

**ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HÀ NỘI**  
**TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ VIỆT NAM - HÀN QUỐC THÀNH PHỐ HÀ NỘI**

**NGUYỄN THANH HÀ (Chủ biên)**  
**TRỊNH THỊ HẠNH - TRƯƠNG VĂN HỢI**



## **GIÁO TRÌNH ĐIỆN TỬ TƯƠNG TỰ**

**Nghề: Điện tử công nghiệp**

**Trình độ: Trung cấp**

*(Lưu hành nội bộ)*

**Hà Nội - Năm 2019**

## LỜI NÓI ĐẦU

Để cung cấp tài liệu học tập cho học sinh - sinh viên và tài liệu cho giáo viên khi giảng dạy, Khoa Điện tử Trường CDN Việt Nam - Hàn Quốc thành phố Hà Nội đã chỉnh sửa, biên soạn cuốn giáo trình “**ĐIỆN TỬ TƯƠNG TỰ**” dành riêng cho học sinh - sinh viên ngành Điện tử công nghiệp. Đây là mô đun trong chương trình đào tạo nghề Điện tử công nghiệp trình độ Trung cấp.

Nhóm biên soạn đã tham khảo các tài liệu: “**Điện tử tương tự**” dùng cho sinh viên các Trường Đại học kỹ thuật, Cao đẳng, Thiết kế và xây dựng mạch điện quanh ta - Tăng Văn Mùi, Trần Duy Nam - NXB khoa học kỹ thuật, 110 mạch ứng dụng của op-amp - R. M. MARSTON, Kỹ thuật điện tử - Đỗ Xuân Thụ NXB Giáo dục, Hà Nội, 2005 và nhiều tài liệu khác.

Mặc dù nhóm biên soạn đã có nhiều cố gắng nhưng không tránh được những thiếu sót. Rất mong đồng nghiệp và độc giả góp ý kiến để giáo trình hoàn thiện hơn.

**Xin chân thành cảm ơn!**

*Hà Nội, ngày ... tháng 09 năm 2019*

**Chủ biên: Nguyễn Thanh Hà**

# MỤC LỤC

|  |            |
|--|------------|
| LỜI NÓI ĐẦU .....  | 1          |
| MỤC LỤC .....  | 2          |
| <b>CHƯƠNG TRÌNH MÔ ĐUN .....</b>                               | <b>3</b>   |
| <b>Bài 1 Khuếch đại thuật toán .....</b>                       | <b>5</b>   |
| 1.1. Khái niệm .....   | 5          |
| 1.2. Cấu trúc của họ IC khuếch đại thuật toán thông dụng ..... | 7          |
| <b>Bài 2 Ứng dụng của khuếch đại thuật toán .....</b>          | <b>12</b>  |
| 2.1. Mạch khuếch đại đảo .....                                 | 12         |
| 2.2. Mạch khuếch đại không đảo .....                           | 15         |
| 2.3. Mạch cộng .....   | 17         |
| 2.4. Mạch trừ .....  | 18         |
| 2.5. Mạch nhân .....   | 20         |
| 2.6. Mạch chia .....   | 20         |
| 2.7. Mạch khuếch đại vi sai .....                              | 21         |
| <b>Bài 3 Mạch dao động .....</b>                               | <b>45</b>  |
| 3.1. Mạch dao động sin .....                                   | 45         |
| 3.2. Mạch dao động không sin .....                             | 48         |
| <b>Bài 4 Mạch nguồn .....</b>                                  | <b>64</b>  |
| 4.1. Mạch nguồn dùng IC ổn áp .....                            | 64         |
| 4.2. Các mạch ứng dụng .....                                   | 67         |
| <b>Bài 5 Các vi mạch tương tự thông dụng .....</b>             | <b>76</b>  |
| 5.1. Vi Mạch định thời .....                                   | 76         |
| 5.2. Vi mạch công suất âm tần .....                            | 84         |
| 5.4. Vi mạch ghi – phát âm tần .....                           | 94         |
| <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>                                | <b>113</b> |

## CHƯƠNG TRÌNH MÔ ĐUN

**Tên mô đun:** Điện tử tương tự

**Mã mô đun:** 11

**Thời gian thực hiện mô đun:** 60 giờ; (LT: 20 giờ; TH: 36 giờ; KT: 4 giờ)

### I. Vị trí, tính chất của mô đun

- Vị trí:

Môn học được bố trí dạy sau khi học xong các môn cơ bản như linh kiện điện tử, đo lường điện tử...

- Tính chất

Là môn học bắt buộc.

II. Mục tiêu của mô đun:

- Kiến thức:

Trình bày được nguyên lý hoạt động, công dụng của các mạch điện dùng vi mạch tương tự.

Giải thích được các sơ đồ ứng dụng vi mạch tương tự trong thực tế

- Về kỹ năng:

Phân tích được các nguyên nhân hư hỏng trên mạch ứng dụng dùng vi mạch tương tự.

Kiểm tra, thay thế được các linh kiện hư hỏng trên các mạch điện tử dùng vi mạch tương tự.

- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

Rèn luyện cho học sinh thái độ nghiêm túc, tỉ mỉ, chính xác trong thực hiện công việc.

Có tác phong công nghiệp, ý thức tổ chức kỷ luật, khả năng làm việc độc lập cũng như phối hợp làm việc nhóm trong quá trình sản xuất.

### III. Nội dung mô đun:

#### 1. Nội dung tổng quát và phân bổ thời gian

| STT | Tên chương, mục   | Thời gian ( giờ) |           |                   |                         |
|-----|---|------------------|-----------|-------------------|-------------------------|
|     |   | Tổng số          | Lý thuyết | Thực hành Bài tập | Kiểm tra * (LT hoặc TH) |
| 1   | Khuếch đại thuật toán                                     | 2                | 2         |                   |                         |
|     | Khái niệm   |                  |           |                   |                         |
|     | Cấu trúc chung của họ IC khuếch đại thuật toán thông dụng |                  |           |                   |                         |
| 2   | Ứng dụng của khuếch đại thuật toán                        | 20               | 6         | 13                | 1                       |
|     | Mạch khuếch đại đảo                                       |                  | 0,5       | 1                 |                         |
|     | Mạch khuếch đại không đảo                                 |                  | 0,5       | 1                 |                         |
|     | Mạch cộng   |                  | 0,5       | 2                 |                         |
|     | Mạch trừ  |                  | 0,5       | 1                 |                         |
|     | Mạch nhân   |                  | 0,5       | 1                 |                         |
|     | Mạch chia   |                  | 0,5       | 1                 |                         |
|     | Mạch khuếch đại vi sai                                    |                  | 0,5       | 2                 |                         |
|     | Mạch vi phân  |                  | 1         | 2                 |                         |
|     | Mạch tích phân  |                  | 0,5       | 2                 |                         |
|     | Mạch logarit  |                  | 1         | 2                 |                         |
| 3   | Mạch dao động   | 10               | 4         | 5                 | 1                       |
|     | Mạch dao động sin   |                  | 1         | 1                 |                         |
|     | Dao động không sin  |                  | 1         | 2                 |                         |
|     | Các mạch tạo sóng đặc biệt                                |                  | 2         | 2                 |                         |
| 4   | Mạch nguồn  | 10               | 3         | 6                 | 1                       |
|     | Mạch nguồn dùng IC ổn áp                                  |                  | 1         | 3                 |                         |
|     | Các mạch ứng dụng   |                  | 2         | 3                 |                         |
| 5   | Các vi mạch tương tự thông dụng                           | 18               | 5         | 12                | 1                       |
|     | Vi mạch định thời   |                  | 1         | 3                 |                         |
|     | Vi mạch công suất âm tần                                  |                  | 2         | 3                 |                         |
|     | Vi mạch tạo hàm   |                  | 1         | 3                 |                         |
|     | Vi mạch ghi - phát âm tần                                 |                  | 1         | 3                 |                         |
|     | <b>Cộng</b>   | <b>60</b>        | <b>20</b> | <b>36</b>         | <b>4</b>                |

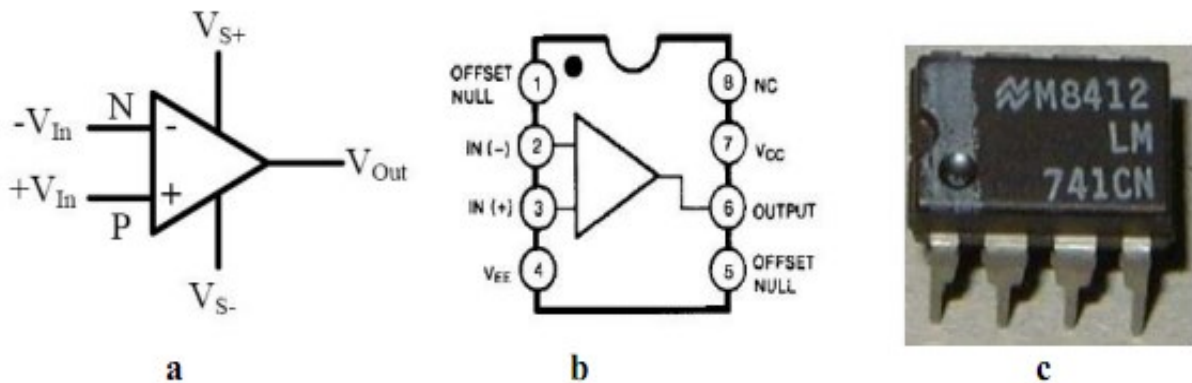
## Bài 1

### Khuếch đại thuật toán

#### Mục tiêu

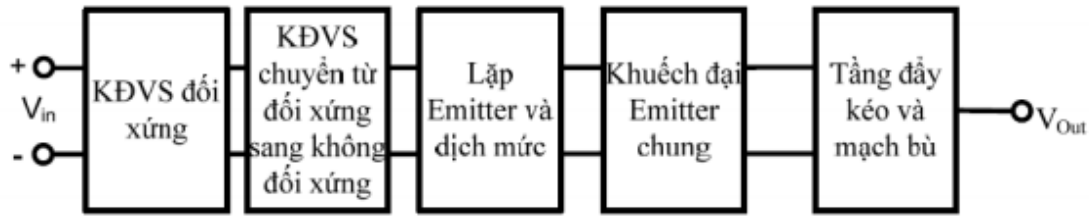
- Trình bày được nguyên lý cấu tạo, các đặc tính cơ bản của khuếch đại thuật toán
- Nhận dạng được các loại IC khuếch đại thuật toán thông dụng trong thực tế
- Tích cực, chủ động và sáng tạo trong học tập

#### 1.1. Khái niệm.



Hình 1.1a là ký hiệu của KĐT :

Khuếch đại thuật toán (KĐT) ngày nay được sản xuất dưới dạng các IC tương tự (analog). Có từ "thuật toán" vì lần đầu tiên chế tạo ra chúng người ta sử dụng chúng trong các máy điện toán. Do sự ra đời của khuếch đại thuật toán mà các mạch tổ hợp analog đã chiếm một vai trò quan trọng trong kỹ thuật mạch điện tử. Trước đây chưa có khuếch đại thuật toán thì đã tồn tại vô số các mạch chức năng khác nhau. Ngày nay, nhờ sự ra đời của khuếch đại thuật toán số lượng đó đã giảm xuống một cách đáng kể vì có thể dùng khuếch đại thuật toán để thực hiện các chức năng khác nhau nhờ mạch hồi tiếp ngoài thích hợp. Trong nhiều trường hợp dùng khuếch đại thuật toán có thể tạo hàm đơn giản hơn, chính xác hơn và giá thành rẻ hơn các mạch khuếch đại rời rạc (được lắp bằng các linh kiện rời) . Ta hiểu khuếch đại thuật toán như một bộ khuếch đại lý tưởng : có hệ số khuếch đại điện áp vô cùng lớn  $K \rightarrow \infty$ , dải tần số làm việc từ  $0 \rightarrow \infty$ , trở kháng vào cực lớn  $Z_v \rightarrow \infty$ , trở kháng ra cực nhỏ  $Z_r \rightarrow 0$ , có hai đầu vào và một đầu ra. Thực tế người ta chế tạo ra KĐT có các tham số gần được lý tưởng.



KĐTT ngày nay có thể được chế tạo như một IC hoặc nằm trong một phần của IC đa chức năng .

Tên gọi, khuếch đại thuật toán“ trước đây dùng để chỉ một loại mạch điện được sử dụng trong máy tính tương tự, nhiệm vụ mạch này nhằm thực hiện các phép tính như: Cộng, trừ, vi phân, tích phân ...Khuếch đại thuật toán được viết tắt là OPs hoặc op-amp. Hiện nay, người ta sản xuất khuếch đại thuật toán dựa trên kỹ thuật mạch đơn tinh thể và được ứng dụng rộng rãi trong kỹ thuật tương tự.

Điện áp một chiều cung cấp cho khuếch đại thuật toán là điện áp đối xứng  $\pm VS$ , thông thường trong sơ đồ mạch không vẽ các chân cung cấp điện áp này. Tuy nhiên, trong các ứng dụng khuếch đại tín hiệu xoay chiều có thể sử dụng nguồn cấp điện đơn cực như  $+ VS$  hoặc  $- VS$  so với masse.

Khuếch đại thuật toán có hai ngõ vào ký hiệu là  $+V_{in}$  còn được gọi là ngõ vào không đảo hoặc ngõ vào P (positive) và ngõ vào  $-V_{in}$  còn gọi là ngõ vào đảo hoặc ngõ vào N(negative) như ở hình 1.1. Tín hiệu ở ngõ vào không đảo cùng pha với tín hiệu ra và tín hiệu ở ngõ vào đảo thì ngược pha với tín hiệu ngõ ra

Điện áp một chiều cung cấp cho khuếch đại thuật toán là điện áp đối xứng  $\pm UB$ , thông thường trong sơ đồ mạch không vẽ các chân cung cấp điện áp này. Tuy nhiên, trong các ứng dụng khuếch đại tín hiệu xoay chiều có thể sử dụng nguồn cấp điện đơn cực như  $+ UB$  hoặc  $- UB$  so với masse.

Khuếch đại thuật toán có hai ngõ vào ký hiệu là E+ còn được gọi là ngõ vào không đảo hoặc ngõ vào P (positive) và ngõ vào E- còn gọi là ngõ vào đảo hoặc ngõ vào N(negative) như ở hình 1.1. Tín hiệu ở ngõ vào không đảo cùng pha với tín hiệu ra và tín hiệu ở ngõ vào đảo thì ngược pha với tín hiệu ngõ ra

#### Đặc tính của opamp

Ký hiệu ngõ ra là A, thông thường một vi mạch khuếch đại thuật toán có tối thiểu 5 chân ra đó là: 2 chân tín hiệu vào, một chân tín hiệu ra và 2 chân cấp điện một chiều, trong bảng dưới đây trình bày đặc tính của một khuếch đại thuật toán lý tưởng so sánh với khuếch đại thuật toán thực tế. Hiện nay hệ số khuếch đại mạch hở  $V_0$  và điện trở ngõ vào  $r_e$  của khuếch đại thuật toán thực tế cũng rất gần với các giá trị lý tưởng.

| Đặc tính   | op-amp lý tưởng         | op-amp thực tế                              |
|--|-------------------------|---|
| Hệ số khuếch đại mạch hở $V_0 = \frac{U_A}{U_D}$       | $V_0 = \infty$          | $V_0 = 20 \cdot 10^3 \dots 100 \cdot 10^3$  |
| Điện trở ngõ vào $r_e = \frac{\Delta U_D}{\Delta I_E}$ | $r_e = \infty \Omega$   | $r_e = 10^5 \Omega \dots 10^{15} \Omega$    |
| Điện trở ngõ ra $r_a = \frac{\Delta U_A}{\Delta I_A}$  | $r_a = 0 \Omega$        | $r_a = 30 \Omega \dots 1 \text{ K}\Omega$   |
| Ảnh hưởng nhiệt độ $\Delta U = f(\vartheta)$           | không ảnh hưởng         | $-50^\circ\text{C} \dots +75^\circ\text{C}$ |
| Dải thông  | $B = \infty \text{ Hz}$ | Tùy theo V: $10^4 \dots 10^7 \text{ Hz}$    |
| Phạm vi điều khiển $U_A = f(U_E)$                      | $-\infty \dots +\infty$ | $-U_{B1} \dots +U_B$                        |

## 1.2. Cấu trúc của họ IC khuếch đại thuật toán thông dụng.

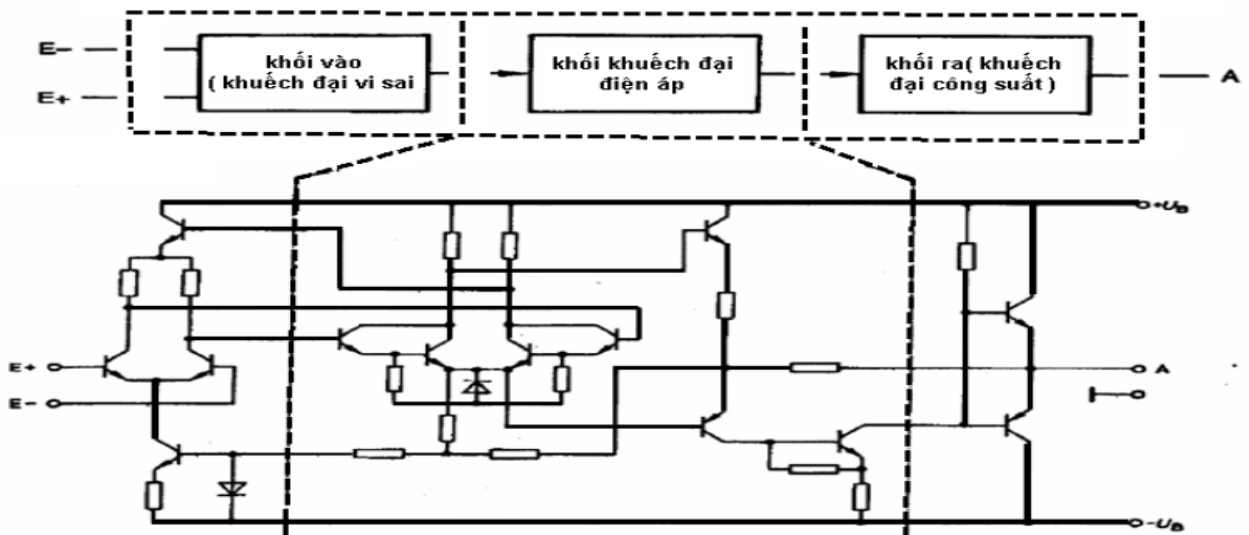
### 1.2.1. Cấu trúc mạch điện

Khuếch đại gồm nhiều tầng khuếch đại ghép trực tiếp với nhau và được chế tạo dưới dạng một vi mạch, các tầng này được chia thành 3 khối cơ bản như sau:

Khối ngõ vào.

Khối khuếch đại điện áp.

Khối ngõ ra.



Hình 1.2. Cấu trúc chung của họ IC khuếch đại thuật toán

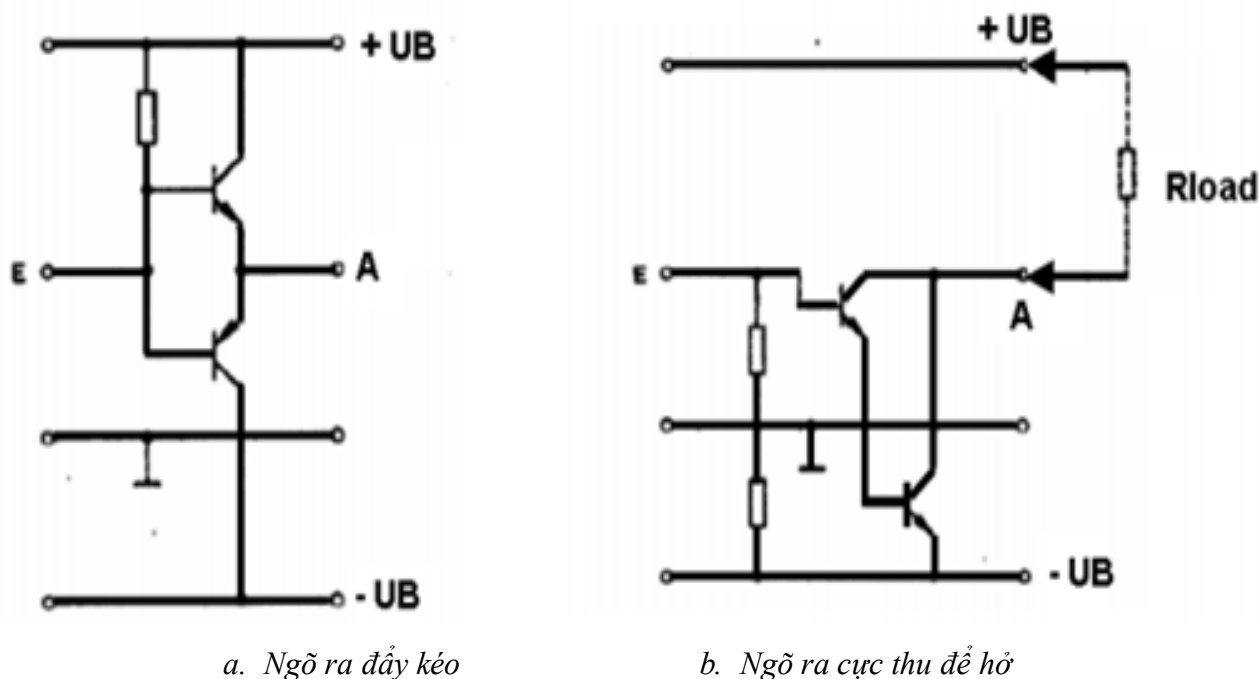
Số lượng transistor, điện trở trong các loại khuếch đại thuật toán khác nhau thường không giống nhau. Trong thực tế sử dụng chỉ cần quan tâm đến khối vào và khối ra của khuếch đại thuật toán. Hình 1.2 trình bày cấu tạo của vi mạch  $\mu\text{A}709$



Khối vào là một khuếch đại vi sai BJT gồm hai transistor ráp theo kiểu khuếch đại cực phát chung, hai transistor này có thể dùng loại transistor trường nhằm tăng điện trở ngõ vào re của mạch, để hạn chế mức điện áp vào vi sai giữa E+ và E- không quá lớn, ở một vài loại khuếch đại thuật toán có đặt các diode song song ngược chiều nhau ở hai ngõ vào này.

Tiếp theo khối vào là khối khuếch đại điện áp cũng gồm một hoặc nhiều tầng khuếch đại vi sai tùy theo từng loại khuếch đại thuật toán, tín hiệu ra của khối này sẽ điều khiển khối khuếch đại công suất ở ngõ ra.

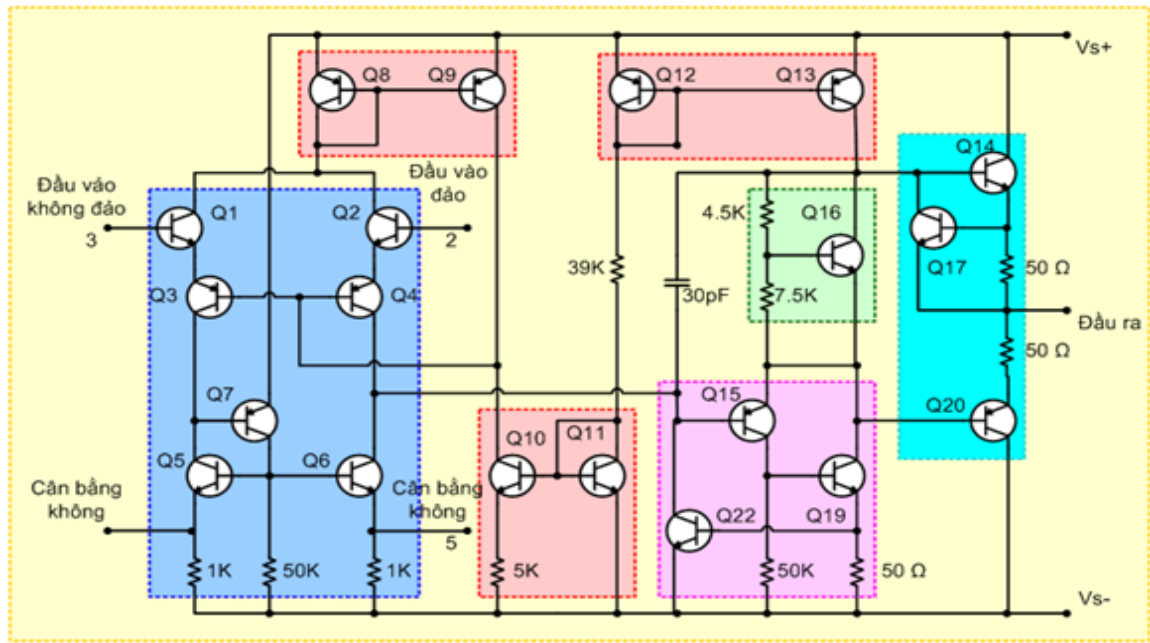
Cấu tạo khối ra có thể là một mạch khuếch đại đơn với cực thu để hở (open collector), nhưng thông dụng nhất là một mạch khuếch đại đẩy-kéo (push pull) tải cực phát nhằm mục đích giảm điện trở ngõ ra và nâng cao biên độ điện áp ra. Hình 1.3 trình bày hai dạng cấu tạo ngõ ra của khuếch đại thuật toán.



