

# 2010

**ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM**

**THS. NGUYỄN VĂN HIỆP**



## **ĐIỆN TỬ ỨNG DỤNG**

# LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay có thể nói lĩnh vực điện tử đã và đang mang đến cho chúng ta những sản phẩm công nghệ cải thiện đáng kể trong đời sống vật chất và tinh thần. Các ứng dụng của nó trở nên quá gần gũi và như là một nhu cầu gần như không thể thiếu trong cuộc sống hiện đại. Các sản phẩm tồn tại và đang hoàn thiện phát triển một cách nhanh chóng. Thử tưởng tượng một ngày nào đó bỗng dưng xung quanh ta không còn chiếc tivi, máy vi tính, máy điện thoại, nồi cơm điện, máy điều hòa hay một cái máy quạt... thì cuộc sống bỗng trở nên “khó khăn” hơn đến mức nào?! Tuy nhiên mặc dù những thiết bị trên thân thuộc, gần gũi như thế nhưng hầu hết người sử dụng không biết bên trong nó là gì, nguyên lý hoạt động ra sao,... Đó cũng là điều dễ hiểu bởi vì đâu phải người sử dụng nào cũng có kiến thức, sự hiểu biết nhất định về lĩnh vực điện tử.

Quyển sách này không mang tham vọng sẽ đưa đến cho người đọc những kiến thức bách khoa, toàn diện, chuyên sâu về tất cả các thiết bị điện tử hiện nay vì đó là điều không thể! Quyển sách được thiết kế cho sinh viên hệ không chuyên (lĩnh vực điện tử) như ngành Kỹ thuật công nghiệp, cơ khí, công nghệ thông tin..., nó trang bị cho người đọc một phần những kiến thức cơ bản, nền tảng và được trình bày sao cho dễ đọc, dễ hiểu và không quá trừu tượng. Mặc dù nội dung không chuyên sâu nhưng qua quyển sách người đọc có thể hiểu được những linh kiện cơ bản, các ứng dụng và phát triển của nó.

Vì thời gian và kiến thức còn hạn hẹp nên chắc chắn quyển sách này còn rất nhiều sai sót, rất mong sự góp ý chân thành của quý thầy cô, đồng nghiệp và các bạn sinh viên.

Liên hệ email: [thewind030282@gmail.com](mailto:thewind030282@gmail.com)

Tác giả  
Ths. Nguyễn Văn Hiệp

# Chương 1

## Các Linh Kiện Giao Tiếp

Trong phần này, các kiến thức được trình bày cơ bản, không quá chuyên sâu về mặt lý thuyết nhưng nó đem đến người đọc một sự khái quát cần thiết và có thể vận dụng.

Sau chương này, người đọc có khả năng:

