp rất tuyệt vời. Bạn nên sử dụng các IC “analog switch” hơn là xây dựng các mạch rời.
- Logic số. Các MOSFET thống trị các vi xử lý, bộ nhớ, VLSI mục đích đặc biệt, và hầu hết logic số hiệu suất cao. Chúng được sử dụng độc quyền trong các thiết bị di động công suất thấp và logic công suất-micro.
- Chuyển mạch nguồn. Các MOSFET công suất thích hợp hơn các transistor công suất lưỡng cực để đóng ngắt cho các tải; với ứng dụng này ta nên sử dụng các FET công suất rời.
- Các điện trở thay đổi được, các nguồn dòng. Trong miền “tuyến tính” của đặc tuyến cực máng, các FET hoạt động giống các điện trở được điều khiển bằng điện áp; trong vùng bão hòa chúng là các nguồn dòng được điều khiển bằng điện áp

## 4. Khuếch đại thuật toán (OPAMP)

### 1. Định nghĩa:

Khuếch đại thuật toán OPAMP hay còn gọi là op-amp là một dạng mạch khuếch đại DC-coupled. Nó bao gồm cả tín hiệu đầu vào và tín hiệu BIAS với hệ số khuếch đại rất cao. Các OPAMP được sử dụng rộng rãi trong nhiều thiết bị điện tử ngày nay vì giá thành rẻ, độ bền cao, không dễ hư hỏng.

Mạch khuếch đại đảo opamp là bộ khuếch đại đảo sử dụng opamp. Dạng sóng đầu ra ngược pha với đầu vào. Trong đó sóng đầu vào được khuếch đại theo hệ số  $A_v$  (độ lợi điện áp của bộ khuếch đại) theo độ lớn.



## 4. Khuếch đại thuật toán (OPAMP)

### 2. Ưu điểm của Opamp:

- Với 2 ngõ vào là đảo và không đảo cho phép Opamp khuếch đại được nguồn tín hiệu có tính đối xứng. Ví dụ như nguồn phát tín hiệu biến thiên chậm như nhiệt độ, ánh sáng, độ ẩm...
- Đầu ra chỉ khuếch đại sự sai lệch giữa hai tín hiệu ở ngõ vào. Khi tín hiệu nhiễu đến cùng lúc ở hai ngõ vào sẽ không thể xuất hiện ở ngõ ra. Vì thế Opamp có độ miễn nhiễu cực cao.
- Hệ số khuếch đại của Opamp cao nên cho phép nó khuếch đại được cả những tín hiệu chỉ với biên độ vài chục micro Volt.
- Các mạch khuếch đại vi sai trong Opamp có độ ổn định nhiệt tốt.
- Điện áp phân cực ở ngõ vào và ra khi không có tín hiệu là 0. Vì thế tạo điều kiện dễ dàng trong việc chuẩn hóa khi lắp ghép giữ các khối.
- Tổng trở ngõ ra của Opamp lớn cho phép mạch khuếch đại được cả những nguồn tín hiệu có công suất bé.
- Tổng trở ngõ ra thấp nên cung cấp dòng tốt hơn cho phụ tải.
- Bảng thông rộng hỗ trợ Opamp làm việc tốt với nhiều dạng nguồn tín hiệu khác nhau hơn.