Hình 1.3 Cấu tạo hai mạch ngõ ra

Đối với loại ngõ ra khuếch đại đẩy kéo, điện trở ra ra vào khoảng từ 30  $\Omega$  đến 100  $\Omega$  và dòng tải lớn nhất tùy theo từng loại mạch có thể từ 10 mA đến 25 mA còn dòng tải của loại cực thu để hở khoảng 70 mA. Hiện nay, các vi mạch khuếch đại thuật toán đều được chế tạo với ngõ ra có khả năng tự bảo vệ ngắn mạch.

Sơ đồ mạch điện của IC khuếch đại thuật toán 741



Hình 1.4. Sơ đồ khuếch đại thuật toán

Tầng thứ nhất là tầng khuếch đại vi sai đối xứng trên T1 và T2. Để tăng trở kháng vào chọn dòng collector và emitter của chúng nhỏ, sao cho hồ dẫn truyền đạt nhỏ. Có thể thay T1 và T2 bằng transistor trường để tăng trở kháng vào T3, T4, R3, R4, và R5 tạo thành nguồn dòng (ở đây T4 mắc thành điôt để bù nhiệt)

Tầng thứ hai là khuếch đại vi sai đầu vào đối xứng, đầu ra không đối xứng: emitter của chúng cũng đấu vào nguồn dòng T3. Tầng này có hệ số khuếch đại điện áp lớn.

Tầng thứ ba là tầng ra khuếch đại đẩy kéo T9 – T10 mắc collector chung, cho hệ số khuếch đại công suất lớn, trở kháng ra nhỏ.

Giữa tầng thứ hai và tầng ra là tầng đệm T7, T8 nhằm phối hợp trở kháng giữa chúng và đảm bảo dịch mức điện áp. ở đây T7 là mạch lặp emitter, tín hiệu lấy ra trên một phần của tải là R9 và trở kháng vào của T8. Tầng T8 mắc emitter chung. Chọn R9 thích hợp và dòng qua nó thích hợp sẽ tạo được một nguồn dòng đưa vào base của T8 sẽ cho mức điện áp một chiều thích hợp ở base của T9 và T10 để đảm bảo có điện áp ra bằng 0 khi không có tín hiệu vào. Mạch ngoài mắc thêm R10, C1, C2 để chống tự kích.

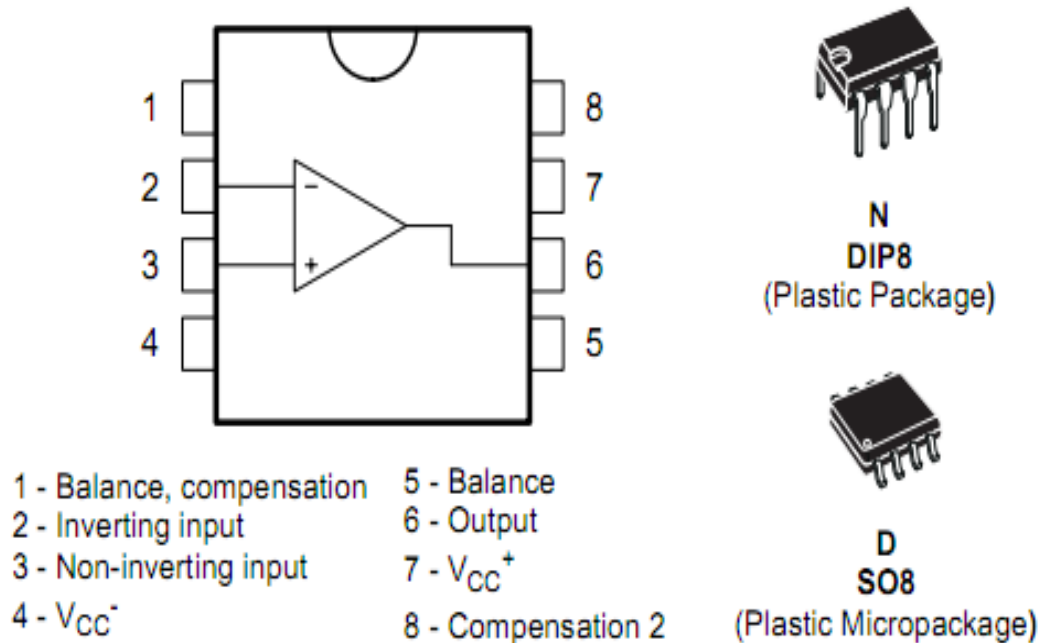
### 1.2.2. Thông số và hình dạng bên ngoài

Tùy theo lĩnh vực ứng dụng, khuếch đại thuật toán được chế tạo với các thông số và hình dáng của vỏ phù hợp, hình 1.5 trình bày các thông số giới hạn và định mức của một số loại khuếch đại thuật toán điển hình.

| Thông số                   | Ký hiệu            | BJT              |                  |                | JFET                      |                           |
|----------------------------|--------------------|------------------|------------------|----------------|---------------------------|---------------------------|
|                            |                    | TBA221<br>TBA741 | TAA521<br>TAA709 | TAA761         | LF355                     | LF357                     |
| <b>Giới hạn</b>            |                    |                  |                  |                |                           |                           |
| Điện áp nguồn              | $U_{Bmax}$         | $\pm 18$ V       | $\pm 18$ V       | $\pm 18$ V     | $\pm 18$ V                | $\pm 18$ V                |
| Điện áp vào vi sai         | $U_{Dmax}$         | $\pm 30$ V       | $\pm 5$ V        | $\pm 18$ V     | $\pm 30$ V                | $\pm 30$ V                |
| Thời gian ngắn mạch        | $t_z$              | $\infty$         | 5 S              | o.p            | $\infty$                  | $\infty$                  |
| Nhiệt độ cho phép          | $\vartheta_{Jmax}$ | 150°C            | 150°C            | 150°C          | 100°C                     | 100°C                     |
| Nhiệt trở (vỏ nhựa)        | $R_{thSU}$         | 120K/W           | 120K/W           | 120K/W         | 175K/W                    | 175K/W                    |
| Mạch-Môi trường            | $R_{thSG}$         | 80K/W            | 80K/W            | 80K/W          | -                         | -                         |
| Mạch-Vỏ                    |                    |                  |                  |                |                           |                           |
| <b>Định mức</b>            |                    |                  |                  |                |                           |                           |
| $U_B = \pm 15$ V           |                    |                  |                  |                |                           |                           |
| $\vartheta_U = 25^\circ$ C |                    |                  |                  |                |                           |                           |
| HSKĐ mạch hở               | $V_O$              | 100 dB           | 93 dB            | 85 dB          | 80 dB                     | 80 dB                     |
| Điện áp bù                 | $U_O$              | $\pm 6$ mV       | $\pm 2$ mV       | $\pm 6$ mV     | $\pm 3$ mV                | $\pm 3$ mV                |
| HSNTHĐPha                  | G                  | 90 dB            | 90 dB            | 79 dB          | 100 dB                    | 100 dB                    |
| Điện trở ngõ vào           | $r_e$              | 2 M $\Omega$     | 260 K $\Omega$   | 200 K $\Omega$ | 10 <sup>12</sup> $\Omega$ | 10 <sup>12</sup> $\Omega$ |
| Dòng điện ngõ vào          | $I_E$              | 80 nA            | 300 nA           | 500 nA         | 30 pA                     | 30 pA                     |
| Điện trở ngõ ra            | $r_a$              | 75 $\Omega$      | 150 $\Omega$     | o.p            | 50 W                      | -                         |
| Dòng điện ngõ ra (max)     | $I_A$              | 20 mA            | 10 mA            | 70 mA          | 25 mA                     | -                         |
| Tần số giới hạn            | $f_g$              | 5 Hz             | theo RC          | 10 Hz          | 25 Hz                     | -                         |
| Tần số cắt                 | $f_T$              | 500KHz           | 5 MHz            | 200KHz         | 2,5MHz                    | 25 MHz                    |
| Biến thiên điện áp ra      | $U_{Amax}$         | $\pm 13$ V       | $\pm 13$ V       | $\pm 13$ V     | $\pm 13$ V                | $\pm 13$ V                |
| Phạm vi đồng pha           | $U_{GLmax}$        | $\pm 13$ V       | $\pm 10$ V       | $\pm 9$ V      | $\pm 15$ V                | -                         |
|                            |                    |                  |                  |                | - 12 V                    |                           |

Hình 1.5: Giới hạn định mức của opamp

Về hình dạng của vỏ, có loại khuếch đại thuật toán vỏ nhựa với từ 6, 8 cho đến 14 chân ra hoặc cũng có loại vỏ bằng kim loại, ở hình 1.6 trình bày các dạng vỏ của một số khuếch đại thuật toán thông dụng.



Hình 1.6: Các dạng vỏ của mạch khuếch đại thuật toán

- Yêu cầu về đánh giá

+ Về lý thuyết: Hiểu và thực hiện được các nội dung sau

Cấu tạo, đặc tính của op-amp.

Các ứng dụng cơ bản và thông dụng của op-amp

Giải thích sơ đồ khối cấu tạo các vi mạch tương tự

+ Về thực hành: Có khả năng làm được

Phân tích cấu trúc IC

- Về thái độ

Cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác.

## Bài 2

### Ứng dụng của khuếch đại thuật toán

#### Mục tiêu:

- Phân tích được nguyên lý hoạt động của các mạch khuếch đại đảo, mạch khuếch đại không đảo, mạch cộng, mạch trừ, mạch nhân, mạch chia, mạch khuếch đại vi sai, mạch vi phân, mạch tích phân, mạch logarit dùng khuếch đại thuật toán

- Tính toán được các thông số hoạt động của các mạch khuếch đại thông dụng trên

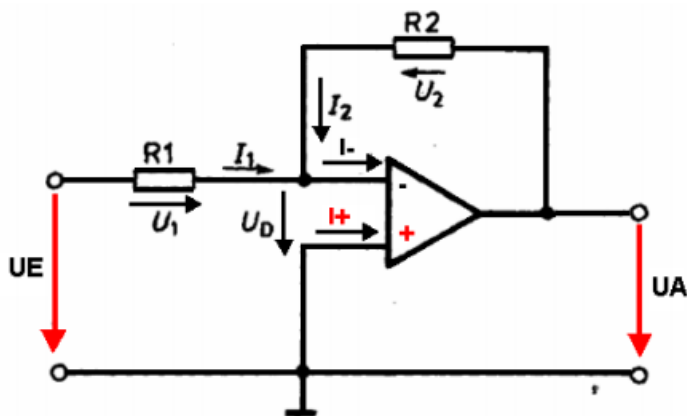
- Thiết kế được các mạch ứng dụng cho một số mạch thông dụng trên

- Kiểm tra, thay thế được các linh kiện hư hỏng trên mạch ứng dụng trên

- Chủ động và tích cực trong học tập và rèn luyện

#### 2.1. Mạch khuếch đại đảo

##### 2.1.1. Nguyên lý hoạt động



Hình 2.1. Mạch khuếch đại đảo

Hệ số khuếch đại điện áp  $V$  của mạch được tính với điều kiện khuếch đại thuật toán là lý tưởng có nghĩa là  $V_o = \infty$  và  $r_e = \infty$ .

Xét tại ngõ vào của mạch:

$$U_A = U_D - U_2$$

$$\text{mà: } U_D = 0 \text{ V}$$

$$\text{do đó: } U_A = - U_2$$

Từ đó tính được hệ số khuếch đại của mạch

$$V = \frac{U_A}{U_E} = -\frac{U_2}{U_1}$$

Vì  $r_e = \infty$  nên dòng qua  $R_1$  bằng dòng qua  $R_2$ . Suy ra:

$$V = -\frac{U_2}{U_1} = -\frac{I.R_2}{I.R_1} = -\frac{R_2}{R_1}$$

Từ công thức trên cho thấy hệ số khuếch đại của mạch khuếch đại đảo chỉ phụ thuộc vào các linh kiện ngoài đó là hai điện trở  $R_1$  và  $R_2$  và dấu trừ chứng tỏ điện áp ra và điện áp vào ngược pha nhau.

Ví dụ: Cho mạch khuếch đại đảo với  $U_E = 100 \text{ mV}$ ,  $U_A = -2 \text{ V}$  và  $R_1 = 10 \text{ K}\Omega$ . Tìm hệ số khuếch đại  $V$  và giá trị của  $R_2$  ?

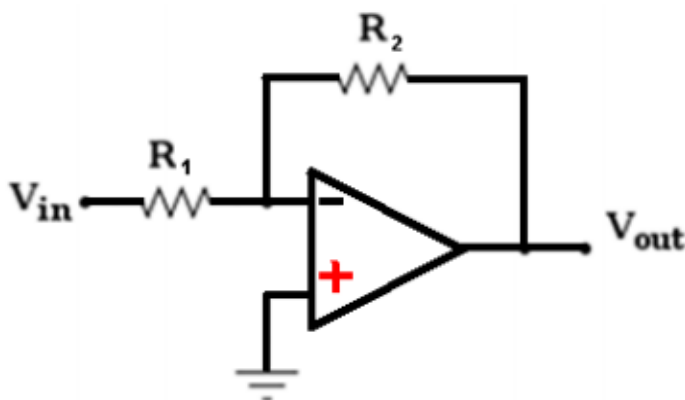
Giải :

$$V = \frac{U_A}{U_E} = \frac{2 \text{ V}}{100 \text{ mV}} = 20$$

$$V = \frac{R_2}{R_1}$$

$$R_2 = V.R_1 = 20.10 \text{ K}\Omega = 200 \text{ K}\Omega$$

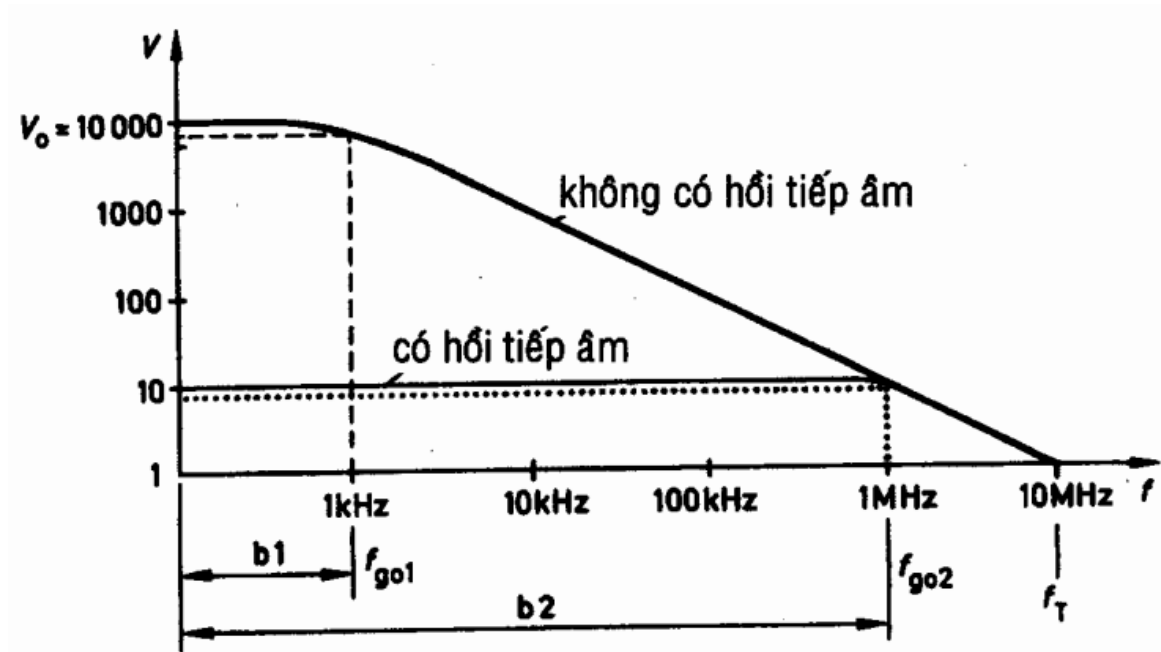
Hình 2.2 Trình bày ký hiệu điện của mạch khuếch đại đảo nói trên. Bảng 1 tóm tắt các thông số quan trọng nhất của mạch khuếch đại đảo dùng khuếch đại thuật toán.



Hình 2.2: Ký hiệu của mạch khuếch đại đảo

|                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| Hệ số khuếch đại điện áp | $V = -\frac{R_2}{R_1}$     |
| Điện trở ngõ vào         | $r_e' = R_1$               |
| Điện trở ngõ ra          | $r_a' = r_a \frac{V}{V_o}$ |

Do cấu tạo của khuếch đại thuật toán gồm nhiều mạch khuếch đại liên lạc trực tiếp với nhau nên khuếch đại thuật toán có khả năng khuếch đại một chiều có nghĩa là giới hạn tần số thấp  $f_{min} = 0 \text{ Hz}$  và giới hạn tần số cao  $f_{max}$  chỉ vào khoảng 1KHz. Hình 2.4 mô tả đáp ứng tần số của một mạch khuếch đại thuật toán.



Hình 2.3: Đáp ứng tần số của opamp

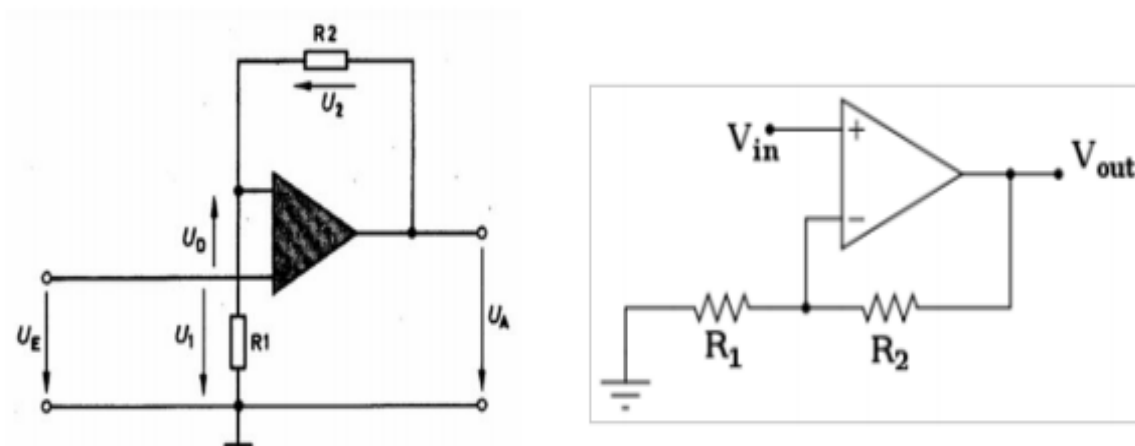
Từ hình 2.3 cho thấy sự phụ thuộc của hệ số khuếch đại  $V$  theo tần số của điện áp vào, trong hầu hết các ứng dụng khuếch đại thuật toán luôn làm việc ở chế độ có hồi tiếp âm ở mạch ngoài. Vì vậy hệ số khuếch đại sẽ giảm xuống và giới hạn tần số cao tăng lên cũng có nghĩa là dải thông của mạch trở nên rộng hơn, như trong hình 2.3 cho thấy tại hệ số khuếch đại  $V = 10$  dải thông  $b_2 = 1 \text{ MHz}$ . Đối với mỗi loại khuếch đại thuật toán đều có một giá trị  $f_T$  tương ứng, giống như transistor giữa hệ số khuếch đại, giới hạn tần số cao và tần số cắt  $f_T$  có quan hệ với nhau theo biểu thức.

$$V \cdot f_{max} = f_T = \text{hằng số}$$

Vì  $f_T$  không thay đổi nên khi tăng cao  $f_{max}$  thì phải giảm hệ số khuếch đại  $V$ . Trên thực tế, đường đặc tính của  $V_0$  không tuyến tính như ở hình 2.4 mà luôn tồn tại một sai lệch nhất định, sai lệch này sẽ được giảm nhỏ bằng các mạch bù tần số ráp thêm bên ngoài thường là một điện dung hoặc một mạch RC, giá trị của các phần tử RC này được cho trong sổ tay của nhà sản xuất.

## 2.2. Mạch khuếch đại không đảo

### 2.2.1. Nguyên lý hoạt động



Hình 2.6. Mạch khuếch đại không đảo

Điện áp cần khuếch đại được đưa vào ngõ vào không đảo E+ và điện áp hồi tiếp là một phần của điện áp ra được đưa vào ngõ vào đảo E-. Giống như trong trường hợp khuếch đại đảo, khuếch đại thuật toán được xem như là lý tưởng, phương trình điện áp ở ngõ vào và ngõ ra của mạch được viết như sau:

$$U_E = U_D + U_1$$

$$U_A = U_2 + U_1$$

Vì  $U_D = 0$  V nên các phương trình trên trở thành

$$U_E = U_1$$

$$U_A = U_2 + U_1$$

Suy ra hệ số khuếch đại V

$$V = \frac{U_A}{U_E} = \frac{U_2 + U_1}{U_1} = 1 + \frac{U_2}{U_1}$$

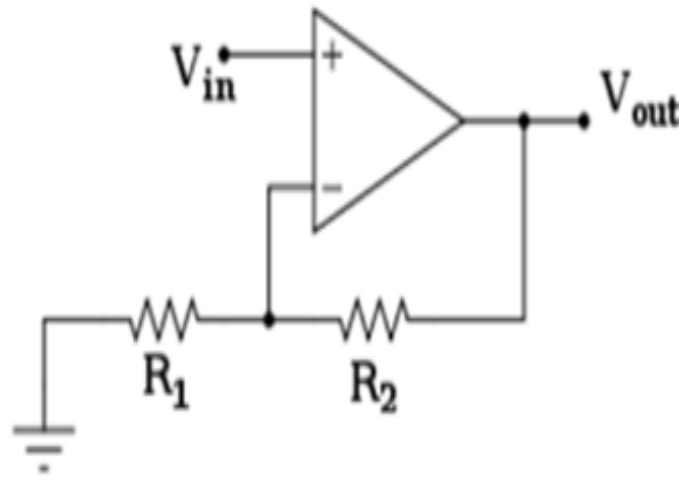
Vì dòng điện ngõ vào của khuếch đại thuật toán xem như bằng 0 nên dòng qua R1 và R2 bằng nhau, ta có:

$$V = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Nhận xét: Hệ số khuếch đại dương và luôn lớn hơn 1. Do đó, tín hiệu vào và ra đồng pha nhau và giá trị của V chỉ phụ thuộc vào hai điện trở R1 và R2



Ưu điểm của mạch khuếch đại không đảo là điện trở ngõ vào của mạch rất cao nên thường được gọi tên là mạch khuếch đại đo lường.



Hình 2.7. Ký hiệu mạch khuếch đại không đảo

Ví dụ: Cho mạch khuếch đại không đảo có sơ đồ ở hình 2.10 với các điện trở  $R_1 = 10 \text{ K}\Omega$  và  $R_2 = 200 \text{ K}\Omega$ . Tìm hệ số khuếch đại  $V$  và điện áp ra khi  $U_E = 100 \text{ mV}$ .