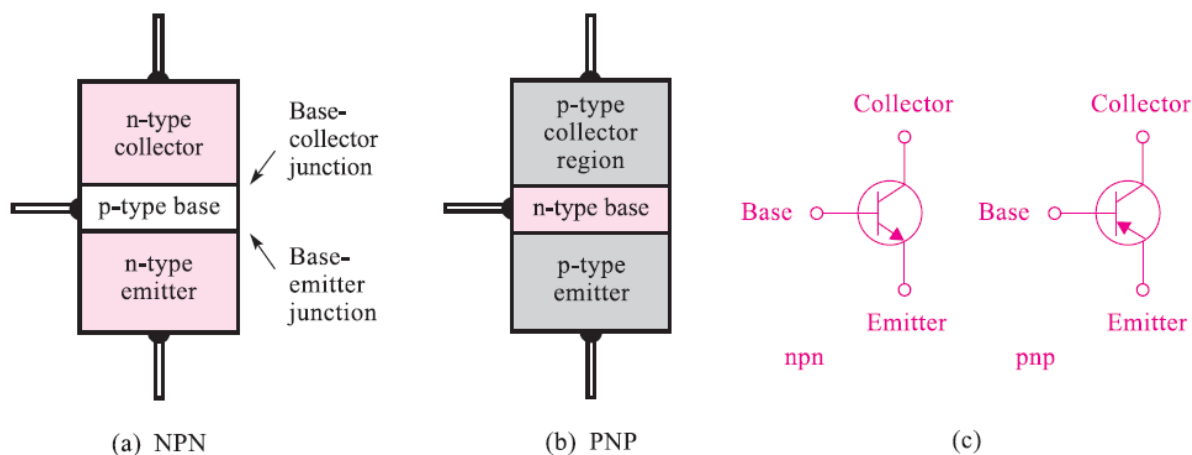
- Nhận dạng được các sơ đồ mạch, mô tả hoạt động và tính toán ngõ ra bộ khuếch đại đảo, không đảo, bộ cộng (Op-amp) và mạch khuếch đại transistor lưỡng cực.
- Nhận dạng sơ đồ mạch tích phân, mạch vi phân dùng Op-amp và vẽ dạng sóng ngõ ra khi tín hiệu ngõ vào khác nhau được đưa vào.
- Với các tín hiệu vào cho trước, vẽ kết quả ngõ ra của mạch khuếch đại vòng hở, khuếch đại sai biệt và bộ so sánh dạng số.
- Mô tả khả năng tạo dạng sóng và đặc tính hoạt động của mạch Schmitt trigger.
- Giải thích cách đóng ngắt của transistor và thyristor bán dẫn, vẽ tín hiệu ngõ ra bộ điều chế.
- Lắp ráp mạch đơn ổn và dao động đa hài dùng mạch tích hợp 555 và tính toán để xác định ngõ ra. Giải thích được nguyên lý hoạt động của mạch.

# 1 BỘ KHUẾCH ĐẠI:

Độ khuếch đại là một hàm điều khiển được sử dụng bởi nhiều loại thiết bị công nghiệp. Khuếch đại bao gồm việc chuyển đổi tín hiệu yếu trở thành tín hiệu công suất cao. Ví dụ, ngõ ra của bộ điều khiển, chẳng hạn như bộ vi xử lý máy tính, dùng để điều khiển một van servo đòi hỏi tín hiệu điều khiển lớn để vận hành. Bộ khuếch đại được thực hiện bởi một vài thiết bị ở trạng thái rắn. Một số bộ khuếch đại sẽ được mô tả bao gồm transistor lưỡng cực và bộ khuếch đại thuật toán.

## 1.1 Transistor

Transistor được cấu trúc xếp, một lớp mỏng của một loại vật liệu bán dẫn nằm giữa hai lớp của một loại vật liệu bán dẫn loại khác. Ví dụ, transistor NPN hình 2-1(a) cấu tạo bởi một lớp vật liệu P (positive) nằm giữa hai lớp vật liệu N (negative). Transistor PNP hình 2-1(b) có dạng ngược lại. Ba lớp này được định nghĩa gồm **emitter** (E)(cực phát), **base** (B)(cực nền), và **collector** (C)(cực thu). Hình 1-1(c) là ký hiệu cấu trúc của NPN và PNP transistor. Điểm khác nhau duy nhất là sự định hướng mũi tên cực E. Mũi tên cực E của transistor NPN hướng từ B sang E, trong khi transistor PNP có hướng ngược lại. Transistor có hai mối nối PN nên được gọi là transistor lưỡng cực. Một mối nối được cho là base-emitter, mối nối còn lại là base-collector. Để bộ điều khiển hoạt động, hai mối nối PN phải có một chênh lệch điện áp DC.