Giải:

$$V = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 1 + \frac{200 \text{ K}\Omega}{10 \text{ K}\Omega} = 21$$

$$U_A = V \cdot U_E = 21 \cdot 0,1 \text{ V} = 2,1 \text{ V}$$

Như đã nói ở trên, đặc điểm của mạch là điện trở ngõ vào rất lớn. Tuy nhiên, trong trường hợp mạch khuếch đại đảo nếu chọn các giá trị của  $R_1$  và  $R_2$  một cách thích hợp có thể làm cho hệ số khuếch đại nhỏ hơn 1, có nghĩa là điện áp ra sẽ nhỏ hơn điện áp vào. Bảng sau đây trình bày một số đặc tính quan trọng nhất của mạch khuếch đại không đảo dùng khuếch đại thuật toán

|                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| Hệ số khuếch đại điện áp | $V = 1 + \frac{R_2}{R_1}$  |
| Điện trở ngõ vào         | $r_e' = R_{GL}$            |
| Điện trở ngõ ra          | $r_a' = r_a \frac{V}{V_o}$ |

## 2.3. Mạch cộng

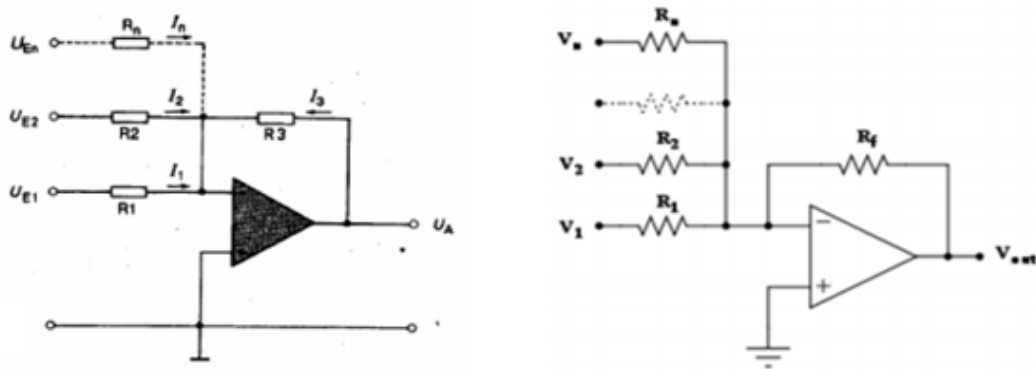
### 2.3.1. Nguyên lý hoạt động của mạch cộng

Mạch khuếch đại đảo có thể khuếch đại và cộng nhiều nguồn điện áp đặt ở ngõ vào. Hình 2.9 trình bày một mạch cộng dùng khuếch đại đảo với hai điện áp ngõ vào (có thể nhiều hơn nếu cần thiết). Trong trường hợp khuếch đại đảo, ngõ vào E- được xem như là điểm masse giả. Do đó ta có quan hệ sau:

$$I_1 + I_2 = -I_3$$

Hoặc

$$\frac{U_{E1}}{R_1} + \frac{U_{E2}}{R_2} = -\frac{U_A}{R_3}$$



Hình 2.10. Sơ đồ mạch cộng

Suy ra giá trị của  $U_A$

$$-U_A = \frac{R_3}{R_1} \cdot U_{E1} + \frac{R_3}{R_2} \cdot U_{E2}$$

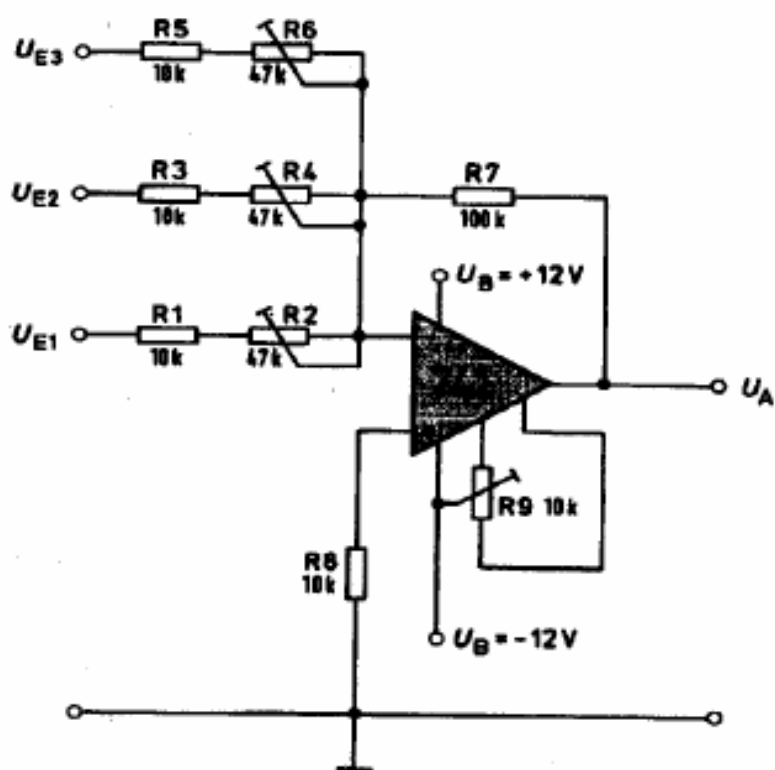
Nếu chọn  $R_1 = R_2 = R$ , phương trình trên trở thành

$$-U_A = \frac{R_3}{R} \cdot (U_{E1} + U_{E2}) = V \cdot (U_{E1} + U_{E2})$$

Kết quả trên cho thấy điện áp ra  $U_A$  tỉ lệ với tổng số của hai điện áp vào và  $V$  là hệ số khuếch đại của mạch cộng, dấu trừ chứng tỏ mạch có góc pha  $\phi = 180^\circ$ . Trường hợp tổng quát

$$-U_A = \frac{R_3}{R_1} \cdot U_{E1} + \frac{R_3}{R_2} \cdot U_{E2} + \dots + \frac{R_3}{R_n} \cdot U_{En}$$

Ứng dụng:



Hình 2.11 Mạch cộng có hệ số khuếch đại thay đổi được

Hình 2.11 trình bày sơ đồ mạch cộng điều chỉnh được, với hệ số khuếch đại của từng ngõ vào điều chỉnh được từ  $V = 2$  đến  $V = 10$ , điện áp ra được tính như sau:

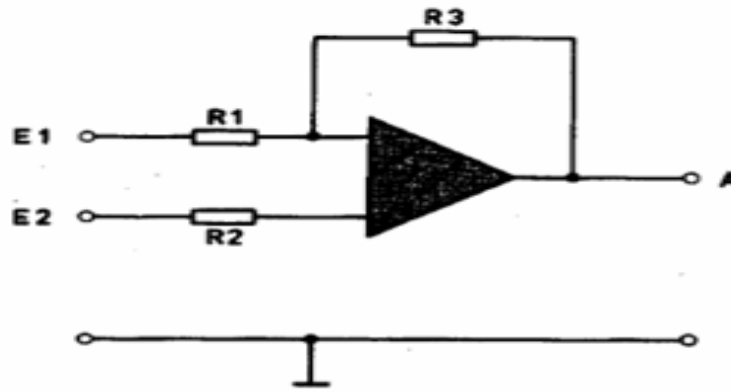
$$-U_A = \frac{R_7}{R_1 + R_2} \cdot U_{E1} + \frac{R_7}{R_3 + R_4} \cdot U_{E2} + \frac{R_7}{R_5 + R_6} \cdot U_{E3}$$

Các biến trở tinh chỉnh  $R_2$ ,  $R_4$  và  $R_6$  dùng để bảo đảm độ chính xác của mạch, điều kiện cần thiết là điện trở trong của các nguồn điện áp vào phải rất nhỏ, nếu không phải sử dụng thêm ở ngõ vào các mạch phối hợp trở kháng sẽ đề cập sau.  $R_4$  chỉnh điện áp offset và  $R_8$  có tác dụng bù sai số gây ra bởi dòng phân cực ngõ vào.

## 2.4. Mạch trừ

### 2.4.1. Nguyên lý hoạt động của mạch trừ

Mạch trừ là sự kết hợp giữa mạch khuếch đại đảo với mạch khuếch đại đo lường (không đảo) hình 2.14 trình bày sơ đồ mạch của mạch trừ



Hình 2.14 Sơ đồ mạch trừ

Giả sử ngõ vào E2 là masse và điện áp vào đặt lên E1, theo kết quả của mạch khuếch đại đảo, ta được

$$U_A = -\frac{R_3}{R_1} \cdot U_{E1}$$

Giả sử E1 là masse và điện áp vào đặt lên E2, theo kết quả của mạch khuếch đại không đảo ta có

$$U_A = 1 + \frac{R_3}{R_1} \cdot U_{E2}$$

Nếu cả hai E1 và E2 đều là ngõ vào, suy ra:

$$U_A = 1 + \frac{R_3}{R_1} \cdot U_{E2} - \frac{R_3}{R_1} \cdot U_{E1}$$

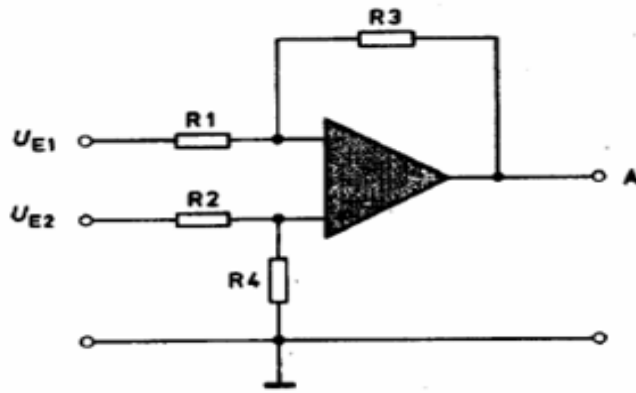
Như vậy, điện áp ra tỉ lệ với hiệu số của 2 điện áp vào  $U_{E1}$  và  $U_{E2}$  nhưng với hai hệ số khuếch đại khác nhau.

Mạch được hiệu chỉnh lại bằng cách giảm thành phần điện áp vào  $U_{E2}$  với cầu phân áp gồm hai điện trở R2 và R4 (hình 2.15). Lúc này điện áp tại ngõ vào E+ là

$$U_{E+} = U_{E2} \cdot \frac{R_4}{R_2 + R_4}$$

Suy ra:

$$U_A = 1 + \frac{R_3}{R_1} \cdot \frac{R_4}{R_2 + R_4} \cdot U_{E2} - \frac{R_3}{R_1} \cdot U_{E1}$$



Hình 2.15 Mạch trừ đã hiệu chỉnh

Chọn  $R_2 = R_1$ ;  $R_4 = R_3$ , phương trình trở thành

$$U_A = \frac{R_3}{R_1} \cdot U_{E2} - \frac{R_3}{R_1} \cdot U_{E1}$$

$$U_A = \frac{R_3}{R_1} \cdot (U_{E2} - U_{E1})$$

Với hệ số khuếch đại của mạch trừ là :  $\frac{R_3}{R_1}$

## 2.5. Mạch nhân.

Muốn thực hiện phép nhân ta suy biến từ phép cộng.

Thí dụ:  $8 \times 2 = 8 + 8$

Tổng quát:  $m \times n = m + m + \dots + m$

## 2.6. Mạch chia

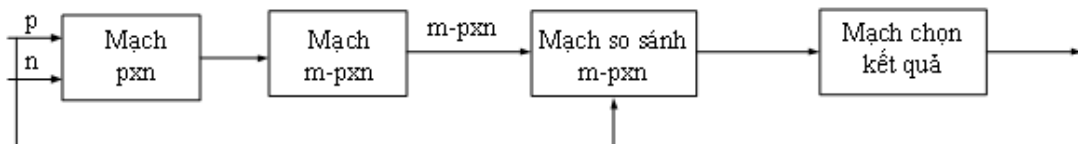
Muốn thực hiện phép chia ta suy biến từ phép trừ

Thí dụ:  $8 : 2 = 4$

Các bước thực hiện: dò  $4 \times 2$  xem vừa gần với 8 không?. Rồi lấy kết quả trừ cho 8 xem phải nhỏ hơn 2 thì dừng.

Tổng quát:  $m : n = p$

Các bước thực hiện: dò  $p \times n$  xem sao cho  $m - p \times n < n$  suy ra  $p$  chính là kết quả.



## 2.7. Mạch khuếch đại vi sai

### 2.7.1. Giới thiệu

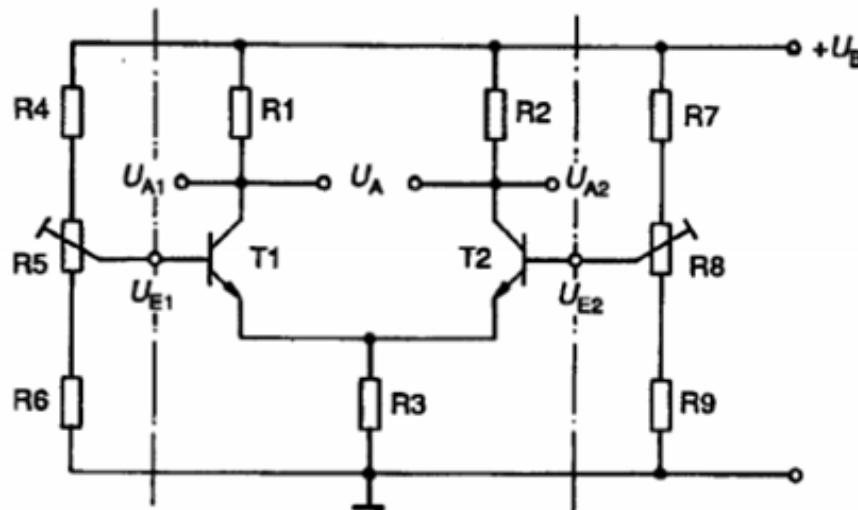
Khuếch đại vi sai là mạch khuếch đại gồm hai transistor có cực phát ghép chung, mạch có 2 ngõ vào đó là 2 cực nền, chênh lệch điện áp giữa 2 cực nền là điện áp vào vi sai, tín hiệu ra có thể là đơn cực (điện áp từ một trong hai cực thu so với masse) hoặc vi sai (chênh lệch điện áp giữa hai cực thu). Một mạch khuếch đại vi sai lý tưởng có điện áp ra bằng 0 khi điện áp vi sai ở ngõ vào bằng 0, mạch khuếch đại vi sai được khảo sát ở hai chế độ: Chế độ khuếch đại vi sai và chế độ khuếch đại đồng pha.

### 2.7.2. Chế độ vi sai

Hình 2.22 trình bày sơ đồ một mạch khuếch đại vi sai đơn giản, điện áp đặt lên hai ngõ vào được cung cấp từ hai cầu phân áp.

Trước tiên chỉnh hai biến trở R5 và R8 sao cho  $U_{E1} = U_{E2}$ , do cấu tạo đối xứng nên dẫn đến kết quả là  $U_{BE}(T1) = U_{BE}(T2)$ , dòng điện cực thu  $I_C(T1) = I_C(T2)$  và  $U_{A1} = U_{A2}$ , suy ra chênh lệch điện áp  $U_A$  giữa hai cực thu bằng 0.

$$U_A = U_{A1} - U_{A2} = 0 \text{ V}$$



Hình 2.22 Sơ đồ mạch khuếch đại vi sai

Bây giờ chỉnh R5 sao cho  $U_{E1}$  giảm xuống, dẫn đến  $U_{BE}(T1)$  và  $I_C(T1)$  cũng giảm xuống, điện áp rơi trên điện trở R1 giảm làm cho  $U_{A1}$  tăng lên. Do đó, giữa  $\Delta U_{E1}$  và  $\Delta U_{A1}$  tồn tại một góc lệch pha  $\phi = 180^\circ$ . Đồng thời với việc giảm nhỏ điện áp ngõ vào  $U_{E1}$  sẽ làm giảm dòng  $I_E(T1)$  và điện áp rơi trên điện trở

chung của hai cực phát R3, dẫn đến  $U_{BE}(T2)$ , dòng  $I_C(T2)$  và điện áp rơi trên R2 cũng tăng theo, kết quả là  $U_{A2}$  giảm. Như vậy biến thiên của  $U_{E1}$  và  $U_{A2}$  đồng pha với nhau ( $\phi = 0$ ).

Những lý luận ở trên càng chính xác khi dòng qua R3 được giữ ở một trị số cố định, điều này trên thực tế được thực hiện bằng cách thay R3 bằng một nguồn dòng điện, khi đó:

$$I_E(T1) + I_E(T2) = \text{hằng số}$$

Vì vậy, biến thiên của hai dòng cực phát luôn bằng nhau và bù trừ cho nhau, tương tự như thế đối với  $\Delta U_{A1}$  và  $\Delta U_{A2}$ . Suy ra chênh lệch điện áp giữa hai cực thu UA có giá trị được tính theo biểu thức sau:

$$U_A = 2 \cdot \Delta U_{A1} = 2 \cdot \Delta U_{A2}$$

Kết quả nhận được tương tự khi  $U_{E1}$  được giữ cố định và  $U_{A2}$  thay đổi, góc lệch pha giữa  $U_{E2}$  với  $U_{A2}$  là 180° và với  $U_{A1}$  là 0°. Hệ số khuếch đại điện áp được tính như sau:  $U_{E1}$  thay đổi,  $U_{E2}$  cố định

$$V = \frac{\Delta U_A}{\Delta U_{E1}} = \frac{2 \cdot \Delta U_{A1}}{\Delta U_{E1}} = \frac{2 \cdot \Delta U_{A2}}{\Delta U_{E1}}$$

$U_{E2}$  thay đổi,  $U_{E1}$  cố định

$$V = \frac{\Delta U_A}{\Delta U_{E2}} = \frac{2 \cdot \Delta U_{A1}}{\Delta U_{E2}} = \frac{2 \cdot \Delta U_{A2}}{\Delta U_{E2}}$$

Gọi  $U_D$  là điện áp sai biệt ở hai ngõ vào

$$U_D = U_{E1} - U_{E2}$$

Và  $V_D$  là hệ số khuếch đại vi sai của mạch

$$V_D = \frac{\Delta U_A}{\Delta U_D}$$

Hệ số khuếch đại này có giá trị gần bằng với hệ số khuếch đại mạch cực phát chung đối với tín hiệu một chiều cũng như xoay chiều

### 2.7.3. Chế độ đồng pha

Điện áp vi sai  $U_A$  ở ngõ ra của mạch khuếch đại vi sai lý tưởng luôn bằng 0 mặc dù  $U_{E1}$  và  $U_{E2}$  thay đổi nhưng luôn bảo đảm quan hệ  $U_{E1} = U_{E2}$ . Nhưng

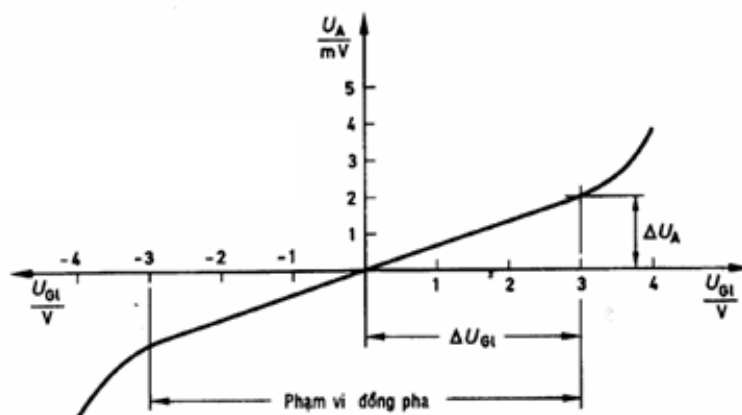
trên thực tế điện áp ra này của mạch vẫn phụ thuộc theo giá trị của các điện áp vào theo biểu thức

$$V_{GL} = \frac{\Delta U_A}{\Delta U_{GL}}$$

Trong đó:  $V_{GL}$  là hệ số khuếch đại đồng pha,  $\Delta U_{GL} = \Delta U_{E1} = \Delta U_{E2}$

Như đã biết khi nhiệt độ môi trường thay đổi, điện áp  $U_{BE}$  của các transistor cũng thay đổi khoảng từ 2...3 mV/0K và làm cho vị trí điểm làm việc của mạch khuếch đại cũng thay đổi theo.

Trong mạch khuếch đại vi sai do thông số các transistor rất giống nhau và các transistor này lại được đặt rất gần nhau nên có thể xem như tác động của nhiệt độ lên chúng là như nhau, kết quả là điện áp  $U_A$  ở ngõ ra luôn bằng 0 (điểm làm việc hầu như không bị ảnh hưởng theo nhiệt độ). Đây cũng là một ưu điểm của mạch khuếch đại vi sai so với các loại mạch khuếch đại khác. Hình 2.17 cho thấy biến thiên điện áp ra của mạch khuếch đại vi sai thực tế xét ở chế độ đồng pha



Hình 2.23 Đặc tính truyền ở chế độ đồng pha

Để đánh giá chất lượng của mạch khuếch đại vi sai người ta dựa trên một hệ số gọi là hệ số nén tín hiệu đồng pha  $G$  gọi là CMRR (common mode rejection ratio)

$$G = \frac{V_D}{V_{GL}}$$

Mạch khuếch đại vi sai càng tốt khi  $G$  càng lớn, thường trị số của  $G$  vào khoảng 10.000 (80 dB). Có nghĩa là mạch khuếch đại vi sai chỉ khuếch đại thành phần điện áp sai biệt giữa hai ngõ vào



Ví dụ: Một mạch khuếch đại vi sai có  $G = 80 \text{ dB}$ , để nhận được ở ngõ ra một lượng  $\Delta U_A$  như nhau thì điện áp sai biệt  $\Delta U_D$  phải là bao nhiêu khi  $\Delta U_{GL} = 2 \text{ V}$  ?

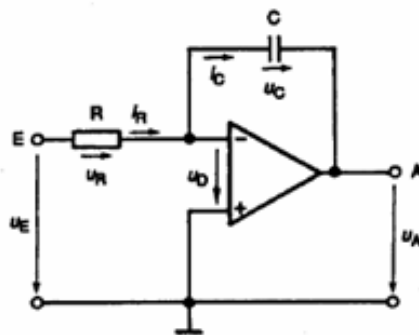
$$G = \frac{V_D}{V_{GL}} = \frac{\Delta U_A / \Delta U_D}{\Delta U_A / \Delta U_{GL}} = \frac{\Delta U_{GL}}{\Delta U_D}$$

$$\Delta U_D = \frac{\Delta U_{GL}}{10.000} = 0,2 \text{ mV}$$

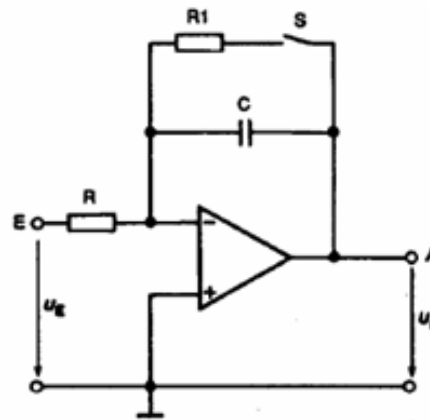
### 2.8.1. Mạch tích phân

#### a. Nguyên lý hoạt động

Ở hình 2.28b, mạch tích phân được đặt lại (reset) nhờ tiếp điểm S và điện trở  $R_1$ , điện tích chứa trong C sẽ phóng qua  $R_1$  khi S đóng,  $R_1$  hạn chế dòng phóng của C. Giả sử điện tích trong tụ đã phóng hết qua  $R_1$ , phương trình điện áp ở ngõ vào và ngõ ra được biểu diễn như sau:



a) Mạch tích phân cơ bản



b) Mạch tích phân có reset

Hình 2.28 Sơ đồ mạch tích phân

$$U_E = U_R + U_D$$

$$\text{Và: } U_A = U_D - U_C$$

$U_D$  rất nhỏ xem như bằng 0, phương trình trên trở thành

$$U_E = U_R$$

$$U_C = - U_A$$

Vì dòng vào ngõ E- = 0 nên  $i_E = i_R$  và dòng này sẽ nạp vào tụ C, ta có:

$$I_C = i_E = i_R = \frac{U_R}{R} = \frac{U_E}{R}$$

Suy ra điện tích trong tụ C

$$Q = iC \cdot t = iR \cdot t$$

Mà:  $Q = C \cdot U$

Nên:

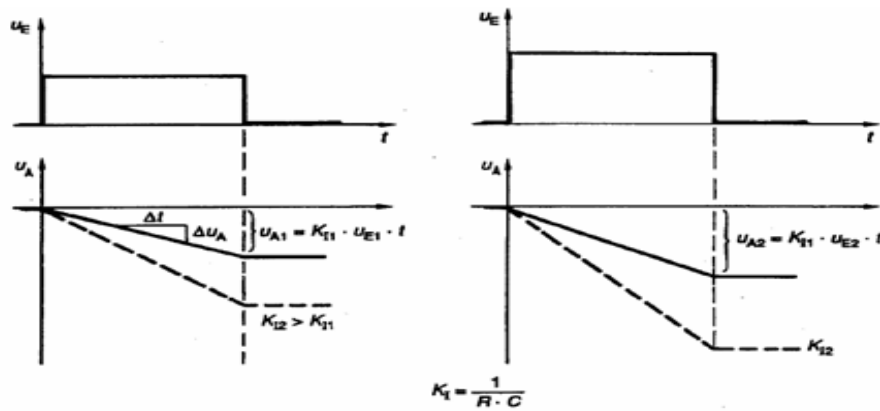
$$u_c = \frac{Q}{C} = \frac{1}{C} \cdot i_c \cdot t = \frac{1}{C} \cdot i_R \cdot t$$

Dòng nạp vào tụ được xác định bởi điện áp vào và điện trở R, do đó:

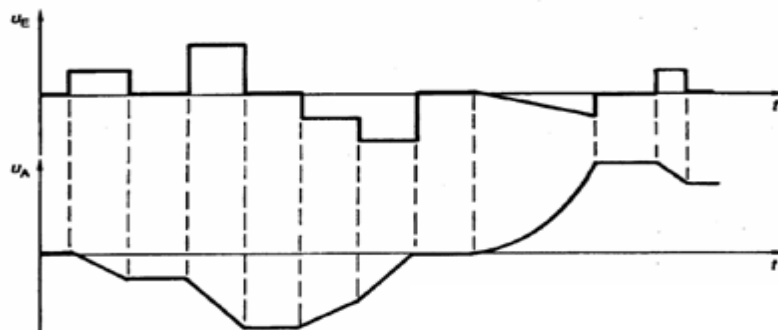
$$u_c = \frac{1}{CR} \cdot u_R \cdot t = \frac{1}{CR} \cdot u_E \cdot t$$

Và điện áp ra của mạch được tính theo biểu thức sau

$$u_A = -\frac{1}{CR} \cdot u_E \cdot t$$



Hình 2.29 Quan hệ giữa điện áp ra với điện áp vào khi  $K_i$  thay đổi

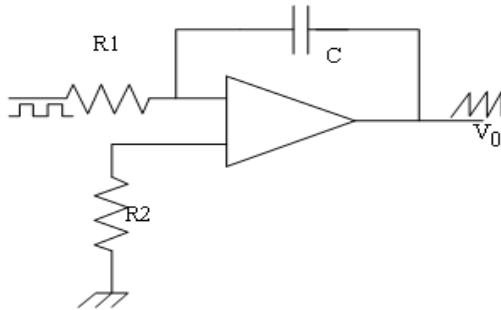


Hình 2.30 Dạng sóng điện áp

Thành phần  $1/CR$  là hằng số phụ thuộc vào cấu tạo mạch điện và được ký hiệu là  $K_i$ , tích số  $RC$  là hằng số thời gian của mạch tích phân ký hiệu là  $T_i$ . Hình 2.30 cho thấy ảnh hưởng của  $K_i$  và  $u_E$  đến điện áp ra.

Từ hình vẽ cho thấy khi  $RC$  càng lớn điện áp ra càng tuyến tính và khi điện áp vào càng cao thì tốc độ biến thiên của điện áp ra càng nhanh. Hình 2.30 là dạng sóng của điện áp ra và điện áp vào.

**b. Ứng dụng mạch tích phân**



Nếu cho tín hiệu  $V_i$  vào ngõ (-) và mắc hồi tiếp trở về qua tụ  $C$  thì tín hiệu lấy ra

$$V_0 = -\frac{1}{RC} \int_{t_1}^{t_2} V_i dt$$

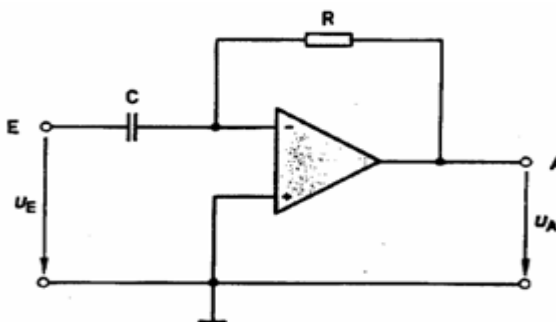
$t_1, t_2$  : thời điểm đầu và thời điểm đang xét

Nếu ta cho tín hiệu vuông vào ngõ(-) thì ngõ ra ta sẽ được tín hiệu tam giác

**2.9.1. Mạch vi phân**

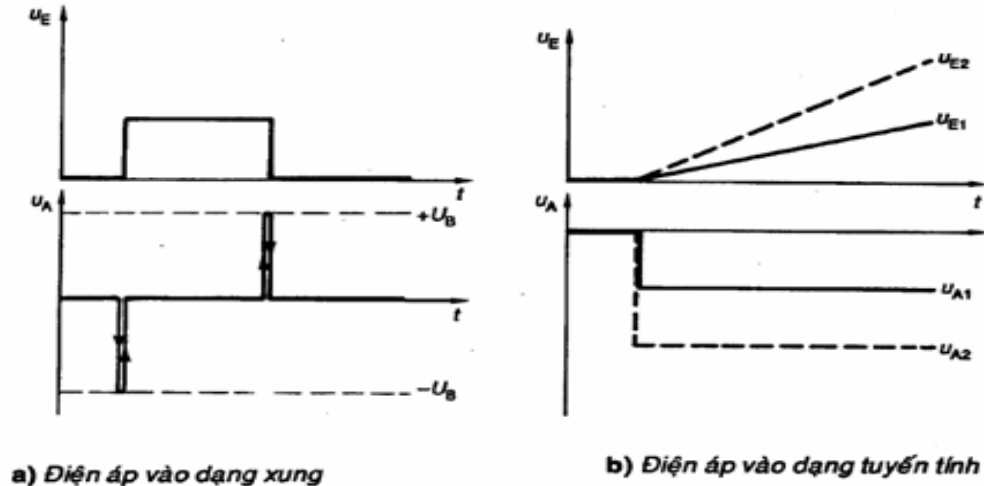
**a. Nguyên lý hoạt động**

Nếu hoán đổi vị trí của  $R$  và  $C$  ở hình 2.34 với nhau thì mạch sẽ trở thành mạch vi phân, hình 2.21 là sơ đồ cơ bản của mạch vi phân



Hình 2.31 Sơ đồ mạch vi phân

Mạch vi phân ở hình 2.31 có đặc tính tương tự mạch vi phân dùng linh kiện thụ động RC. Hình 2.32 mô tả đặc tính của mạch vi phân tương ứng với điện áp vào có dạng xung và dạng tuyến tính.



Hình 2.32 Dạng điện áp ra với các điện áp vào khác nhau

Nếu đặt ở ngõ vào của mạch một xung điện áp hình chữ nhật  $U_E$ , dòng điện nạp vào tụ lúc này chỉ bị giới hạn bởi điện trở trong của nguồn điện áp vào, dòng điện này có giá trị rất lớn và khi chảy ngang qua  $R$  sẽ làm cho điện áp ra  $u_A$  có giá trị cũng lớn (phụ thuộc vào nguồn cấp điện  $U_B$ ), khi tụ đã đầy thì điện áp ra lại trở về 0, điện trở trong của nguồn điện áp vào càng nhỏ bề rộng của điện áp ra càng hẹp (hình 2.32)

Nếu điện áp vào có dạng tuyến tính, dòng nạp vào tụ sẽ là hằng số (đồng thời cũng là dòng qua  $R$ ). Do đó, điện áp ra cũng là hằng số, độ lớn của điện áp ra phụ thuộc vào tốc độ biến thiên của điện áp vào và trị số của  $RC$ ,  $RC$  càng lớn điện áp ra càng lớn

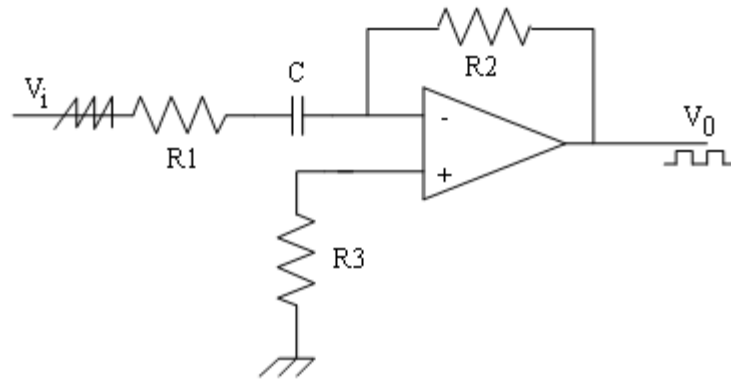
$$u_A = -RC \frac{\Delta u_E}{\Delta t}$$

Hằng số phụ thuộc mạch điện là  $K_D = RC$

$$u_A = -K_D \frac{\Delta u_E}{\Delta t}$$

Cả hai mạch tích phân và vi phân là những khối chức năng cơ bản trong kỹ thuật điều khiển tự động

## b. Ứng dụng mạch vi phân



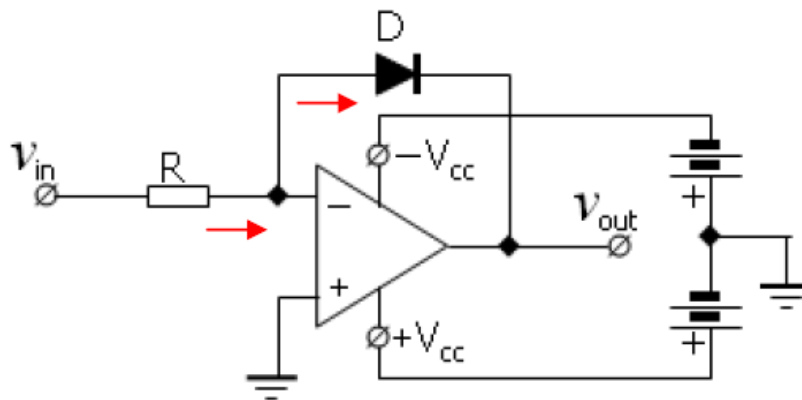
Hình 2.33 Mạch vi phân

Nếu ta cho tín hiệu vào ngõ (-) nối tiếp với tụ C và nhận hồi tiếp qua R2 thì ngõ ra V0 sẽ được

$$V_0 = -R_2 C_1 \frac{dv_i}{dt}$$

Cụ thể nếu tín hiệu đặt ở ngõ vào có dạng là tam giác thì sau khi lấy ra sẽ được dạng vuông.

### 2.10.1. Mạch tạo hàm logarit



Hình 2.34: Mạch logarit

Tương tự như mạch tạo hàm mũ. Ta có:

Viết phương trình Kirchoff cho đầu vào v+:

$$v_+ = 0$$

Viết phương trình Kirchoff cho đầu vào v<sup>-</sup>:

$$\frac{v_{in} - v_-}{R} + I_S \cdot \exp \frac{v_{out} - v_-}{m\phi_T} = 0$$

Cho v<sup>+</sup> = v<sup>-</sup> = 0, Ta có:

$$v_{out} = -m\phi_T \cdot \ln \frac{v_{in}}{RI_S}$$

## BÀI TẬP

Bài 1:

Một khuếch đại thuật toán có hệ số khuếch đại mạch hở A<sub>o</sub> = 80 dB và điện áp ra tối đa U<sub>amax</sub> = ± 12 V, Điện áp vào phải là bao nhiêu để điện áp ra đạt cực đại?

Giải:

$$A_o = 20 \lg \frac{U_A}{U_E}; \lg \frac{U_A}{U_E} = \frac{A_o}{20}; \frac{U_A}{U_E} = 10^{\frac{A_o}{20}}; U_E = \frac{U_A}{10^{\frac{A_o}{20}}}$$

$$U_E = \frac{12 \text{ V}}{10^{\frac{80}{20}}} = \frac{12 \text{ V}}{10^4} = 1,2 \text{ mV}$$

1. Một khuếch đại thuật toán có A<sub>o</sub> = 88 dB, điện áp ra tối đa là 14 V, điện trở vào R<sub>e</sub> = 2 MΩ.

Điện áp vào là bao nhiêu khi điện áp ra cực đại ?

Dòng vào khuếch đại thuật toán khi điện áp ra cực đại ?

Dòng ra khuếch đại thuật toán khi điện áp ra cực đại ? cho biết tải R<sub>L</sub> = 2 KΩ và R<sub>A</sub> = 75 Ω.

2. Điện áp ra của khuếch đại thuật toán 0,142 mV tương ứng với điện áp đồng pha ở ngõ vào là 0,9 mV. Tính hệ số khuếch đại đồng pha.

3. Khuếch đại thuật toán TBA 222 có: A<sub>o</sub> = 100 dB, G = 90 dB.

Hệ số khuếch đại đồng pha là bao nhiêu ? (tính bằng dB)

Điện áp ra là bao nhiêu khi điện áp vào đồng pha là 4 V ?

Điện áp vào vi sai là bao nhiêu khi điện áp ra giống như câu (b) ?

Tính tỉ số  $U_G/U_E$  bằng dB và so sánh với hệ số G. Hãy cho biết một công thức tính hệ số G ?

Bài 2:

Một khuếch đại điện áp một chiều từ 1V lên 9V có điện trở vào là 100 K $\Omega$ . Tính giá trị các điện trở  $R_0$  và  $R_1$ .

Bài giải :

Điện trở vào của mạch khuếch đại đảo xem như được xác định bởi  $R_0$ , do đó giá trị của  $R_0 = 100 \text{ K}\Omega$ .

$$\frac{U_A}{U_E} = \frac{R_1}{R_0}$$

$$\frac{U_A}{U_E} = \frac{9 \text{ V}}{1 \text{ V}} = \frac{R_1}{100 \text{ K}\Omega} \Rightarrow R_1 = 9 \cdot 100 \text{ K}\Omega = 900 \text{ K}\Omega$$

1. Một mạch khuếch đại đảo có điện trở vào  $R_0 = 15 \text{ K}\Omega$ , điện trở hồi tiếp  $R_1 = 150 \text{ K}\Omega$ . Hệ số khuếch đại A của mạch là bao nhiêu ?

2. Một mạch khuếch đại đảo có điện trở hồi tiếp  $R_1 = 48 \text{ K}\Omega$ , để có hệ số khuếch đại  $A = 30$  thì điện trở vào phải là bao nhiêu ?

3. Một mạch khuếch đại đảo có  $U_E = 4 \text{ V}$ , tín hiệu cực đại tương ứng với dòng tải  $I_o = 0,25 \text{ mA}$  và điện áp ra  $U_A = 12 \text{ V}$ . Tìm các điện trở  $R_0$  và  $R_1$ .

4. Một nguồn tín hiệu cung cấp cho ngõ vào của mạch khuếch đại đảo dòng điện là 0,02 mA. Tính  $U_E$  và  $U_A$  khi  $R_0 = 100 \text{ K}\Omega$  và  $R_1 = 400 \text{ K}\Omega$ .

Một mạch khuếch đại đảo có  $R_0 = 50 \text{ K}\Omega$ ;  $R_1 = 400 \text{ K}\Omega$  và  $U_E = 1,5 \text{ V}$ .

Dòng vào của mạch khuếch đại là bao nhiêu ?

Điện trở tải  $R_L$  là bao nhiêu nếu dòng tải cho phép của mạch là 18 mA ?

Bài 3:

Một mạch khuếch đại không đảo có  $R_1 = 47 \text{ K}\Omega$  và  $R_0 = 22 \text{ K}\Omega$ . Hãy tính hệ số khuếch đại điện áp A của mạch

Giải

$$A = 1 + \frac{R_1}{R_0} = 1 + \frac{47 \text{ K}\Omega}{22 \text{ K}\Omega}$$

$$A = 3,14$$

Một mạch khuếch đại không đảo có  $R_1 = 120 \text{ K}\Omega$  và  $R_0 = 47 \text{ K}\Omega$ . Để được điện áp ra là  $-5 \text{ V}$  thì điện áp vào phải là bao nhiêu ?

Một mạch khuếch đại không đảo làm việc ở phạm vi tuyến tính với điện áp ra bằng hai lần điện áp vào và giá trị biên thiên từ  $-9 \text{ V}$  đến  $+9 \text{ V}$ , điện trở hồi tiếp  $R_1 = 68 \text{ K}\Omega$ . Tính:

Điện trở  $R_0$ .

Giá trị đỉnh - đỉnh của điện áp vào.

Một mạch khuếch đại không đảo có  $R_0 = 18 \text{ K}\Omega$  và giá trị đỉnh - đỉnh của điện áp vào là  $4 \text{ V}$ , phạm vi tuyến tính của điện áp ra trong khoảng từ  $+8 \text{ V}$  đến  $-8 \text{ V}$ . Tính điện trở hồi tiếp  $R_1$ .

Một mạch khuếch đại không đảo có  $R_1 = 56 \text{ K}\Omega$ , phạm vi tuyến tính của điện áp ra trong khoảng từ  $-6 \text{ V}$  đến  $+6 \text{ V}$ , điện áp vào biến thiên từ  $-2 \text{ V}$  đến  $+2 \text{ V}$ . Tính  $R_0$ .

Một mạch khuếch đại thuật toán có điện trở vào  $R_e = 2 \text{ M}\Omega$  được sử dụng trong mạch khuếch đại không đảo với điện áp vào  $U_E = 2 \text{ V}$ , giá trị các điện

#### BÀI TẬP KHÔNG LỜI GIẢI

Một mạch cộng gồm có 3 điện trở ngõ vào  $R_{01} = 120 \text{ K}\Omega$ ,  $R_{02} = 60 \text{ K}\Omega$  và  $R_{03} = 12 \text{ K}\Omega$ , điện trở hồi tiếp  $R_1 = 12 \text{ K}\Omega$ . Tính điện áp ra tương ứng với các điện áp vào  $U_{E1} = -4 \text{ V}$ ;  $U_{E2} = 1 \text{ V}$  và  $U_{E3} = -2 \text{ V}$ .

Một mạch cộng có  $R_{03} = 36 \text{ K}\Omega$ , điện áp ra  $U_A = -(0,1U_{E1} + 0,2U_{E2} + 0,4U_{E3})$ , các điện áp vào thay đổi từ  $0 \text{ V}$  đến  $-10 \text{ V}$ . Tính:

Điện trở hồi tiếp  $R_1$ .

Các điện trở vào  $R_{01}$  và  $R_{02}$ .

Điện áp ra lớn nhất.

Một mạch cộng 3 điện áp của 3 microphone với cùng hệ số khuếch đại  $A = 120$ , điện trở vào  $R_{01} = 4,2 \text{ K}\Omega$ , điện áp ra biến thiên trong khoảng  $12 \text{ V}$ . Tính:

Điện trở hồi tiếp  $R_1$ .

Giá trị đỉnh - đỉnh lớn nhất của từng điện áp vào.

Một mạch cộng có  $R_1 = 120 \text{ K}\Omega$ ,  $R_{01} = 120 \text{ K}\Omega$ ,  $R_{02} = 60 \text{ K}\Omega$ ,  $R_{03} = 10 \text{ K}\Omega$  được nối đến 3 điện áp vào  $U_{E1} = 0,2 \text{ V}$ ,  $U_{E2} = 0,4 \text{ V}$ ,  $U_{E3} = 50 \text{ mV}$ . Tính điện áp ra  $U_A$ .



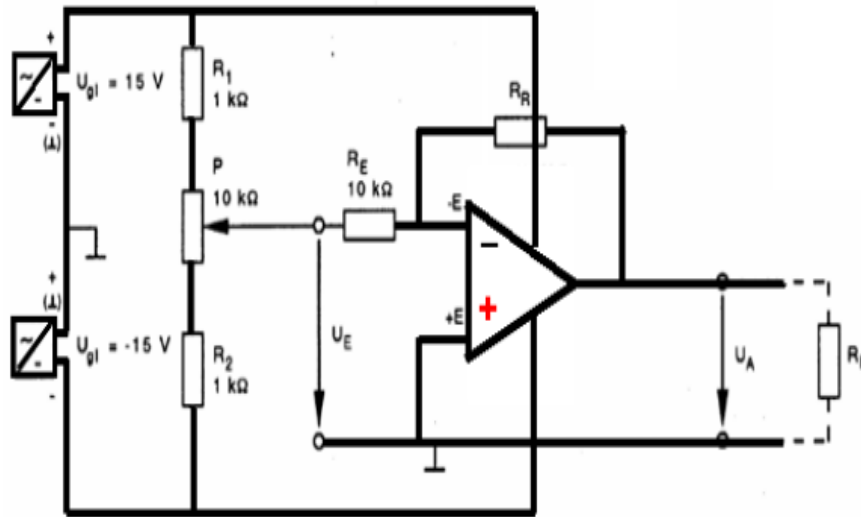
Một mạch cộng có điện áp ra  $U_A = -(0,5U_{E1} + U_{E2} + 2U_{E3})$ , điện trở vào nhỏ nhất là  $25\text{ K}\Omega$ . Tính:

Tất cả các điện trở trong mạch.

Giá trị lớn nhất của  $U_{E3}$  khi  $U_{E1}$  và  $U_{E2}$  biến thiên từ  $0\text{ V}$  đến  $-2\text{ V}$  và điện áp ra cực đại  $U_{Amax} = +12\text{ V}$  ?

## BÀI TẬP THỰC HÀNH

Bài 1: Thực hành mạch khuếch đại đảo



1. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị vật liệu

a. Dụng cụ thiết bị

| Dụng cụ  | Thiết bị |
|----------|----------|
| Bo cắm   | Đồng hồ  |
| Panh kẹp | VOM      |
| Kìm uốn  | Máy hiện |
| Kéo      | sóng     |

b. Linh kiện

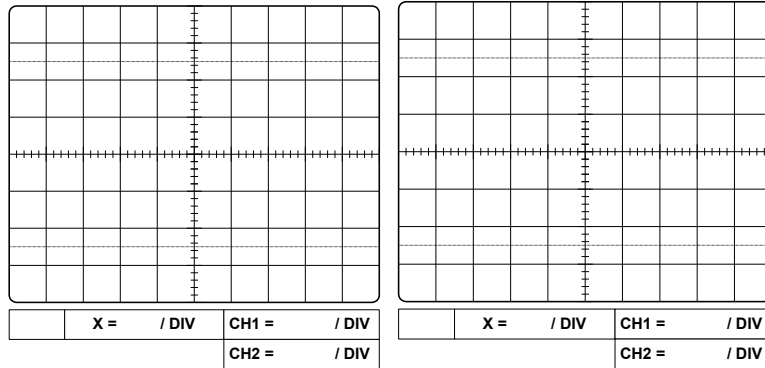
| TT | Tên linh kiện            | Số lượng |
|----|--------------------------|----------|
|    | $R_2 = R_1 = 1\text{ K}$ | 02       |
|    | $V_R = 10\text{ K}$      | 01       |
|    | IC 741                   | 1        |

|  |    |    |
|--|----|----|
|  | Rr | 01 |
|--|----|----|

## 2. Trình tự thực hiện

| Các bước công việc  | Nội dung   | Yêu cầu kỹ thuật  |    |    |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|---|----|----|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|---|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Bước 1:<br>- Chuẩn bị các linh kiện đã chọn<br>- Kiểm tra board cắm<br>- Xác định vị trí đặt linh kiện trên board | - Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính<br>- Đo sự liên kết của board cắm<br>- Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn<br>- Uốn chân linh kiện cho phù hợp với vị trí cắm trên board  | - Xác định đúng chân linh kiện<br>- Chân linh kiện không được uốn sát vào chân tránh dễ bị đứt ngầm bên trong và không được vuông góc, vuông góc quá sẽ bị gãy.<br>- Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch |    |    |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bước 2:<br>- Lắp ráp linh kiện trên board   | Lắp theo trình tự<br>- Lắp IC 741<br>- Lắp các linh kiện phụ trợ R<br>- Cắm dây liên kết mạch<br>- Cắm dây cấp nguồn   | - Mỗi linh kiện một chấu cắm<br>- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt, tạo dáng đẹp<br>- Các dây nối không chồng chéo nhau  |    |    |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bước 3:<br>- Kiểm tra mạch điện   | - Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý và ngược lại<br>- Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp  |   |    |    |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bước 4:<br>- Cấp nguồn đo thông số mạch điện  | - Cấp nguồn cho mạch điện VDC. Điện áp <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>VE</td> <td>10</td> <td>8</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>RR = 10k ( UA)</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>RR = 22k ( UA)</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>RR = 47k ( UA)</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table> |   | VE | 10 | 8 | 6 | 4 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  | 0 | RR = 10k ( UA) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | RR = 22k ( UA) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | RR = 47k ( UA) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| VE  | 10   | 8   | 6  | 4  | 2 |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0 |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RR = 10k ( UA)  |  |   |    |    |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RR = 22k ( UA)  |  |   |    |    |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RR = 47k ( UA)  |  |   |    |    |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

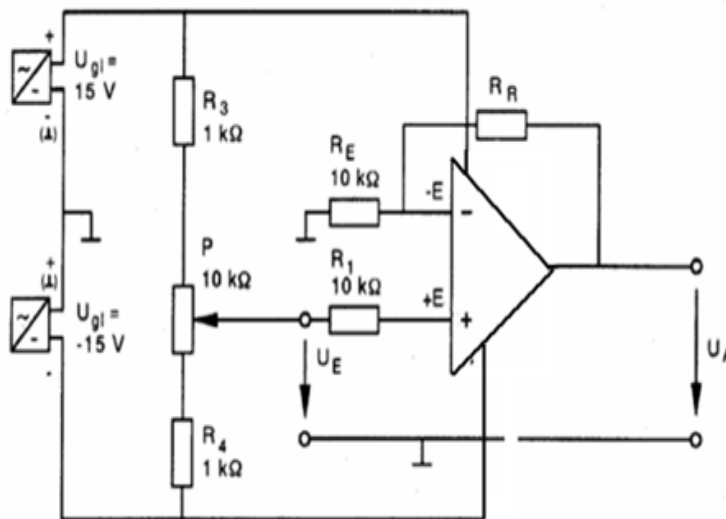
### Khảo sát sóng đầu vào và ra chân 2, chân số 6



Chỉnh điện áp vào  $U_E = -5\text{ V}$ .  $R_R = R_E = 10\text{ k}\Omega$ . Thay đổi ngõ ra với các điện trở tải khác nhau (Bảng 2.2). Dùng VOM đo điện áp ra  $U_A$  tương ứng

|   |   |    |    |    |    |    |   |
|---|---|----|----|----|----|----|---|
| R | 1 | 6  | 4  | 3  | 2  | 1  | 4 |
| L | k | 80 | 70 | 30 | 20 | 00 | 7 |
| U |   |    |    |    |    |    |   |
| A |   |    |    |    |    |    |   |