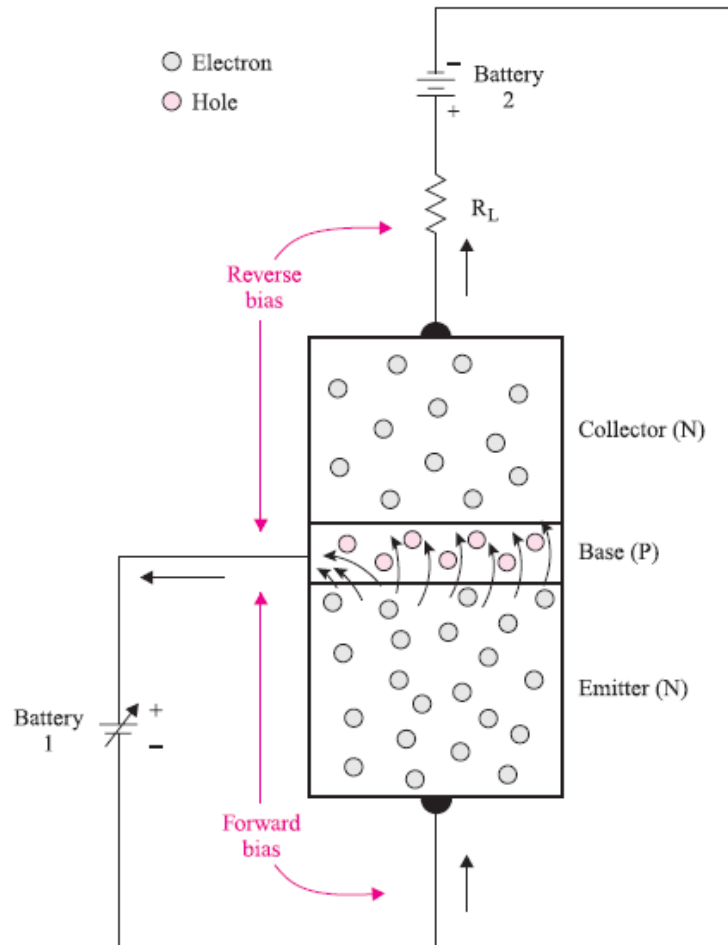


Hình 1-1: Transistor lưỡng cực

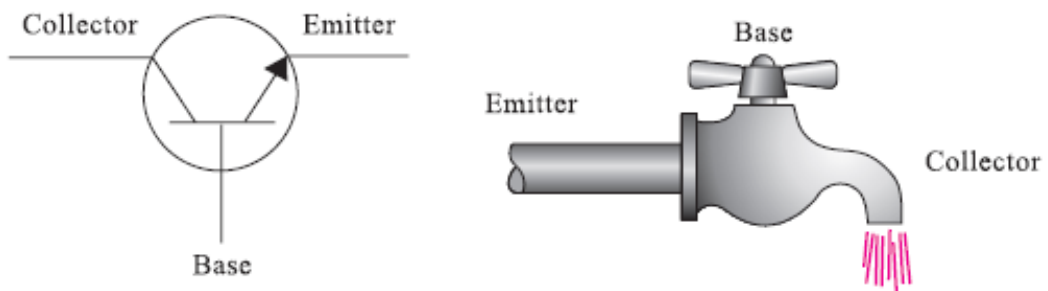
Hình 1-2, transistor NPN với mối nối B-E phân cực thuận và mối nối B-C phân cực nghịch. Dòng điện chạy qua mối nối B-E có hướng như phân cực thuận diode, từ cực âm sang cực dương của nguồn 1. Tuy nhiên, nếu vùng B mỏng và có tạp chất thì nó có giới hạn số lượng lỗ trống. Cho nên sẽ chỉ có một số ít phần trăm trong tổng số electron ở cực E liên kết với lỗ trống chảy qua cực B. Số electron còn lại không có chỗ để đi ngoại trừ đi xuyên qua mối nối B-C. Chúng tiếp tục đi qua vùng C đến cực dương của nguồn 2. Khi điện áp nguồn 1 thay đổi thì dòng điện qua cực B thay đổi. Độ lớn dòng điện cực B quyết

định điện trở giữa E và C. Điện áp tại B càng cao thì dòng điện qua B càng nhiều tương ứng với điện trở giữa E-C càng thấp.

Transistor hoạt động giống như vòi nước ở Hình 1-3. Cực E là ngõ vào, C là ngõ ra. Cực B là van điều khiển dòng điện chảy qua. Dòng B-E điều khiển đường dòng điện chính giữa E và C. Một vài mili-ampe của dòng B có thể điều khiển vài trăm mili-ampe của dòng điện C.