### Bài 2. Thực hành lắp mạch khuếch đại không đảo



#### 1. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị vật liệu

##### a. Dụng cụ thiết bị

| Dụng cụ | Thiết bị |
|---------|----------|
| Bo cắm  | Đồng hồ  |

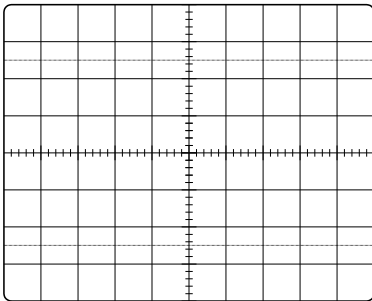
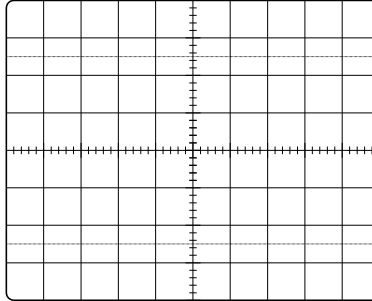
|          |          |
|----------|----------|
| Panh kẹp | VOM      |
| Kim uốn  | Máy hiện |
| Kéo      | sóng     |

b. Linh kiện

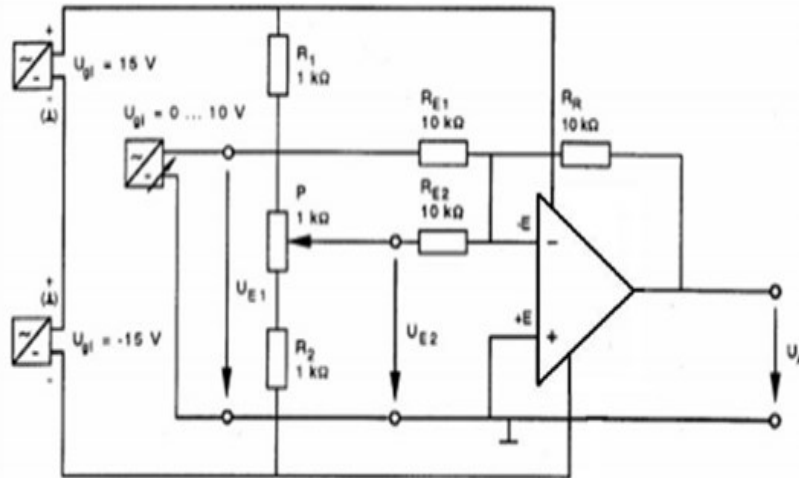
| TT | Tên linh kiện | Số lượng |
|----|---------------|----------|
| 1  | R2 = R1 = 1K  | 02       |
| 2  | VR = 10K      | 01       |
| 3  | IC 741        | 1        |
| 4  | Rr            | 01       |

2. Trình tự thực hiện

| Các bước công việc  | Nội dung  | Yêu cầu kỹ thuật  |
|---|---|---|
| <p>Bước 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chuẩn bị các linh kiện đã chọn</li> <li>- Kiểm tra board cắm</li> <li>- Xác định vị trí đặt linh kiện trên board</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính</li> <li>- Đo sự liên kết của board cắm</li> <li>- Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn</li> <li>- Uốn chân linh kiện cho phù hợp với vị trí cắm trên board</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Xác định đúng chân linh kiện</li> <li>- Chân linh kiện không được uốn sát vào chân tránh dễ bị đứt ngầm bên trong và không được vuông góc, vuông góc quá sẽ bị gãy.</li> <li>- Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch</li> </ul> |
| <p>Bước 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lắp ráp linh kiện trên board</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lắp theo trình tự</li> <li>- Lắp IC 741</li> <li>- Lắp các linh kiện phụ trợ R</li> <li>- Cắm dây liên kết mạch</li> <li>- Cắm dây cấp nguồn</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mỗi linh kiện một chấu cắm</li> <li>- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt, tạo dáng đẹp</li> <li>- Các dây nối không chồng chéo nhau</li> </ul>  |

|  |  |       |       |    |    |    |   |   |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |   |  |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|-------|-------|----|----|----|---|---|--|--|--|---|--|--|---|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----|-------|-------|-------|--|--|-------|-------|-----|-------|-------|-------|--|--|-------|-------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|---|--|---|---|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |       |       |    |    |    |   |   |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |   |  |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| <p>Bước 3:<br/>- Kiểm tra mạch điện</p>              | <p>- Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý và ngược lại<br/>- Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp</p>  |       |       |    |    |    |   |   |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |   |  |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| <p>Bước 4:<br/>- Cấp nguồn đo thông số mạch điện</p> | <p>- Cấp nguồn cho mạch điện VDC. Điện áp</p> <table border="1" data-bbox="578 436 1555 861"> <tr> <td>VE</td> <td>10</td> <td>8</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>RR = 10k ( UA)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>RR = 22k ( UA)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>RR = 47k ( UA)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Khảo sát sóng đầu vào và ra chân 3, chân số 6</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="667 930 1036 1293">  <table border="1" data-bbox="667 1228 1036 1293"> <tr> <td>X =</td> <td>/ DIV</td> <td>CH1 =</td> <td>/ DIV</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>CH2 =</td> <td>/ DIV</td> </tr> </table> </div> <div data-bbox="1052 930 1421 1293">  <table border="1" data-bbox="1052 1228 1421 1293"> <tr> <td>X =</td> <td>/ DIV</td> <td>CH1 =</td> <td>/ DIV</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>CH2 =</td> <td>/ DIV</td> </tr> </table> </div> </div> <p>Chỉnh điện áp vào UE = - 5 V. RR = RE = 10 KΩ.<br/>Thay đổi ngõ ra với các điện trở tải khác nhau (Bảng 2.2).<br/>Dùng VOM đo điện áp ra UA tương ứng</p> <table border="1" data-bbox="578 1459 1555 1648"> <tr> <td></td> <td>R</td> <td>1</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>k</td> <td>80</td> <td>70</td> <td>30</td> <td>20</td> <td>00</td> <td>7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>U</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> |       | VE    | 10 | 8  | 6  | 4 | 2 |  |  |  |   |  |  | 0 | RR = 10k ( UA) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | RR = 22k ( UA) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | RR = 47k ( UA) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X = | / DIV | CH1 = | / DIV |  |  | CH2 = | / DIV | X = | / DIV | CH1 = | / DIV |  |  | CH2 = | / DIV |  | R | 1 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | L | k | 80 | 70 | 30 | 20 | 00 | 7 |  | A | U |  |  |  |  |  |  |  |
| VE   | 10   | 8     | 6     | 4  | 2  |    |   |   |  |  |  | 0 |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |   |  |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| RR = 10k ( UA)                                       |  |       |       |    |    |    |   |   |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |   |  |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| RR = 22k ( UA)                                       |  |       |       |    |    |    |   |   |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |   |  |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| RR = 47k ( UA)                                       |  |       |       |    |    |    |   |   |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |   |  |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| X =  | / DIV  | CH1 = | / DIV |    |    |    |   |   |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |   |  |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | CH2 = | / DIV |    |    |    |   |   |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |   |  |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| X =  | / DIV  | CH1 = | / DIV |    |    |    |   |   |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |   |  |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | CH2 = | / DIV |    |    |    |   |   |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |   |  |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
|  | R  | 1     | 6     | 4  | 3  | 2  | 1 | 4 |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |   |  |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| L  | k  | 80    | 70    | 30 | 20 | 00 | 7 |   |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |   |  |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| A  | U  |       |       |    |    |    |   |   |  |  |  |   |  |  |   |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |   |  |   |   |  |  |  |  |  |  |  |

Bài 3: Thực hành mạch cộng



## 1. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị vật liệu

### a. Dụng cụ thiết bị

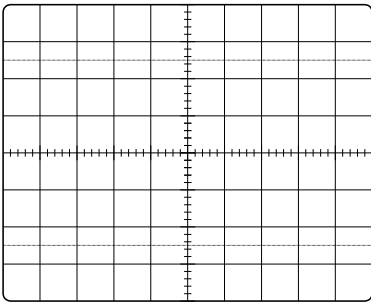
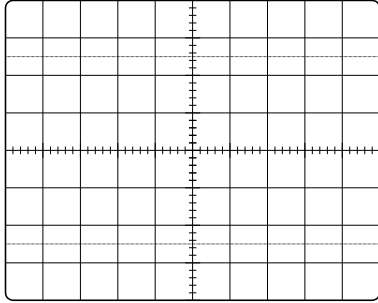
| Dụng cụ  | Thiết bị |
|----------|----------|
| Bo cắm   | Đồng hồ  |
| Panh kẹp | VOM      |
| Kim uốn  | Máy hiện |
| Kéo      | sóng     |

### b. Linh kiện

| TT | Tên linh kiện             | Số lượng |
|----|---------------------------|----------|
|    | $R_2 = R_1 = 1K$          | 02       |
|    | $VR = 1K$                 | 01       |
|    | IC 741                    | 1        |
|    | $RE_1 = RE_2 = R_r = 10k$ | 03       |

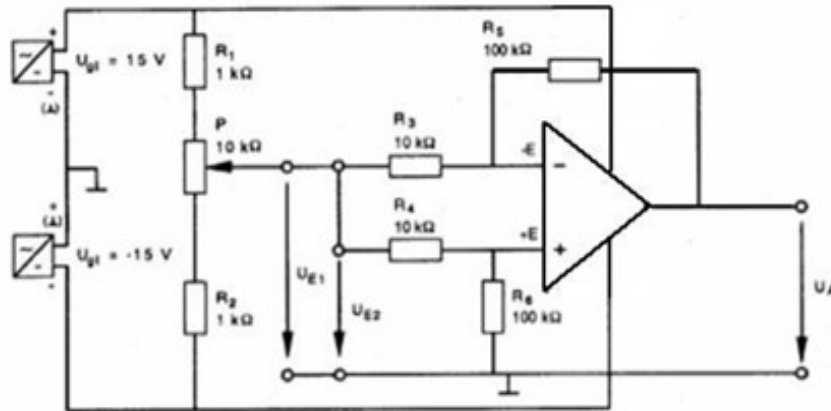
## 2. Trình tự thực hiện

| Các bước công việc  | Nội dung   | Yêu cầu kỹ thuật   |
|---|--|--|
| Bước 1:<br>- Chuẩn bị các linh kiện đã chọn<br>- Kiểm tra board | - Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính<br>- Đo sự liên kết của board cắm | - Xác định đúng chân linh kiện<br>- Chân linh kiện không được uốn sát vào chân tránh |

|  |  |   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <p>cắm</p> <p>- Xác định vị trí đặt linh kiện trên board</p> | <p>- Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn</p> <p>- Uốn chân linh kiện cho phù hợp với vị trí cắm trên board</p>   | <p>dễ bị đứt ngầm bên trong và không được vuông góc, vuông góc quá sẽ bị gãy.</p> <p>- Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch</p>   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <p>Bước 2:</p> <p>- Lắp ráp linh kiện trên board</p>         | <p>Lắp theo trình tự</p> <p>- Lắp IC 741</p> <p>- Lắp các linh kiện phụ trợ R</p> <p>- Cắm dây liên kết mạch</p> <p>- Cắm dây cấp nguồn</p>  | <p>- Mỗi linh kiện một chấu cắm</p> <p>- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt, tạo dáng đẹp</p> <p>- Các dây nối không chồng chéo nhau</p> |     |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <p>Bước 3:</p> <p>- Kiểm tra mạch điện</p>                   | <p>- Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý và ngược lại</p> <p>- Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp</p>   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <p>Bước 4:</p> <p>- Cấp nguồn đo thông số mạch điện</p>      | <p>- Cấp nguồn cho mạch điện VDC. Điện áp</p> <table border="1" data-bbox="597 1066 1528 1354"> <tr> <td>UE1</td> <td></td> <td></td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>( UA) UE2<br/>= 2v</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>( UA) UE2<br/>= - 2v</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Khảo sát sóng đầu vào và ra chân 2, chân số 6</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="686 1423 1055 1787">  <p>X = / DIV    CH1 = / DIV<br/>CH2 = / DIV</p> </div> <div data-bbox="1071 1423 1446 1787">  <p>X = / DIV    CH1 = / DIV<br/>CH2 = / DIV</p> </div> </div> <p>Bước 3: Cuối cùng, lặp lại các bước trên khi thay điện trở ngõ vào RE1 = 4,7 KΩ. Ghi điện áp ra UA vào</p> |   | UE1 |   |   | 2 | 4 | 6 | 8 | 0 | 1 | ( UA) UE2<br>= 2v |  |  |  |  |  |  |  |  | ( UA) UE2<br>= - 2v |  |  |  |  |  |  |  |  |
| UE1  |  |   | 2   | 4 | 6 | 8 | 0 | 1 |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ( UA) UE2<br>= 2v  |  |   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ( UA) UE2<br>= - 2v  |  |   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |  |

|   |  |   |   |   |   |   |   |
|---|--|---|---|---|---|---|---|
| bảng 2.2 và vẽ các đồ thị vào hình 2.13 |  |   |   |   |   |   |   |
| RE1 = 4.7K                              |  |   |   |   |   |   |   |
| UE1                                     |  | 2 | 4 | 6 | 8 | 0 | 1 |
| (UA) UE2<br>= 2v                        |  |   |   |   |   |   |   |
| (UA) UE2<br>= - 2v                      |  |   |   |   |   |   |   |

Bài 4. Thực hành mạch trừ



1. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị vật liệu

a. Dụng cụ thiết bị

| Dụng cụ  | Thiết bị |
|----------|----------|
| Bo cắm   | Đồng hồ  |
| Panh kẹp | VOM      |
| Kim uốn  | Máy hiện |
| Kéo      | sóng     |

b. Linh kiện

| TT | Tên linh kiện | Số lượng |
|----|---------------|----------|
| 1  | R2 = R1 = 1K  | 02       |
| 2  | VR = 1K       | 01       |
| 3  | IC 741        | 1        |
| 4  | R3 = 10k      | 1        |

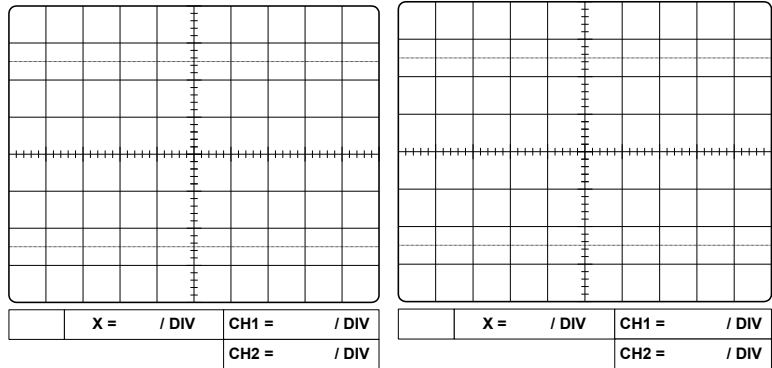


|  |                     |    |
|--|---------------------|----|
|  | R4 = R5= R6=<br>10k | 03 |
|--|---------------------|----|

## 2. Trình tự thực hiện

| Các bước công việc  | Nội dung  | Yêu cầu kỹ thuật  |    |   |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |                   |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|----|---|---|---|---|---|-------------------|--|--|--|--|--|--|-------------------|--|--|--|--|--|--|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| Bước 1:<br>- Chuẩn bị các linh kiện đã chọn<br>- Kiểm tra board cắm<br>- Xác định vị trí đặt linh kiện trên board | - Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính<br>- Đo sự liên kết của board cắm<br>- Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn<br>- Uôn chân linh kiện cho phù hợp với vị trí cắm trên board   | - Xác định đúng chân linh kiện<br>- Chân linh kiện không được uốn sát vào chân tránh dễ bị đứt ngầm bên trong và không được vuông góc, vuông góc quá sẽ bị gãy.<br>- Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch |    |   |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |                   |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |
| Bước 2:<br>- Lắp ráp linh kiện trên board   | Lắp theo trình tự<br>- Lắp IC 741<br>- Lắp các linh kiện phụ trợ R<br>- Cắm dây liên kết mạch<br>- Cắm dây cấp nguồn  | - Mỗi linh kiện một chấu cắm<br>- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt, tạo dáng đẹp<br>- Các dây nối không chồng chéo nhau  |    |   |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |                   |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |
| Bước 3:<br>- Kiểm tra mạch điện   | - Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý và ngược lại<br>- Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp   |   |    |   |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |                   |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |
| Bước 4:<br>- Cấp nguồn đo thông số mạch điện  | - Cấp nguồn cho mạch điện VDC. Điện áp  |   |    |   |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |                   |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |
|   | <table border="1"> <tr> <td>UE1</td> <td>10</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>( UA) UE2<br/>= 4v</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>( UA) UE2<br/>= 0v</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>( UA) UE2<br/>= - 4v</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | UE1   | 10 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | ( UA) UE2<br>= 4v |  |  |  |  |  |  | ( UA) UE2<br>= 0v |  |  |  |  |  |  | ( UA) UE2<br>= - 4v |  |  |  |  |  |  |  |
| UE1   | 10  | 0   | 2  | 2 | 0 | 1 |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |                   |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |
| ( UA) UE2<br>= 4v   |   |   |    |   |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |                   |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |
| ( UA) UE2<br>= 0v   |   |   |    |   |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |                   |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |
| ( UA) UE2<br>= - 4v   |   |   |    |   |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |                   |  |  |  |  |  |  |                     |  |  |  |  |  |  |  |

Khảo sát sóng đầu vào và ra chân 2, chân số 6

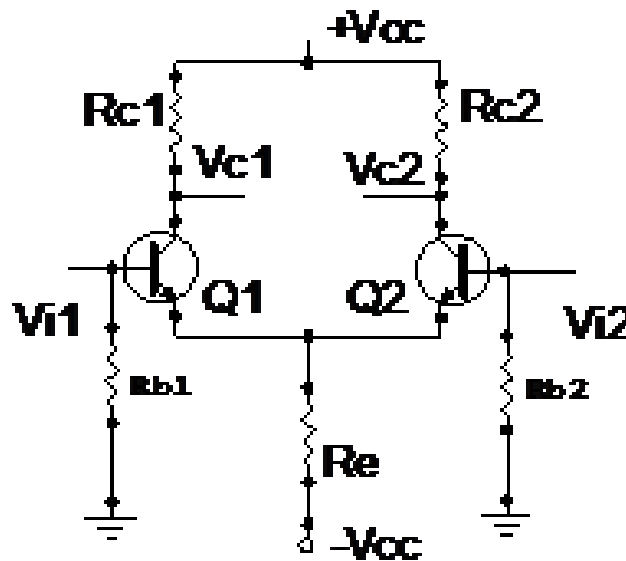


Bước 3: Cuối cùng, lặp lại các bước trên khi thay điện trở ngõ vào  $RE1 = 4,7\text{ K}\Omega$ . Ghi điện áp ra UA vào bảng 2.2 và vẽ các đồ thị vào hình 2.13

$RE1 = 4.7K$

|                     |  |   |   |   |   |   |
|---------------------|--|---|---|---|---|---|
| UE1                 |  | 2 | 4 | 6 | 8 | 0 |
| ( UA) UE2<br>= 2v   |  |   |   |   |   |   |
| ( UA) UE2<br>= - 2v |  |   |   |   |   |   |

Bài 4: Thực hành mạch khuếch đại vi sai



12.1. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị vật liệu

a. Dụng cụ thiết bị

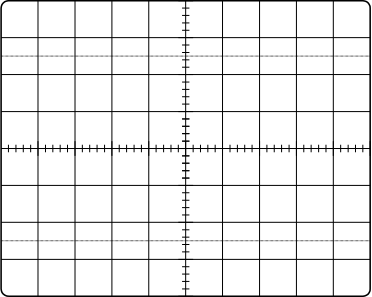
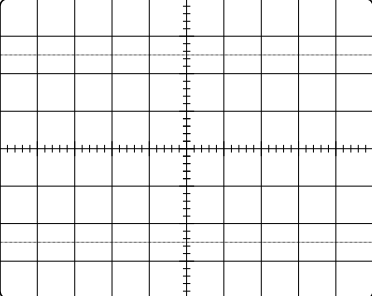
| <b>Dụng cụ</b>                       | <b>Thiết bị</b>                    |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| Bo cắm<br>Panh kẹp<br>Kim uốn<br>Kéo | Đồng hồ<br>VOM<br>Máy hiện<br>sóng |

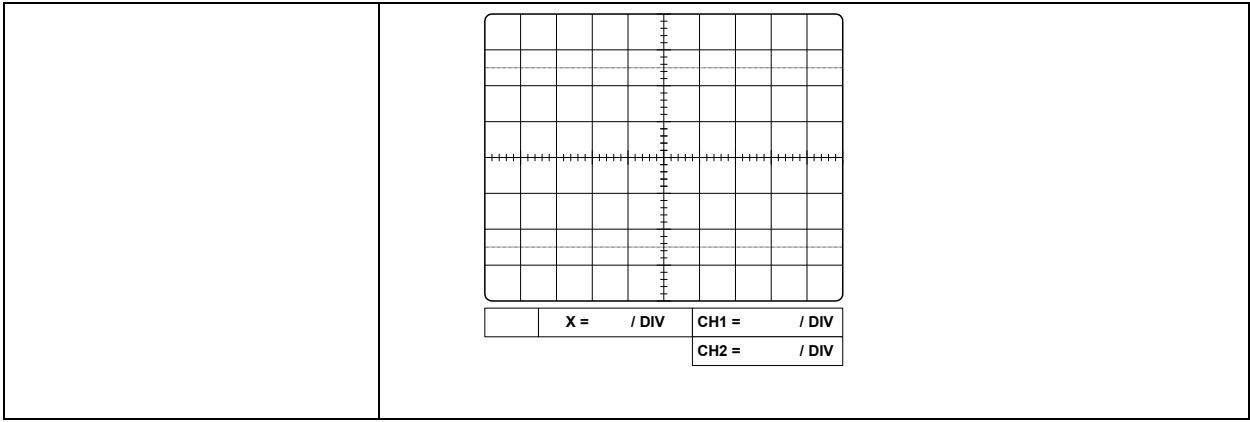
b. Linh kiện

| <b>TT</b> | <b>Tên linh kiện</b> | <b>Số lượng</b> |
|-----------|----------------------|-----------------|
|           | RC1 10K              | 01              |
|           | RC2 10K              | 01              |
|           | Q1 = Q2 = C828       | 1+1             |
|           | Re 1K                | 01              |
|           | Rb1 = Rb2 =<br>220K  |                 |

2. Trình tự thực hiện

| <b>Các bước công việc</b>   | <b>Nội dung</b>   | <b>Yêu cầu kỹ thuật</b>   |
|---|---|---|
| <p>Bước 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chuẩn bị các linh kiện đã chọn</li> <li>- Kiểm tra board cắm</li> <li>- Xác định vị trí đặt linh kiện trên board</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính</li> <li>- Đo sự liên kết của board cắm</li> <li>- Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn</li> <li>- Uốn chân linh kiện cho phù hợp với vị trí cắm trên board</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Xác định đúng chân linh kiện</li> <li>- Chân linh kiện không được uốn sát vào chân tránh để bị đứt ngàm bên trong và không được vuông góc, vuông góc quá sẽ bị gãy.</li> <li>- Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch</li> </ul> |
| <p>Bước 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lắp ráp linh kiện trên board</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lắp theo trình tự</li> <li>- Lắp lần lượt các transistor Q2, Q1</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mỗi linh kiện một chấu cắm</li> <li>- Các linh kiện cắm</li> </ul>   |

|  |   |  |       |       |       |       |       |  |  |  |       |       |  |     |       |       |       |  |  |  |       |       |
|--|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|-------|-------|--|-----|-------|-------|-------|--|--|--|-------|-------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lắp các linh kiện phụ trợ R</li> <li>- Cắm dây liên kết mạch</li> <li>- Cắm dây cấp nguồn</li> </ul>   | <p>đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt, tạo dáng đẹp</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Các dây nối không chồng chéo nhau</li> </ul> |       |       |       |       |       |  |  |  |       |       |  |     |       |       |       |  |  |  |       |       |
| <p>Bước 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra mạch điện</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý và ngược lại</li> <li>- Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp</li> </ul>   |  |       |       |       |       |       |  |  |  |       |       |  |     |       |       |       |  |  |  |       |       |
| <p>Bước 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cấp nguồn đo thông số mạch điện</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cấp nguồn cho mạch điện 12VDC.</li> <li>- Đo điện áp phân cực trên các chân B và C của tranzito Q1 và Q2 cho nhận xét và giải thích kết quả đo.</li> <li>- Cho tín hiệu dạng sin ngõ vào Vi1 và Vi2 3VAC /50hz qua hai điện trở hạn dòng 10k. Quan sát dạng sóng ngõ ra trên C1 và C2. giải thích hiện tượng.</li> </ul> <div style="text-align: center;">  <table border="1" data-bbox="688 1331 1057 1392" style="margin: 0 auto;"> <tr> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;">X =</td> <td style="width: 20px;">/ DIV</td> <td style="width: 20px;">CH1 =</td> <td style="width: 20px;">/ DIV</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>CH2 =</td> <td>/ DIV</td> </tr> </table> <br/>  <table border="1" data-bbox="607 1698 976 1759" style="margin: 0 auto;"> <tr> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;">X =</td> <td style="width: 20px;">/ DIV</td> <td style="width: 20px;">CH1 =</td> <td style="width: 20px;">/ DIV</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>CH2 =</td> <td>/ DIV</td> </tr> </table> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cho tín hiệu ngõ vào ở 01 cực B và quan sát dạng sóng ngõ ra. cho nhận xét trong hai trường hợp.</li> </ul> |  |       | X =   | / DIV | CH1 = | / DIV |  |  |  | CH2 = | / DIV |  | X = | / DIV | CH1 = | / DIV |  |  |  | CH2 = | / DIV |
|  | X =   | / DIV  | CH1 = | / DIV |       |       |       |  |  |  |       |       |  |     |       |       |       |  |  |  |       |       |
|  |   |  | CH2 = | / DIV |       |       |       |  |  |  |       |       |  |     |       |       |       |  |  |  |       |       |
|  | X =   | / DIV  | CH1 = | / DIV |       |       |       |  |  |  |       |       |  |     |       |       |       |  |  |  |       |       |
|  |   |  | CH2 = | / DIV |       |       |       |  |  |  |       |       |  |     |       |       |       |  |  |  |       |       |



## Bài 3

### Mạch dao động

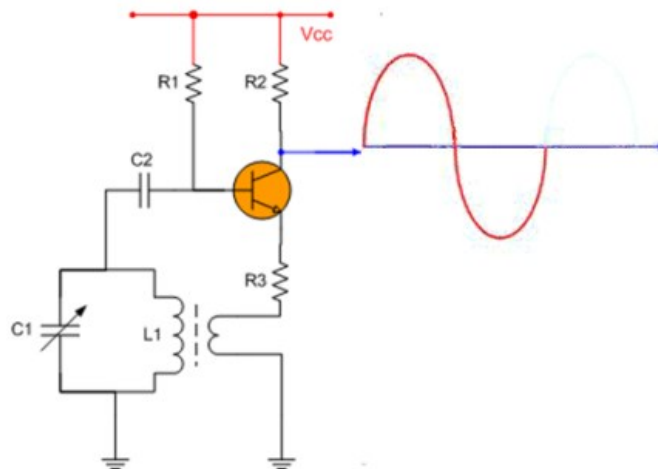
#### Mục tiêu:

- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý hoạt động các mạch dao động sin, mạch dao động không sin, mạch tạo sóng đặc biệt
- Thực hiện các mạch dao động đúng yêu cầu kỹ thuật
- Rèn luyện tính tỉ mỉ, chính xác, an toàn và vệ sinh công nghiệp

#### 3.1. Mạch dao động sin.

Người ta có thể tạo dao động hình Sin từ các linh kiện L - C hoặc từ thạch anh.