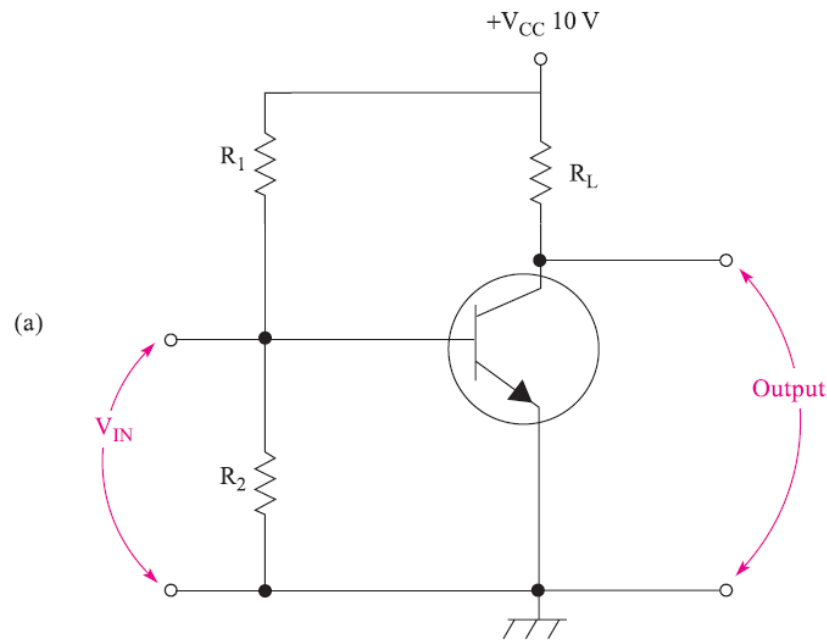
Hình 1-2: Sự phân cực của transistor NPN

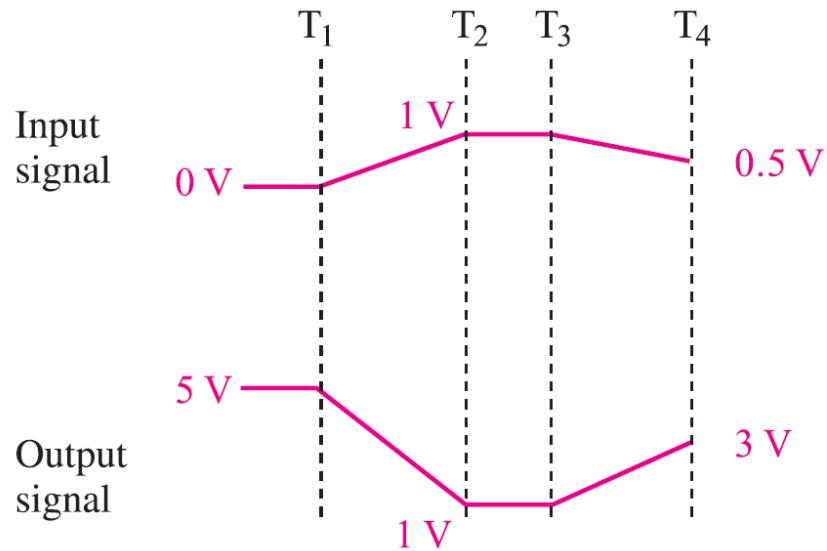


Hình 1-3: Transistor hoạt động như vòi nước.

- Thay thế cho việc dùng nguồn pin để phân cực cho mỗi nối transistor, một mạng điện trở và một nguồn DC (hình 2-4(a)) được sử dụng. Điện trở  $R_1$  và  $R_2$  là mạch phân áp cung cấp điện áp cho cực B. Điện trở  $R_L$  mắc nối tiếp với transistor dẫn điện. Tín hiệu ngõ vào  $V_{IN}$  cấp vào cực B. Ngõ ra bộ khuếch đại được xác định là giữa cực C và mass, kết quả là điện áp tại C biến thiên.

- Khi  $V_{IN}$  càng dương, thể hiện giữa thời gian  $T_1$  và  $T_2$  của dạng sóng trong Hình 1-4(b), dòng điện B tăng lên. Dòng điện C tăng lên, độ sụt áp  $I_C.R_C$  cũng tăng, làm cho điện áp cực C giảm xuống (vì  $V_{out} = V_{CC} - I_C.R_C$ ). Tương tự, khi điện áp ngõ vào giảm xuống, dòng điện B thấp, dòng điện C giảm. Kết quả là  $I_C.R_C$  giảm nên điện áp cực C tăng lên.