Mạch dao động hình Sin dùng L – C



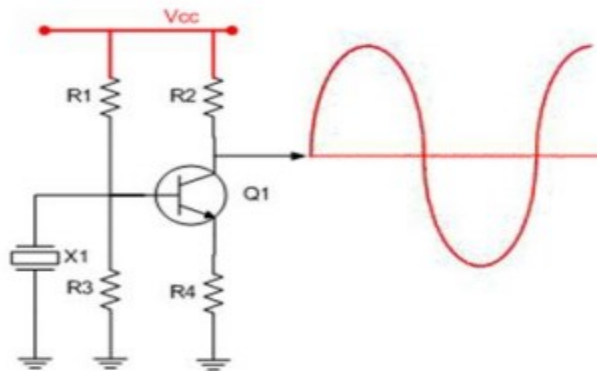
Hình 3.1. Mạch dao động sin

Mạch dao động trên có tụ  $C1 // L1$  tạo thành mạch dao động L - C. Để duy trì sự dao động này thì tín hiệu dao động được đưa vào chân B của Transistor, R1 là trở định thiên cho Transistor, R2 là trở gánh để lấy ra tín hiệu

dao động ra, cuộn dây đấu từ chân E Transistor xuống mass có tác dụng lấy hồi tiếp để duy trì dao động. Tần số dao động của mạch phụ thuộc vào C1 và L1 theo công thức

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L1 \cdot C1}}$$

Mạch dao động hình sin dùng thạch anh.



Hình 3.2. Mạch dao động sin dùng thạch anh

X1 : là thạch anh tạo dao động, tần số dao động được ghi trên thân của thạch anh, khi thạch anh được cấp điện thì nó tự dao động ra sóng hình sin. thạch anh thường có tần số dao động từ vài trăm KHz đến vài chục MHz.

Transistor Q1 khuếch đại tín hiệu dao động từ thạch anh và cuối cùng tín hiệu được lấy ra ở chân C.

R1 vừa là điện trở cấp nguồn cho thạch anh vừa định thiên cho Transistor Q1

R2 là trở gánh tạo ra sụt áp để lấy ra tín hiệu .

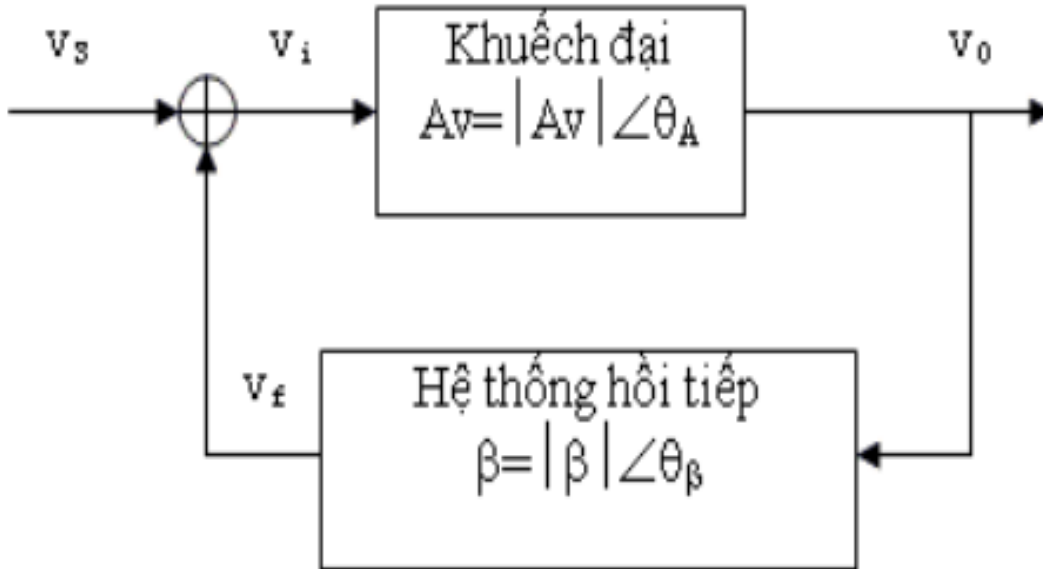
Thạch anh dùng để dao động



Hình 3.3. Hình dạng thạch anh

### 3.1.1. Khảo sát mạch dao động sin ở tần số thấp

Ta xem lại mạch khuếch đại có hồi tiếp



Hình 3.5. Mạch khuếch đại có hồi tiếp

Nếu pha của  $V_f$  lệch 1800 so với  $v_s$  ta có hồi tiếp âm.

Nếu pha của  $v_f$  cùng pha với  $v_s$  (hay lệch 3600) ta có hồi tiếp dương.

Độ lợi của mạch khi có hồi tiếp:

Trường hợp đặc biệt  $\beta A_V = 1$  được gọi là chuẩn cứ Barkausen (Barkausencriteria), lúc này  $A_f$  trở nên vô hạn, nghĩa là khi không có tín hiệu nguồn  $v_s$  mà vẫn có tín hiệu ra  $v_0$ , tức mạch tự tạo ra tín hiệu và được gọi là mạch dao động. Tóm lại điều kiện để có dao động là:

$$\beta A_V = 1$$

$\theta_A + \theta_B = 0$  (3600) điều kiện này chỉ thỏa ở một tần số nào đó, nghĩa là trong hệ thống hồi tiếp dương phải có mạch chọn tần số.

Nếu  $\beta A_V \gg 1$  (đúng điều kiện pha) thì mạch dao động đạt ổn định nhanh

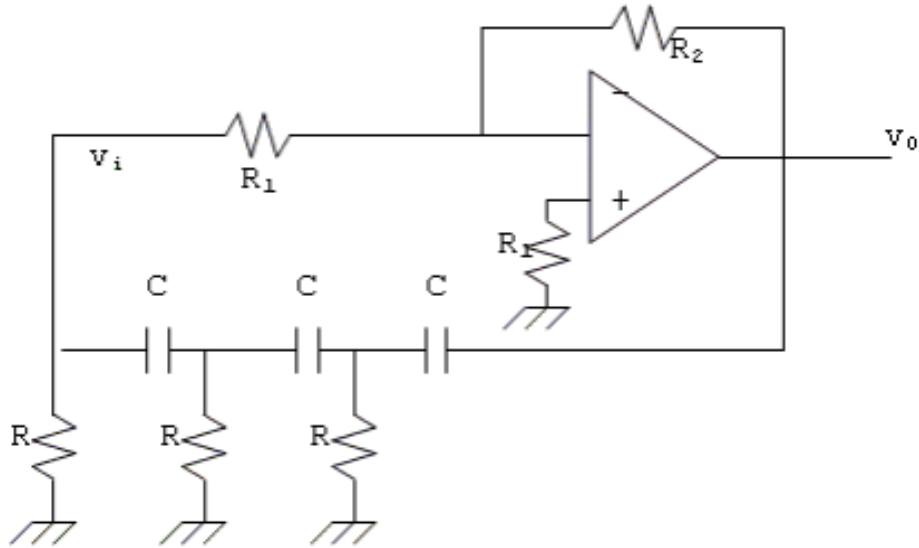
nhưng dạng sóng méo nhiều (thiên về vuông) còn nếu  $\beta A_V > 1$  và gần bằng 1 thì mạch đạt đến độ ổn định chậm nhưng dạng sóng ra ít méo. Còn nếu  $\beta A_V < 1$  thì mạch không dao động được.

Dao động dịch pha (phase shift oscillator)



### a. Nguyên tắc

- Do op-amp có tổng trở vào rất lớn và tổng trở ra không đáng kể nên mạch dao động này minh họa rất tốt cho chuẩn cứ Barkausen. Mạch căn bản được minh họa như sau



Hình 3.6. Mạch dao động sóng sin

- Tần số dao động được xác định bởi:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{6RC}}$$

## 3.2. Mạch dao động không sin.

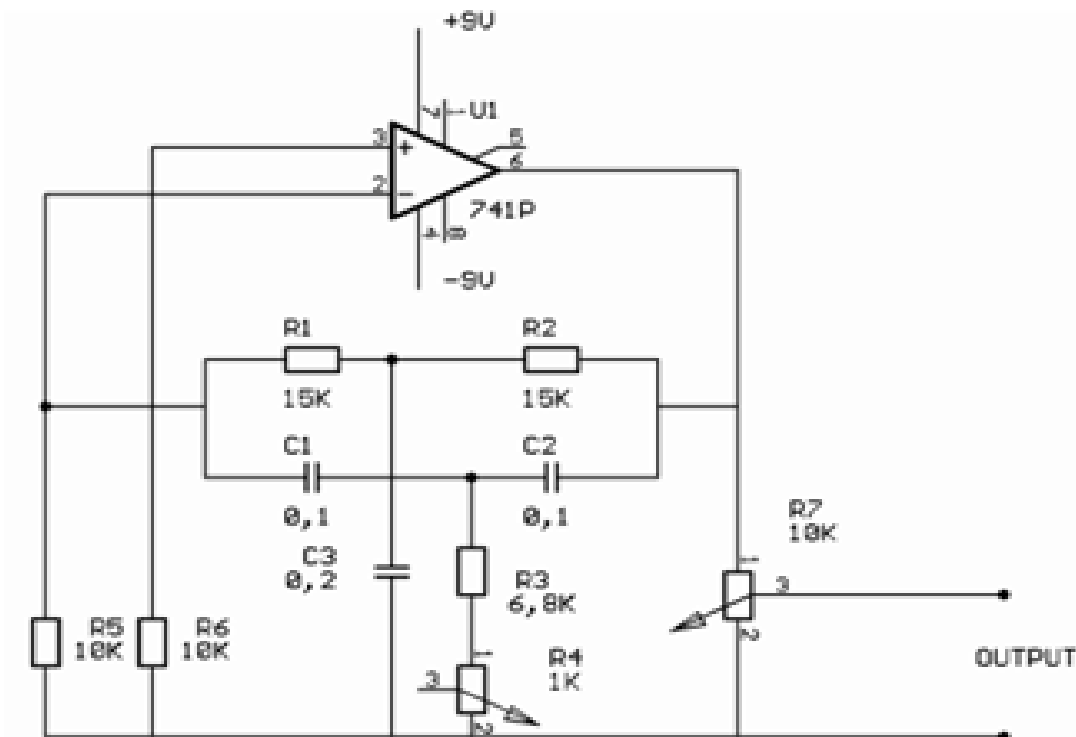
### 3.2.1. Mạch dao động cầu T kép 1 khz

Các bộ KĐTT có thể được dùng trong những ứng dụng tạo sóng, chúng có thể thực hiện chức năng tạo sóng sin, sóng vuông, tam giác... với tần số thấp vài Hz đến tần số cao khoảng 20 KHz.

Sóng sin tần số thấp có thể được tạo ra bằng nhiều cách. Một cách rất đơn giản là ghép một mạch cầu T kép giữa đầu ra với đầu vào của mạch khuếch đại đảo dùng KĐTT như ở hình 3.1.

Mạch cầu T kép gồm R1-R2-R3-R4 và C1-C2-C3, mạch cầu T kép được gọi là cân bằng khi  $R1 = R2 = 2(R3 + R4)$  và  $C1 = C2 = C3/2$ . Khi mạch hoàn toàn cân bằng nó sẽ trở thành bộ suy giảm phụ thuộc tần số, triệt hoàn toàn tín hiệu ra tại tần số trung tâm  $f = 1/6,28 R1C1$  và cho các tần số khác truyền qua. Khi cầu không

hoàn toàn cân bằng, nó vẫn đóng vai trò suy giảm nhưng lúc này có tín hiệu ra tại tần số trung tâm, và pha tín hiệu ra phụ thuộc vào chiều hướng mất cân bằng. Nếu  $2(R3 + R4)$  nhỏ hơn  $R1$  và  $R2$  thì tín hiệu ra ngược pha với tín hiệu vào.



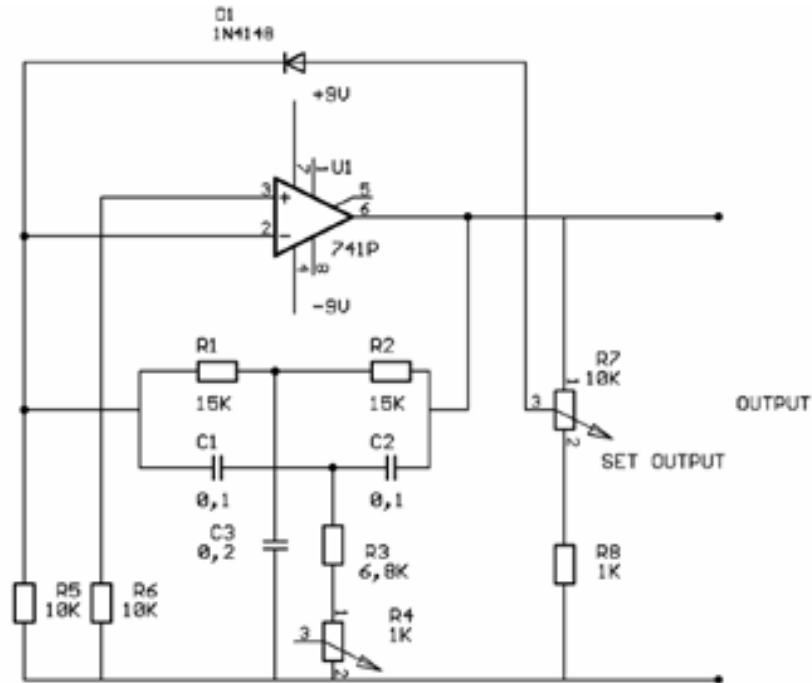
Hình 3.7 Mạch dao động cầu T kép 1 KHz

Trong sơ đồ tín hiệu vào của mạch cầu T kép lấy từ đầu ra của KĐTT, đầu ra của nó lại đưa vào đầu vào đảo của KĐTT và R4 được hiệu chỉnh cẩn thận sao cho cầu T kép có điện áp ra nhỏ tại tần số trung tâm, tín hiệu ra này sẽ ngược pha với tín hiệu vào. Như vậy có hồi tiếp dương tại tần số trung tâm và mạch dao động tại tần số này, giá trị này trong sơ đồ khoảng 1 KHz.

Biên độ ra có thể thay đổi từ 0 đến 5 V hiệu dụng nhờ R7, nên chỉnh R4 sao cho mạch vừa đúng dao động, khi đó tín hiệu ra có độ méo toàn phần <1%. Biên độ ra không thể tăng vọt cao quá nhờ đặc tuyến phi tuyến của KĐTT sẽ tự động điều chỉnh biên độ khi tín hiệu ra đạt đến mức bão hòa của đặc tuyến.

### 3.2.2. Dao động cầu T kép ổn định bằng diode

Mạch dao động 1 KHz ở hình 3.2 sử dụng một phương pháp khác để tự động điều chỉnh biên độ. Diode silic D1 được nối giữa đầu ra với đầu vào của KĐTT qua biến trở phân áp R7. Khi điện áp trên diode vượt quá vài trăm mV, diode sẽ dẫn và làm giảm độ lợi của mạch. Do đó, nó đóng vai trò điều chỉnh biên độ



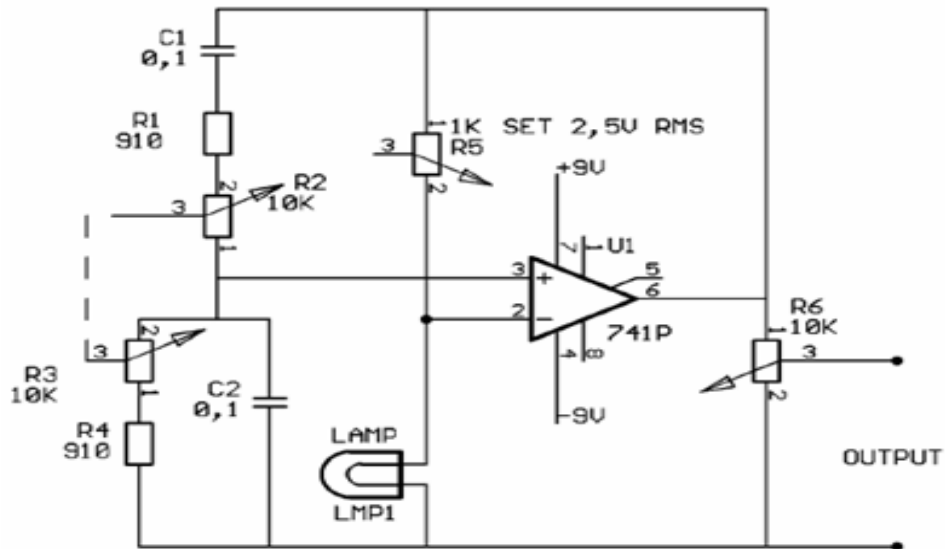
Hình 3.8 Dao động cầu T kép ổn định bằng diode

Để chỉnh mạch ở hình 3.2. Trước tiên đặt con trượt của R7 tại điểm nối với đầu ra KĐTT, bây giờ chỉnh R4 để không có dao động, sau đó thay đổi R4 thật chậm cho đến khi bắt đầu xuất hiện dao động. Lúc này tín hiệu sin ra có biên độ khoảng 500 mVP-P hay 170mV hiệu dụng và quá trình cân chỉnh đã hoàn tất. Khi đó R7 có thể dùng để thay đổi tín hiệu ra từ 170 mV đến 3 V hiệu dụng với độ méo không đáng kể.

Các mạch trong 2 sơ đồ trên dùng làm bộ dao động tần số cố định rất tốt nhưng không thể tạo ra nhiều tần số khác nhau do khó thay đổi cùng lúc ba hay bốn thành phần của cầu T kép. Tuy nhiên, bằng cách ghép mạch lọc Wien với KĐTT có thể tạo ra mạch dao động nhiều tần số khác nhau như ở hình 3.3 và 3.4.

### 3.2.3. Mạch dao động cầu Wien 150 Hz – 1,5 KHz

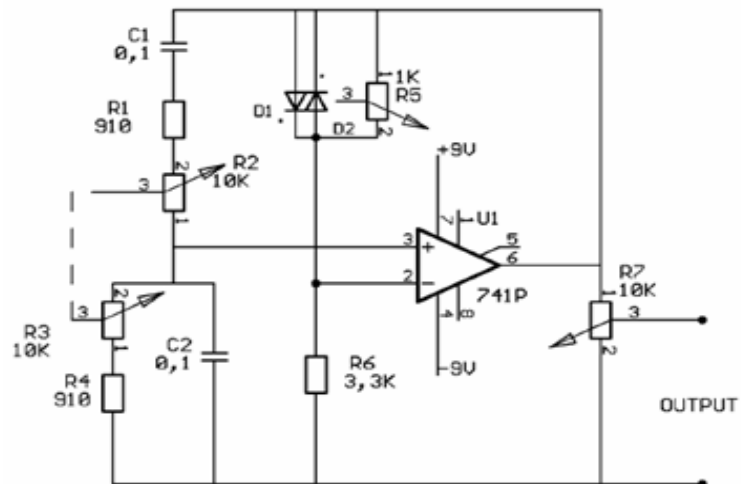
Tần số ra của các mạch này có thể thay đổi mười lần nhờ bộ biến trở đôi R2 và R3, các mạch này chỉ khác nhau ở cách tự động điều chỉnh biên độ. Trong các sơ đồ, mạch lọc Wien gồm R1-R2-R3-R4 và C1-C2 nối giữa đầu ra với đầu vào không đảo của KĐTT và một cầu phân áp tự động điều chỉnh biên độ nối giữa đầu ra với đầu vào đảo. Cầu Wien thực chất là một mạch suy giảm phụ thuộc tần số có hệ số suy giảm là 1/3 tại tần số trung tâm. Do đó để có được sóng sin ít méo thì phần điều chỉnh biên độ của mạch luôn tự động thay đổi để bảo đảm duy trì độ lợi toàn phần của mạch gần bằng 1



Hình 3.9 Mạch dao động cầu Wien 150 Hz – 1,5 KHz

Mạch hình 3.9 tự động điều chỉnh biên độ bằng cách nối tiếp R5 và đèn tim LMP1 tạo thành một cầu phân áp tự điều chỉnh.. Đèn được chọn tùy ý từ 12 V đến 28 V và có dòng danh định nhỏ hơn 50 mA. Khi mạch đã hiệu chỉnh đúng, sóng sin ra có độ méo sóng hài khoảng 0,1% và mạch đòi hỏi nguồn cấp dòng khoảng 6 mA. Mạch này được hiệu chỉnh bằng cách đặt R6 ở mức ra cao nhất rồi chỉnh R5 để có đầu ra khoảng 2,5 V hiệu dụng.