Hình 1-4: Bộ khuếch đại Transistor NPN.

- Dạng sóng thể hiện sự đảo pha 180 độ giữa điện áp vào và tín hiệu ngõ ra. Dạng sóng chỉ ra sự khuếch đại từ khi điện áp biến đổi nhỏ ở ngõ vào làm cho điện áp biến đổi lớn ở ngõ ra. Điện áp dương càng cao cấp cho transistor NPN làm cho transistor càng dẫn mạnh. Khi điện áp đạt mức ngưỡng cao, transistor sẽ ở chế độ bão hòa vì nó không thể dẫn được dòng điện cao hơn nữa. Khi đó điện áp gần bằng 0V sẽ được đọc ở ngõ ra. Giống như vậy, khi ngõ vào giảm điện áp, B-E không thể phân cực thuận và dòng điện C cũng không còn. Điện trở giữa E-C tăng đến vô cực. Chế độ đó gọi là chế độ ngắt do Transistor giảm điện áp cung cấp, giống như một công tắc mở.

- Một transistor PNP hoạt động theo hướng ngược lại. Điện áp âm cấp vào ngõ vào B làm cho transistor dẫn mạnh. điện áp dương sẽ làm transistor dẫn yếu hơn.

Tóm lại: Ở phần này, tác giả chỉ muốn nhắc lại nguyên tắc cơ bản nhất hoạt động của một transistor lưỡng cực. Những phần tính toán các mạch khuếch đại cụ thể không phải mục đích chính ở phần này.

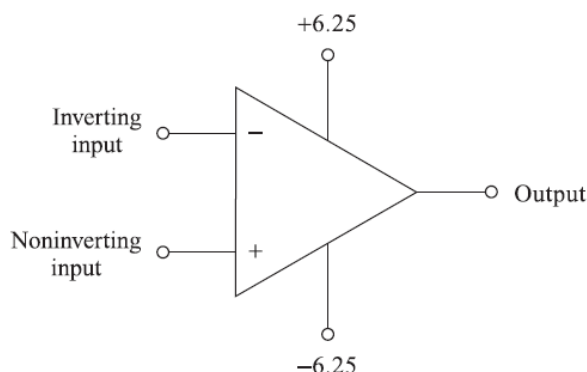
## 1.2 Bộ khuếch đại thuật toán:

Một bộ khuếch đại rất linh hoạt là bộ khuếch đại thuật toán: **operational amplifier** (op-amp). Op-amp phổ biến nhất là uA741 được tích hợp sẵn trong một IC 8 chân. Nó có 3 đặc tính quan trọng của Op-amp là tạo ra các bộ khuếch đại lý tưởng có:

- Tổng trở ngõ vào cao.
- Hệ số khuếch đại điện áp cao.
- Tổng trở ngõ ra thấp.

Hình 1-5 thể hiện ký hiệu chuẩn của op-amp uA741. Được biểu diễn bởi hình tam giác, op-amp có hai ngõ vào gắn ở cạnh bên trái và một ngõ ra gắn ở đỉnh của hình tam

giác. Thông thường, op-amp có hai chân cấp nguồn riêng biệt. Một chân gắn ở cạnh trên tam giác, kết nối với nguồn dương, chân còn lại nối với nguồn âm. Hai nguồn này cho phép điện áp ngõ ra dao động với một trong hai điện áp âm hoặc dương so với mass.



Hình 1-5: Ký hiệu chuẩn của OP-AMP

Một ngõ vào có dấu trừ gọi là ngõ vào đảo, vì bất cứ tín hiệu DC hay AC cấp vào nó cũng bị đảo pha 180 độ ở tín hiệu ngõ ra. Ngõ vào còn lại có dấu cộng gọi là ngõ vào không đảo; bất cứ tín hiệu DC hay AC cấp vào nó cũng cùng pha với tín hiệu ở ngõ ra.

Khi linh kiện ngoài kết nối với ngõ vào và ngõ ra, op-amp có khả năng làm việc với nhiều chức năng. Cách kết nối linh kiện sẽ xác định chức năng làm việc của op-amp.