### 3.2.4. Mạch dao động Wien ổn định bằng diode

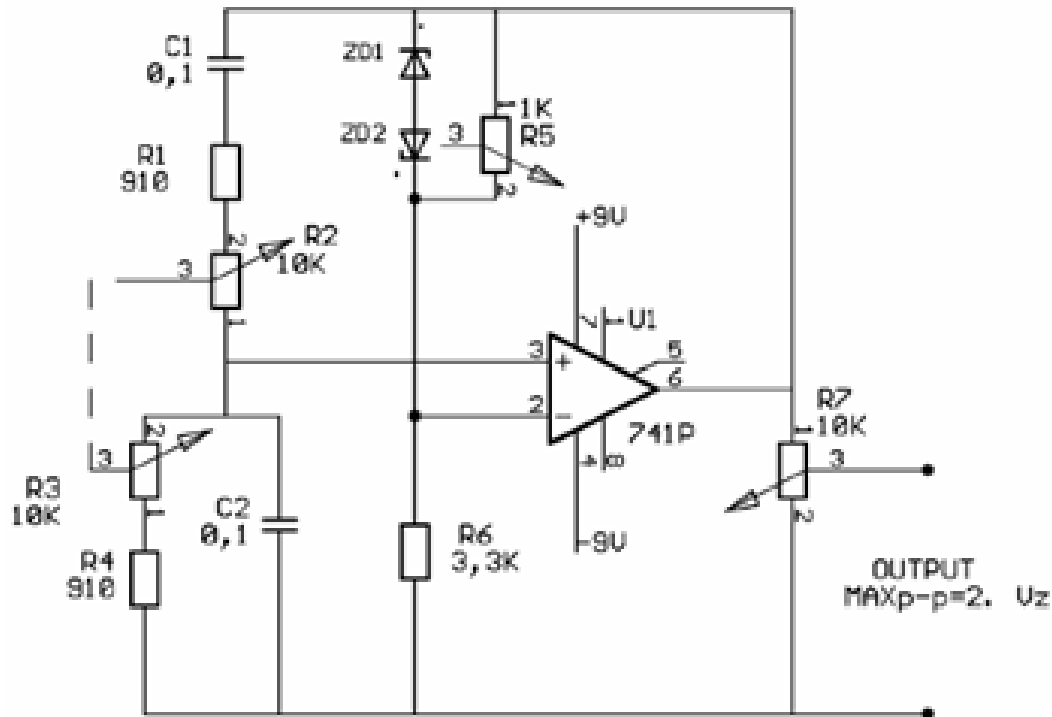


Hình 3.10 Mạch dao động Wien ổn định bằng diode

Các mạch hình 3.9 và 3.10 sử dụng diode chỉnh lưu hay diode zener để ổn định độ lợi toàn phần. Cả hai dạng mạch này có độ méo từ 1 đến 2% nhưng lại có

ưu điểm là không gây ra những biến động về biên độ khi thay đổi tần số. Biên độ ra đỉnh-đỉnh của mỗi mạch lớn nhất là bằng hai lần điện áp chuyển trạng thái của các diode. Mạch hình 3.11 gồm các diode bắt đầu dẫn tại 500 mV nên biên độ đỉnh-đỉnh lớn nhất chỉ là 1 V, còn các diode ở hình 3.12 là loại diode zener có điện áp đánh thủng cao khoảng 5,6 V nên biên độ ra đỉnh-đỉnh lớn nhất lên đến 12 V.

### 3.2.5. Mạch dao động Wien ổn định bằng diode zener



Hình 3.11 Mạch dao động Wien ổn định bằng diode zener

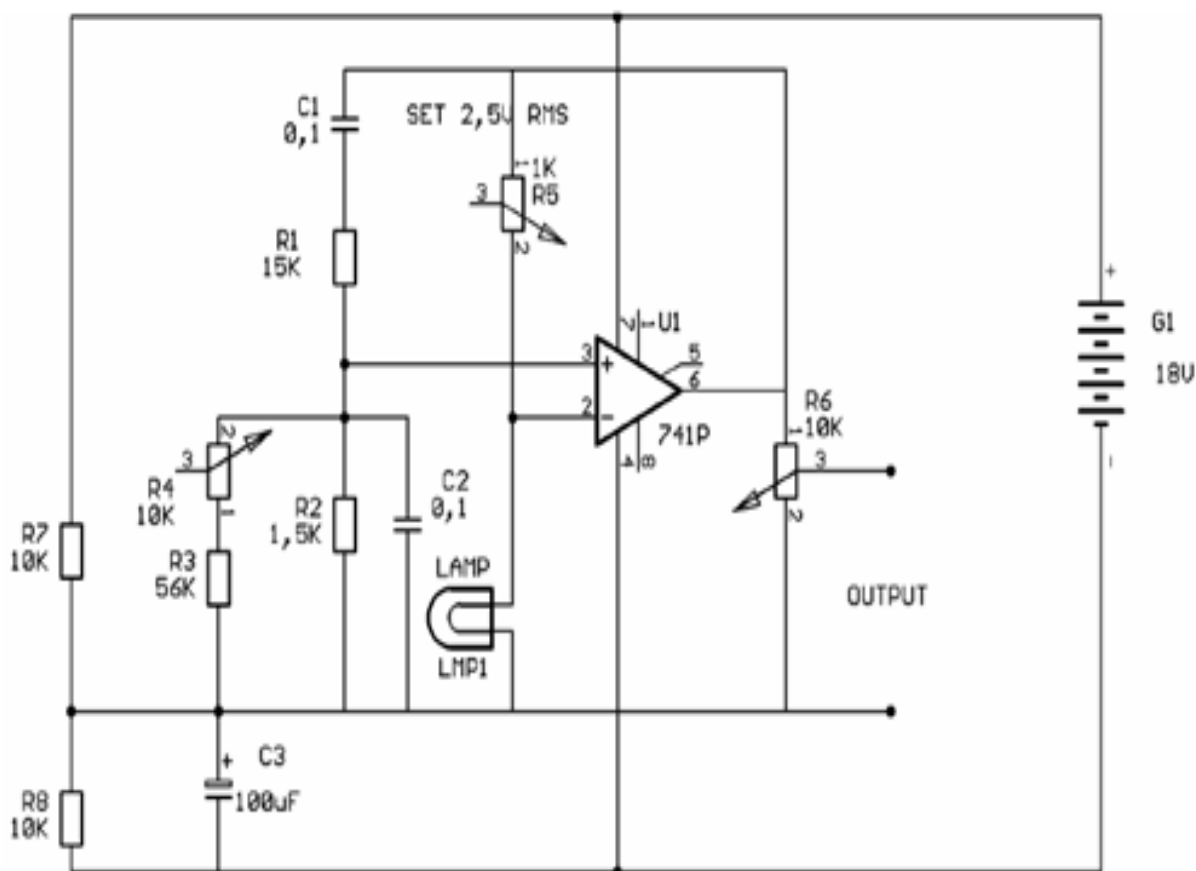
Quá trình hiệu chỉnh các mạch ở hình 3.9 và 3.10 như sau: Đầu tiên, thay đổi R5 sao cho mạch đạt đến trạng thái ổn định với độ méo thấp nhất. sau đó thay đổi tần số ra và kiểm tra để chắc chắn có dao động với mọi tần số. Nếu cần tìm những tần số mà tại đó dao động yếu rồi chỉnh R5 để thu được dao động tốt, khi đó mạch sẽ làm việc tốt trong toàn bộ dải tần. Mức ổn định trong toàn dải tần phụ thuộc vào mức đồng nhất giữa các biến trở R2-R3 và biến trở đôi này nên dùng loại chất lượng tốt.

Các mạch ở hình 3.3 đến 3.5 được thiết kế để dao động từ 150 Hz đến 1,5 KHz. Nếu cần, dải tần có thể thay đổi được bằng cách dùng những tụ C1 và C2 khác nhau, tăng điện dung sẽ làm giảm tần số. Tần số ra cao nhất với độ méo thấp của mỗi mạch khoảng 25 KHz, do tốc độ quét của 741 có giới hạn.

Mạch dao động Wien có thể được thay đổi theo nhiều cách tùy theo yêu cầu cụ thể. Chẳng hạn, nó có thể dùng làm bộ dao động tần số cố định hay bộ dao động tần số cố định nhưng có thể tinh chỉnh hay sửa đổi để mạch chỉ cần dùng một nguồn cung cấp.

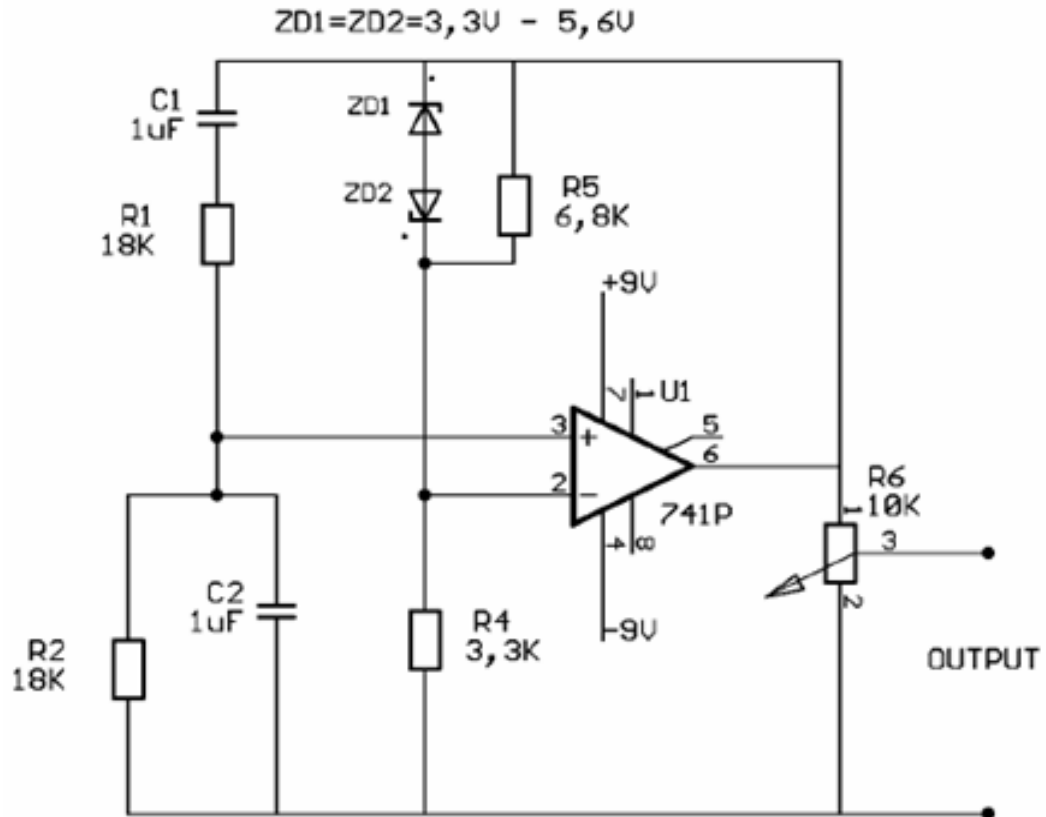
Như mạch trong hình 3.12 là thay đổi của hình 3.3 để dao động 1 KHz với một nguồn cung cấp. R7 và R8 là cầu phân áp cung cấp điện áp tính tại điểm giữa và C3 nối tắt R8 về mặt xoay chiều nhằm làm giảm trở kháng nguồn trên đường truyền. Nếu không có R3 và R4, dao động xảy ra tại tần số dưới 1 KHz một ít. R3 và R4 ghép song song với R2 của mạch Wien và có thể chỉnh tần số làm việc chính xác 1 KHz.

### 3.2.6. Dao động Wien một nguồn cung cấp



Hình 3.12 Dao động Wien một nguồn cung cấp

Cuối cùng mạch hình 3.11 thay đổi thành mạch ở hình 3.7 có tần số dao động 8 Hz hay còn gọi là mạch dao động tremolo. Cầu Wien gồm R1-R2 và C1-C2 với các diode zener ZD1 và ZD2, bộ phân áp cố định R3-R4 dùng để điều chỉnh biên độ, R3 lớn khoảng gấp đôi R4 để bảo đảm dao động với độ méo nhỏ.



Hình 3.13 Mạch dao động tremolo

Thực hành

Bài thực hành số 1: Khảo sát mạch dao động dùng IC 741

Dụng cụ thực hành

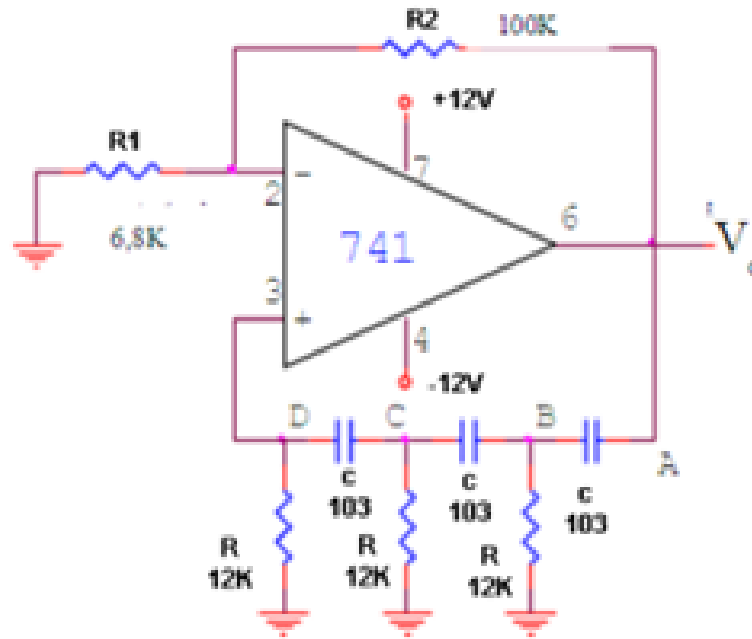
- + Bàn thực hành
- + Bộ thực hành điện tử cơ bản
- + Dao động ký
- + Linh kiện điện tử

Chuẩn bị lý thuyết

- + Nguyên lý mạch dao động sóng sin
- + Các loại mạch dao động sóng sin
- + Công thức tính tần số của từng loại mạch

Nội dung thực hành

Lắp mạch như hình sau



Bước 1: Lắp mạch như hình vẽ

Bước 2: Dùng dao động ký đo, vẽ dạng sóng ra tại A,B,C,D,E

Bước 3: Tính tần số dao động của mạch dao động dịch pha

$$f = \frac{1}{2\pi RC \cdot 6} =$$

Thay giá trị của tụ  $C = 0.1\mu\text{F}$ , làm lại các bước từ bước 2 đến bước 4

.....

.....

.....

.....

.....

- Báo cáo kết quả thực hành

+ Báo cáo kết quả đo VOM

+ Báo cáo kết quả đo dao động ký

+ Nêu công dụng của biến trở trong mạch dao động

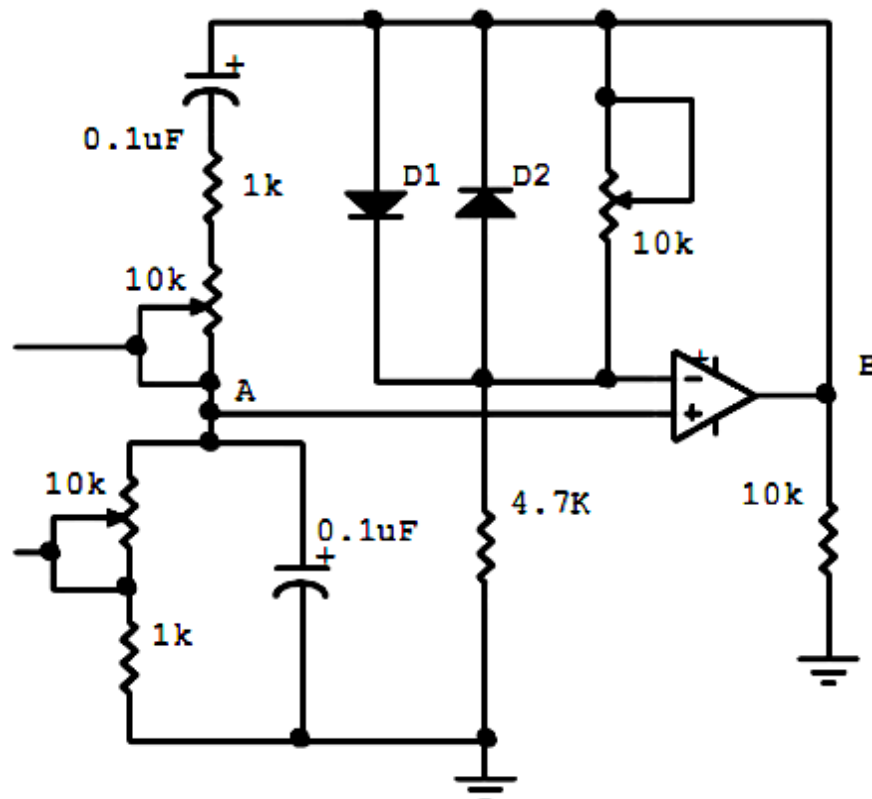
+ Các loại mạch dao động sóng sin

+ Công thức tính tần số của từng loại mạch



## Bài thực hành số 2: Thực hành lắp mạch dao động cầu Wien dùng opamp

- Dụng cụ thực hành
- + Bàn thực hành
- + Bộ thực hành điện tử cơ bản
- + Dao động ký
- + Linh kiện điện tử
- Chuẩn bị lý thuyết
- + Nguyên lý mạch dao động sóng sin
- Nội dung thực hành
- + Chọn opamp loại IC 741 hoặc TL082, nguồn +/-12V
- + Chọn diode D1 và D2 loại 1N4007 . biến trở 10K của cầu Wien là đồng chỉnh
- + Sử dụng dao động ký đo, vẽ dạng sóng tại điểm A và điểm B
- + Điều chỉnh biến trở sao cho sóng ra có dạng sin
- + Tính biên độ và tần số dao động theo lý thuyết và thực tế.



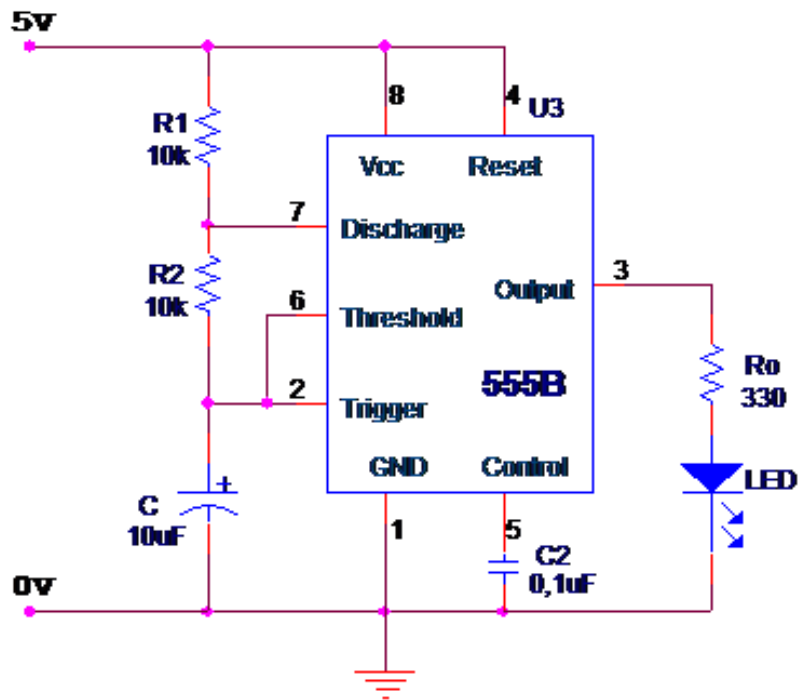
## 5. Báo cáo kết quả thực hành

- + Báo cáo kết quả đo VOM
- + Báo cáo kết quả đo dao động ký
- + Nêu công dụng của biến trở trong mạch dao động

### Tiêu chí đánh giá

- Hiểu được nguyên lý và tính toán được thông số mạch điện cũng như giá trị linh kiện trong các mạch ứng dụng cơ bản của KĐTT.
- Biết vận dụng một cách phù hợp các ứng dụng theo yêu cầu thực tế.
- Thực hiện các mạch ứng dụng.

### Bài thực hành số 3: Lắp ráp mạch dao động đa hài dùng IC 555



#### 1. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị vật liệu

##### a. Dụng cụ thiết bị

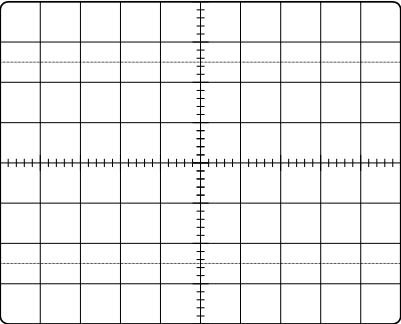
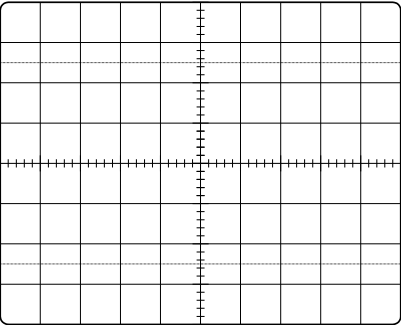
| Dụng cụ  | Thiết bị |
|----------|----------|
| Bo cắm   | Đồng hồ  |
| Panh kẹp | VOM      |
| Kim uốn  | Máy hiện |
| Kéo      | sóng     |

b. Linh kiện

| TT | Tên linh kiện | Số lượng |
|----|---------------|----------|
|    | IC NE555      | 01       |
|    | LED           | 01       |
|    | R 330         | 01       |
|    | R 10K         | 02       |
|    | C 10 $\mu$ F  | 01       |
|    | C 0,1 $\mu$ F | 01       |

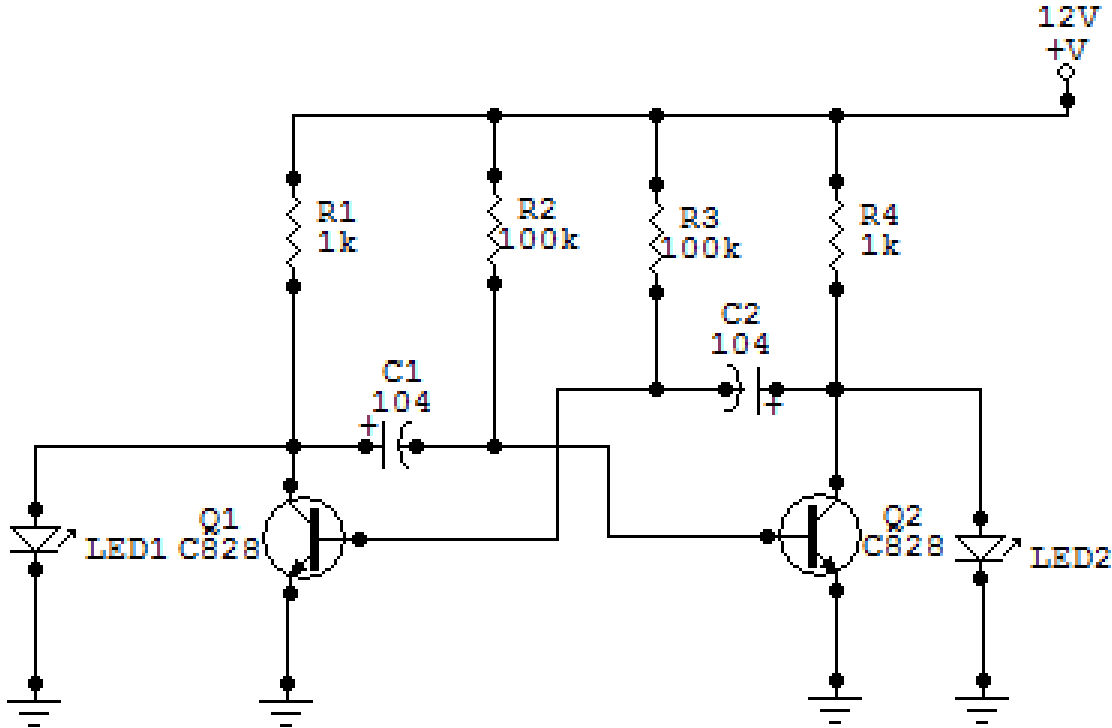
2. Trình tự thực hiện

| Các bước công việc  | Nội dung  | Yêu cầu kỹ thuật  |
|---|---|---|
| <p>Bước 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chuẩn bị các linh kiện đã chọn</li> <li>- Kiểm tra board cắm</li> <li>- Xác định vị trí đặt linh kiện trên board</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính</li> <li>- Đo sự liên kết của board cắm</li> <li>- Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn</li> <li>- Uốn chân linh kiện cho phù hợp với vị trí cắm trên board</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Xác định đúng chân linh kiện</li> <li>- Chân linh kiện không được uốn sát vào chân tránh dễ bị đứt ngầm bên trong và không được vuông góc, vuông góc quá sẽ bị gãy.</li> <li>- Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch</li> </ul> |
| <p>Bước 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lắp ráp linh kiện trên board</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lắp theo trình tự</li> <li>- Lắp IC NE555</li> <li>- Lắp các linh kiện R1, R2, C1, C2.</li> <li>- Lắp tải R, LED</li> <li>- Cắm dây liên kết mạch</li> <li>- Cắm dây cấp nguồn</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mỗi linh kiện một chấu cắm</li> <li>- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt, tạo dáng đẹp</li> <li>- Các dây nối không chồng chéo nhau</li> </ul>  |
| <p>Bước 3:</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ</li> </ul>   |   |

|   |  |       |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |
|---|--|-------|-------|-------|-------|--|--|-------|-------|-----|-------|-------|-------|--|--|-------|-------|
| <p>- Kiểm tra mạch điện</p>   | <p>nguyên lý và ngược lại</p> <p>- Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp</p>   |       |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |
| <p>Bước 4:</p> <p>- Cấp nguồn đo thông số mạch điện</p>             | <p>- Dùng đồng hồ vạn năng đo nguồn cấp cho IC NE555</p> <p>- Dùng máy hiện sóng đo kiểm tra dạng sóng</p> <p>+ Bật nguồn máy hiện sóng</p> <p>+ Thử que đo máy hiện sóng</p> <p>+ Kẹp dây mass que đo vào mass mạch điện</p> <p>- Đo tại chân (6) IC NE555 có dạng sóng</p>  <table border="1" data-bbox="743 989 1141 1056"> <tr> <td>X =</td> <td>/ DIV</td> <td>CH1 =</td> <td>/ DIV</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>CH2 =</td> <td>/ DIV</td> </tr> </table> <p>- Đo tại chân (3) IC NE555 có dạng sóng</p>  <table border="1" data-bbox="743 1457 1141 1524"> <tr> <td>X =</td> <td>/ DIV</td> <td>CH1 =</td> <td>/ DIV</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>CH2 =</td> <td>/ DIV</td> </tr> </table> | X =   | / DIV | CH1 = | / DIV |  |  | CH2 = | / DIV | X = | / DIV | CH1 = | / DIV |  |  | CH2 = | / DIV |
| X =   | / DIV  | CH1 = | / DIV |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |
|   |  | CH2 = | / DIV |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |
| X =   | / DIV  | CH1 = | / DIV |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |
|   |  | CH2 = | / DIV |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |
| <p>Bước 5:</p> <p>Hiệu chỉnh mạch và các sai hỏng thường xảy ra</p> | <p>- Tính tần số mạch dao động theo dạng sóng hiển thị trên máy hiện sóng</p> <p>- Tính tần số dao động theo thông số linh kiện</p> $f = 1/T$ <p>- Trong đó: <math>T = 0,7C1(R1 + 2R2 + 2VR)</math></p> <p>- Muốn điều chỉnh mạch dao động nhanh, dao</p>  |       |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>động chậm thì làm thế nào</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tính toán chọn linh kiện để có <math>f = 1\text{KHz}</math></li> <li>- Dạng sai hỏng</li> <li>+ Nguồn cấp cho IC NE555</li> </ul> |
|--|---|