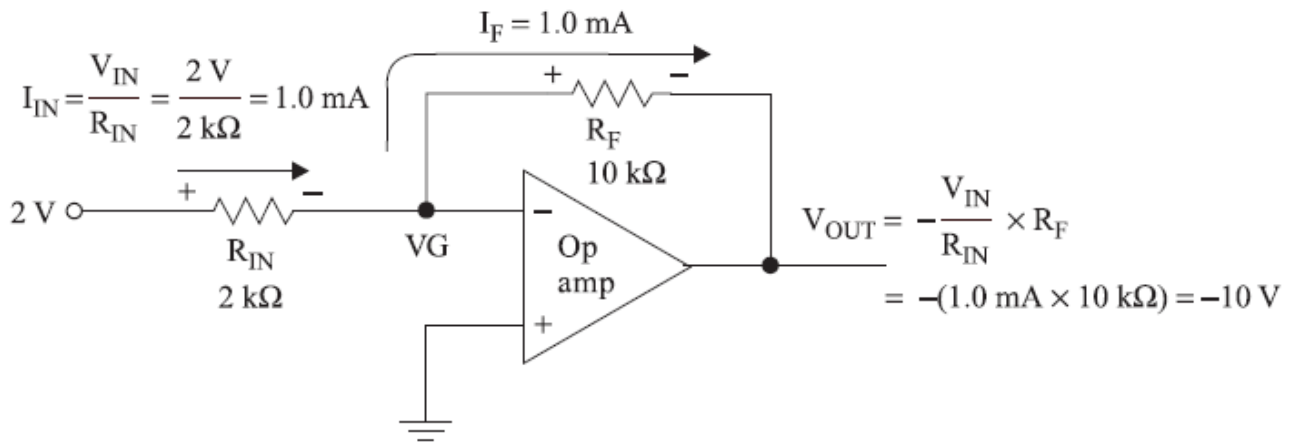
### **1.2.1 Bộ khuếch đại đảo:**

Đặc tính của op-amp là có thể khuếch đại điện áp khoảng 200,000 lần. Tuy nhiên, điện áp ngõ ra không thể vượt quá 80 phần trăm điện áp nguồn cung cấp. Ví dụ, điện áp tối đa ở ngõ ra của op-amp ở hình 1-5 là +5V và -5V vì điện áp nguồn là +6.26V và -6.25V. Cho nên, nó chỉ khuếch đại từ 25uV ngõ vào thành +5V hay -5V ở ngõ ra tùy thuộc vào chiều phân cực tín hiệu ngõ vào và đầu cấp tín hiệu đưa đến opamp.

Tuy nhiên, op-amp được sử dụng cho nhiều ứng dụng yêu cầu độ khuếch đại điện áp nhỏ hơn 200,000. Trong kỹ thuật gọi đó là hồi tiếp (Feedback) được dùng để điều khiển độ khuếch đại của thiết bị, nó được hình thành bằng cách nối điện trở từ ngõ ra trở đến một ngõ vào. Mạch hồi tiếp âm được thể hiện bởi hình 1-6. Nó hoạt động như sau:

- Cả hai ngõ vào đều có trở kháng cao; cho nên nó không cho phép dòng điện chạy vào hoặc ra.





Hình 1-6: Khuếch đại đảo

Áp dụng định luật K1 tại nút VG ta có :

$$\begin{aligned} I_{IN} &= I_F \\ \Leftrightarrow \frac{V_{IN} - V_G}{R_{IN}} &= \frac{V_G - V_{OUT}}{R_F} \end{aligned}$$

Mà  $V_G = V_+ = 0$  v nên ta có  $V_{OUT} = -\frac{R_F}{R_I} V_{In}$

- Điện áp ở ngõ vào trừ gọi là “0-volt virtual ground” (tạm dịch là mass 0V ảo) (vì nó tác động giống như mass 0V). Ngõ vào cộng kết nối với mass 0V thực tế.
- Vì điểm VG là 0V, có điện áp 2V rơi trên điện trở 2 kilohm ( $R_{in}$ ) và dòng điện chạy qua là 1mA.
- Dòng điện 1mA không thể chạy vào bên trong op-amp, do đó nó chạy qua điện trở hồi tiếp 10 kilohm ( $R_F$ ) và tạo nên điện áp 10V đặt trên 2 đầu  $R_F$ .
- Vì  $V_{out}$  được đo so với mass ảo nên điện áp là -10V
- Độ lợi điện áp của op-amp được xác định bằng công thức:

$$V_{GAIN} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$$

- Độ khuếch đại của mạch khuếch đại đảo liệt kê ở hình 1-6, vì tín hiệu 2V đặt lên ngõ vào được đảo thành -10V ngõ ra. Đặt điện áp âm tại ngõ vào bộ khuếch đại sẽ tạo nên điện áp dương ở ngõ ra. Độ khuếch đại bị ảnh hưởng bởi tỉ số giữa điện trở  $R_F$  và  $R_{in}$ .  $R_F$  càng lớn so với  $R_{in}$  thì độ khuếch đại càng lớn.
- Điện áp ngõ ra có thể xác định bằng công thức:

$$V_{OUT} = -\frac{V_{IN}}{R_{IN}} \times R_F$$

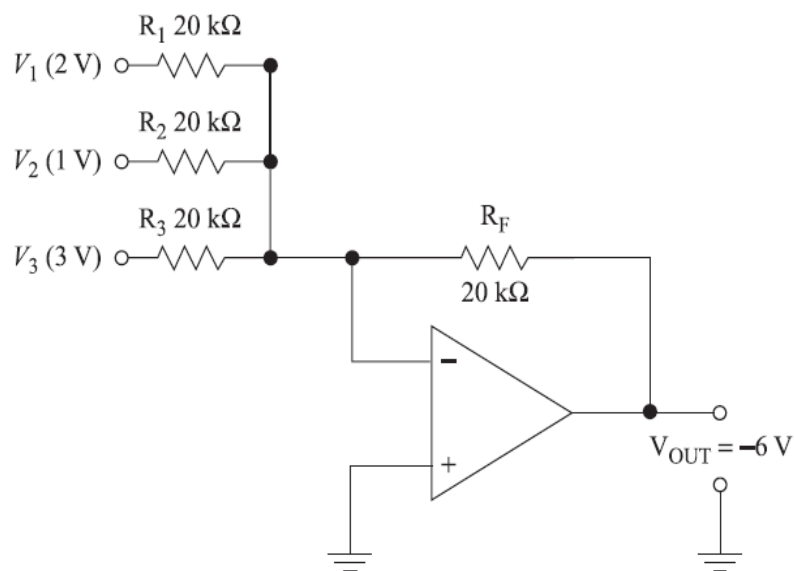
- Bảng 1-1 cung cấp ví dụ về bộ khuếch đại đảo với độ khuếch đại 10 lần với nhiều giá trị điện áp ngõ vào.

| $V_{IN}$ | $V_{OUT}$<br>(Volts) |
|----------|----------------------|
| +0.2     | -2                   |
| -0.4     | +4                   |
| 0        | 0                    |
| +0.32    | -3.2                 |

Bảng 1-1

### 1.2.2 Bộ khuếch đại cộng:

Khi hai hay nhiều ngõ vào được nối với nhau và cùng đặt lên ngõ vào của bộ khuếch đại op-amp, bộ khuếch đại cộng được hình thành. Dạng khuếch đại này có thể cộng đại số các tín hiệu DC và AC. Mạch điện hình 1-7 là mạch khuếch đại cộng đảo. Nó bao gồm điện trở hồi tiếp  $R_F$  20k $\Omega$ , ba điện trở 20k $\Omega$  mắc đồng thời và nối chung với nhau vào ngõ vào đảo của op-amp, ba nguồn +2V, +1V, +3V cấp đến đầu còn lại của 3 điện trở. Sự tính toán trên sơ đồ thể hiện cách xác định điện áp tại ngõ ra. Dòng điện của mỗi ngõ vào được tính toán sau đó cộng lại thu được kết quả là dòng điện chạy qua  $R_F$ . Tiếp đến điện áp ngõ ra được xác định bằng phép nhân  $I_{RF}$  với  $R_F$ .



Hình 1-7: Bộ khuếch đại cộng đảo.