Bài 4 . Lắp ráp mạch dao động đa hài dùng transistor



1. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị vật liệu

a. Dụng cụ thiết bị

| Dụng cụ  | Thiết bị |
|----------|----------|
| Bo cắm   | Đồng hồ  |
| Panh kẹp | VOM      |
| Kìm uốn  | Máy hiện |
| Kéo      | sóng     |

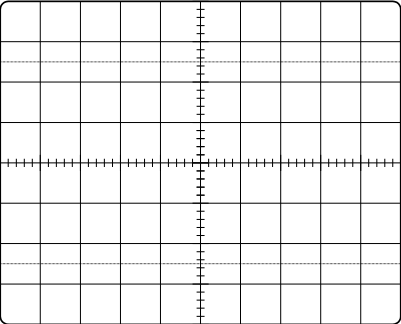
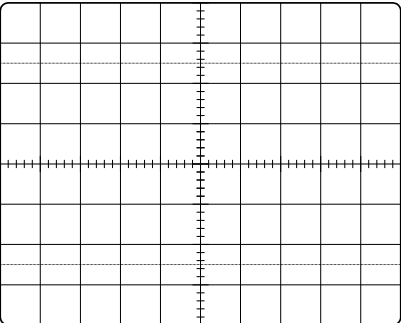
b. Linh kiện

| TT | Tên linh kiện   | Số lượng |
|----|-----------------|----------|
|    | Transistor C828 | 02       |

|  |        |    |
|--|--------|----|
|  | LED    | 02 |
|  | R 1K   | 02 |
|  | R 100K | 02 |
|  | C104   | 02 |

## 2. Trình tự thực hiện

| Các bước công việc  | Nội dung  | Yêu cầu kỹ thuật  |
|---|---|---|
| <p>Bước 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chuẩn bị các linh kiện đã chọn</li> <li>- Kiểm tra board cắm</li> <li>- Xác định vị trí đặt linh kiện trên board</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính</li> <li>- Đo sự liên kết của board cắm</li> <li>- Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn</li> <li>- Uốn chân linh kiện cho phù hợp với vị trí cắm trên board</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Xác định đúng chân linh kiện</li> <li>- Chân linh kiện không được uốn sát vào chân tránh dễ bị đứt ngầm bên trong và không được vuông góc, vuông góc quá sẽ bị gãy.</li> <li>- Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch</li> </ul> |
| <p>Bước 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lắp ráp linh kiện trên board</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lắp theo trình tự</li> <li>- Lắp transistor Q1, Q2.</li> <li>- Lắp các linh kiện R, LED</li> <li>- Lắp tụ C1, C2.</li> <li>- Cắm dây liên kết mạch</li> <li>- Cắm dây cấp nguồn</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mỗi linh kiện một chấu cắm</li> <li>- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt, tạo dáng đẹp</li> <li>- Các dây nối không chồng chéo nhau</li> </ul>  |
| <p>Bước 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra mạch điện</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý và ngược lại</li> <li>- Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp</li> </ul>   |   |
| <p>Bước 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cấp nguồn đo</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dùng đồng hồ vạn năng đo tại cực CQ1 và CQ2 đồng thời quan sát kim chỉ thị của đồng hồ có dao động liên tục không</li> </ul>   |   |

|  |  |       |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |
|--|--|-------|-------|-------|-------|--|--|-------|-------|-----|-------|-------|-------|--|--|-------|-------|
| <p>thông số mạch điện</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dùng máy hiện sóng đo kiểm tra dạng sóng</li> <li>+ Bật nguồn máy hiện sóng</li> <li>+ Thử que đo máy hiện sóng</li> <li>+ Kẹp dây mass que đo vào mass mạch điện</li> </ul> <p>- Đo tại cực CQ1 có dạng sóng</p>  <table border="1" data-bbox="743 772 1141 842"> <tr> <td>X =</td> <td>/ DIV</td> <td>CH1 =</td> <td>/ DIV</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>CH2 =</td> <td>/ DIV</td> </tr> </table> <p>- Đo tại cực CQ2 có dạng sóng</p>  <table border="1" data-bbox="743 1241 1141 1310"> <tr> <td>X =</td> <td>/ DIV</td> <td>CH1 =</td> <td>/ DIV</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>CH2 =</td> <td>/ DIV</td> </tr> </table> | X =   | / DIV | CH1 = | / DIV |  |  | CH2 = | / DIV | X = | / DIV | CH1 = | / DIV |  |  | CH2 = | / DIV |
| X =  | / DIV  | CH1 = | / DIV |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |
|  |  | CH2 = | / DIV |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |
| X =  | / DIV  | CH1 = | / DIV |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |
|  |  | CH2 = | / DIV |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |
| <p>Bước 5:<br/>Hiệu chỉnh mạch và các sai hỏng thường xảy ra</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tính tần số mạch dao động theo dạng sóng hiện thị trên máy hiện sóng</li> <li>- Tính tần số dao động theo thông số linh kiện</li> <math display="block">f = 1/T</math> <li>- Trong đó: <math>T = 1,4RB.C</math></li> <li>- Muốn điều chỉnh mạch dao động nhanh, dao động chậm thì làm thế nào</li> <li>- Dạng sai hỏng <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Hai đèn LED sáng cả (có thể do tần số)</li> <li>+ Một đèn sáng liên tục, một đèn không sáng:</li> </ul> </li> </ul> <p>Kiểm tra Transistor</p>  |       |       |       |       |  |  |       |       |     |       |       |       |  |  |       |       |

|  |                    |
|--|--------------------|
|  | + Dạng sóng ra xấu |
|--|--------------------|



## Bài 4

### Mạch nguồn

#### Mục tiêu

- Thực hiện nâng cao được tính năng của các bộ nguồn nuôi theo yêu cầu thiết kế.
- Thiết kế được các mạch ứng dụng vi mạch ổn áp đạt yêu cầu kỹ thuật
- Rèn luyện tính tỉ mỉ, chính xác, an toàn và vệ sinh công nghiệp

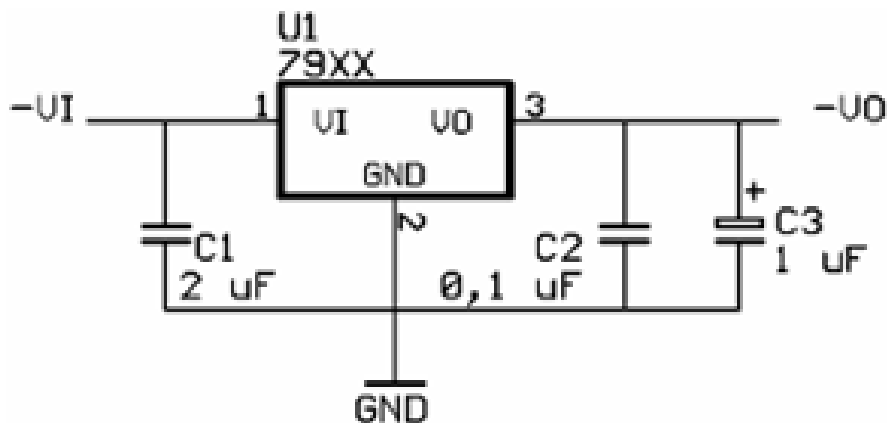
#### 4.1. Mạch nguồn dùng IC ổn áp

##### 4.1.1. Mạch nguồn dùng IC ổn áp 78XX/79XX

Họ IC ổn áp 3 chân đặc biệt thích hợp cho các yêu cầu thiết kế các bộ nguồn nhỏ, ổn định hay các ổn áp trên card. Các IC ổn áp rất thông dụng vì kích thước nhỏ và tốn ít linh kiện ngoài.

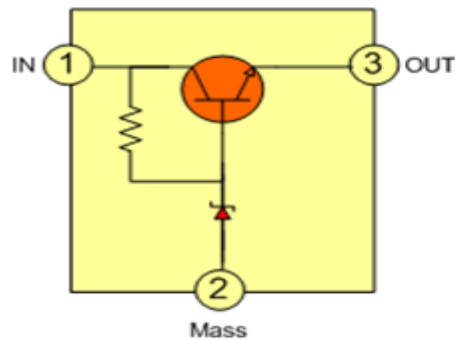
Sử dụng IC ổn áp 3 chân thường không có vấn đề gì. Tuy nhiên, cũng cần nên chú ý đến một số điểm sau: Ngõ ra của các IC ổn áp thường là một tầng đệm NPN (CC) và các IC ổn áp âm có tầng ra là tầng đệm EC. Cấu hình tầng ra CC không được áp dụng cho các ổn áp âm vì các transistor điều khiển PNP khó chế tạo bởi công nghệ vi mạch. Do đó việc thêm tụ thoát ở ngõ ra IC ổn áp dương có thể không cần trong một số ứng dụng.

Đối với ổn áp dương nên dùng tụ thoát  $0,33 \mu\text{F}$  ở ngõ vào và để cải thiện đáp ứng quá độ của ổn áp có thể dùng tụ  $0,1 \mu\text{F}$  ở ngõ ra, các tụ này nên đặt càng gần chân IC càng tốt.

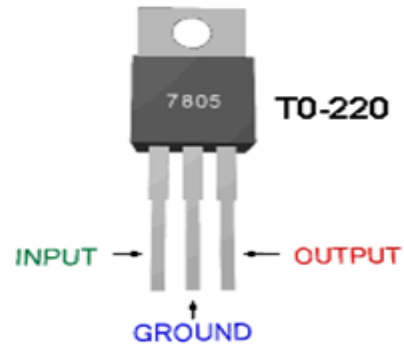


Hình 4.2 Ổn áp âm

Mạch ổn áp trên đơn giản và hiệu quả nên được sử dụng rất rộng rãi và người ta đã sản xuất các loại IC họ LA78.. để thay thế cho mạch ổn áp trên, IC LA78.. có sơ đồ mạch như phần mạch có màu xanh của sơ đồ trên.



IC ổn áp họ LA78..

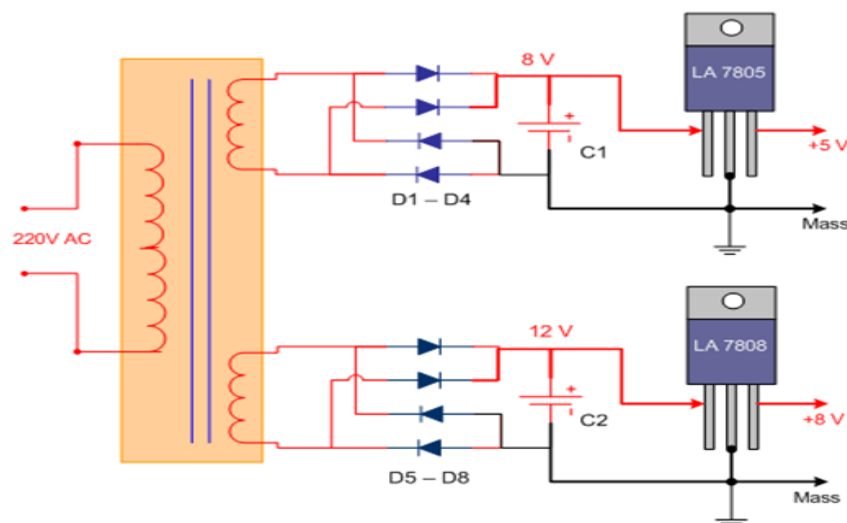


IC ổn áp LA7805

- |        |              |
|--------|--------------|
| LA7805 | IC ổn áp 5V  |
| LA7808 | IC ổn áp 8V  |
| LA7809 | IC ổn áp 9V  |
| LA7812 | IC ổn áp 12V |

Lưu ý : Họ IC78.. chỉ cho dòng tiêu thụ khoảng 1A trở xuống, khi ráp IC trong mạch thì  $U_{in} > U_{out}$  từ 3 đến 5V khi đó IC mới phát huy tác dụng.

IC ổn áp họ 78.. được dùng rộng rãi trong các bộ nguồn , như Bộ nguồn của đầu VCD, trong Ti vi màu, trong máy tính v v...



#### 4.1.2. Họ 78xx/79xx

Họ 78xx là họ IC 3 chân ổn áp dương trong đó xx là giá trị điện áp ra. Trong khi đó họ 79xx là họ IC ổn áp âm.

Các IC này được sản xuất bởi nhiều hãng khác nhau. Ví dụ:  $\mu$ A7805, MC7805,

AN7805,  $\mu$ PC7805, NJM7805, TA7805AP, HA17805...

Tùy theo dòng điện ngõ ra, IC còn được thêm các ký tự tương ứng để nhận dạng.

Ví dụ:

78Lxx : Dòng điện ra là 100 mA

78xx : Dòng điện ra là 1 A

78Hxx : Dòng điện ra là 5 A

Họ LM340-xx tương đương với 78xx và LM320-xx tương đương với 79xx. Họ LM340 và LM320 còn có thêm các ký tự để chỉ hình dạng vỏ như: LM340-xxH, -xxK, -xxT hay LM340H-xx, LM340K-xx, LM340T-xx với H là vỏ T)-5, K vỏ T)-3 và T là dạng vỏ TO- 220. Sau đây là một số ứng dụng tiêu biểu:

##### ***a. Nâng điện áp ra của IC ổn áp 3 chân cố định***

Các IC ổn áp như 7805 và 7905 có thể cho ra điện áp cao hơn nếu ghép thêm hai điện trở như ở hình 4.3 với trị số như sau:

$$R_1 = V_r / 0,02$$

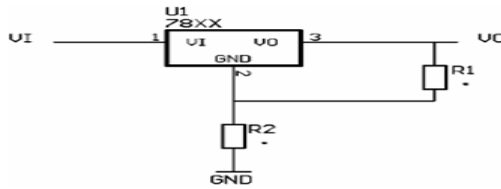
$$R_2 = V_B / 0,0025$$

Trong đó  $V_r$  là điện áp danh định của IC ( $V_r$  của 7805 là 5 V) và  $V_B = V_o - V_r$

Ví dụ:

| $V_o$  | $V_r$ | $R_1$        | $R_2$        |
|--------|-------|--------------|--------------|
| 6 V    | 5 V   | 220 $\Omega$ | 39 $\Omega$  |
| 9 V    | 5 V   | 220 $\Omega$ | 150 $\Omega$ |
| 13,8 V | 12 V  | 560 $\Omega$ | 68 $\Omega$  |
| 18 V   | 15 V  | 680 $\Omega$ | 120 $\Omega$ |

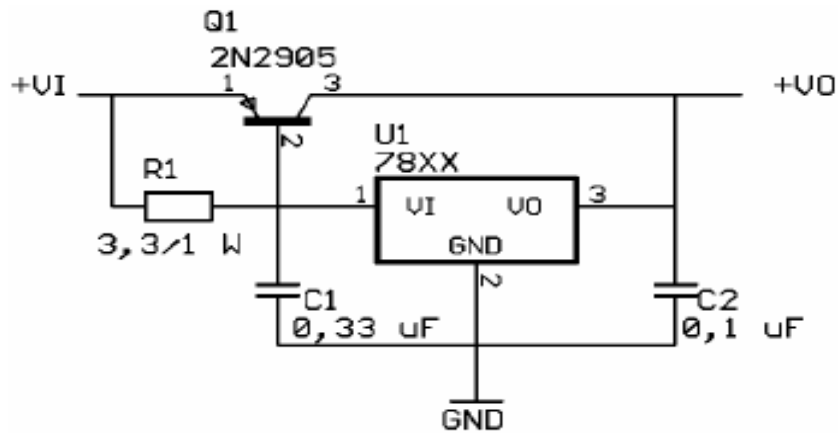
Để chỉnh được điện áp có thể thay R2 bằng một biến trở



Hình 4.3 Nâng điện áp ra của IC ổn áp

**b. Nâng dòng điện ra của IC ổn áp**

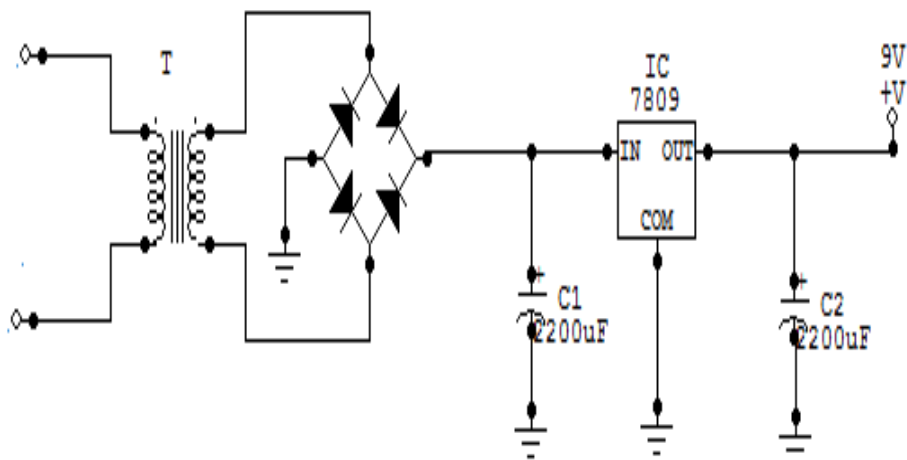
Bằng cách thêm transistor công suất PNP vào IC ổn áp dương có thể nâng dòng điện ra lớn hơn dòng định mức của IC như sơ đồ ở hình 4.4 có thể cấp được dòng lớn hơn 4 A với transistor có gắn thêm cánh tỏa nhiệt. Tương tự có thể áp dụng cho IC ổn áp âm với transistor công suất là loại NPN



Hình 4.4 Nâng dòng điện ra của ổn áp

**4.2. Các mạch ứng dụng**

**Bài 1. Lắp ráp mạch ổn áp nguồn dương dùng IC ổn áp**



## 1. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị vật liệu

### a. Dụng cụ thiết bị

| Dụng cụ  | Thiết bị |
|----------|----------|
| Bo cắm   | Đồng hồ  |
| Panh kẹp | VOM      |
| Kìm uốn  | Máy hiện |
| Kéo      | sóng     |

### b. Linh kiện

| TT | Tên linh kiện      | Số lượng |
|----|--------------------|----------|
| 1  | D 4007             | 04       |
| 2  | C 2200 $\mu$ F/25V | 02       |
| 3  | IC 7809            | 01       |
| 4  | R 1K               | 01       |
| 5  | LED                | 01       |

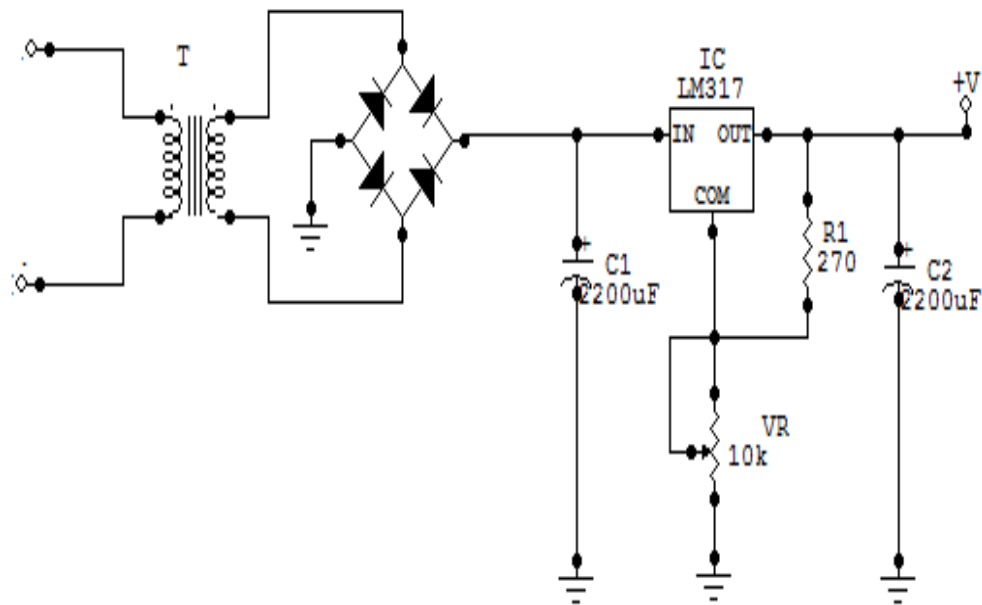
## 2. Trình tự thực hiện

| Các bước công việc  | Nội dung   | Yêu cầu kỹ thuật   |
|---|--|--|
| Bước 1:<br>- Chuẩn bị các linh kiện đã chọn<br>- Kiểm tra board cắm<br>- Xác định vị trí đặt linh kiện trên board | - Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính<br>- Đo sự liên kết của board cắm<br>- Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn<br>- Uốn chân linh kiện cho phù hợp với vị | - Xác định đúng chân linh kiện<br>- Chân linh kiện không được uốn sát vào chân tránh dễ bị đứt ngầm bên trong và không được vuông góc, vuông góc quá sẽ bị gãy.<br>- Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá |

|  | trí cắm trên board  | trình cân chỉnh mạch   |
|--|---|--|
| <p>Bước 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lắp ráp linh kiện trên board</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lắp theo trình tự</li> <li>- Lắp các diode D1-D4.</li> <li>- Lắp IC ổn áp 7809</li> <li>- Lắp các linh kiện phụ trợ C1, C2.</li> <li>- Cắm dây liên kết mạch</li> <li>- Cắm dây cấp nguồn</li> <li>- Nối tải R, LED</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mỗi linh kiện một chấu cắm</li> <li>- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt, tạo dáng đẹp</li> <li>- Các dây nối không chồng chéo nhau</li> </ul> |
| <p>Bước 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra mạch điện</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý và ngược lại</li> <li>- Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp</li> </ul>   |  |
| <p>Bước 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cấp nguồn đo thông số mạch điện</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cấp nguồn cho mạch điện quan sát hiện tượng của mạch ta thấy đèn LED sáng bình thường ta tiến hành đo thông số kỹ thuật.</li> <li>- Đo điện áp trước ổn áp</li> <li>- Đo điện áp sau ổn áp</li> </ul>                          |  |

|   |   |
|---|---|
| <p>Bước 5:</p> <p>Hiệu chỉnh mạch và các sai hỏng thường xảy ra</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kích thước của IC ổn áp tùy theo công suất tiêu thụ của tải từ vài chục mA đến vài trăm A. Điện áp vào <math>V_{IN} = V_{OUT} + 3V</math> là tốt nhất. Nếu nhỏ hơn điện áp ra không đúng. Nếu điện áp vào lớn hơn điện áp ra vẫn ổn áp nhưng công suất chịu đựng của IC sẽ giảm làm cho IC nóng.</li> <li>- Khi sử dụng nên gắn cánh tản nhiệt cho IC để nâng cao công suất cung cấp cho tải</li> <li>- Chọn tụ chú ý điện áp chịu đựng</li> <li>- Chọn diode chú ý khả năng chịu đựng dòng của tải và điện áp ngược.</li> </ul> |
|---|---|

Bài 2: Lắp ráp mạch ổn áp nguồn dương có điều chỉnh điện áp ra dùng IC LM317



1. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị vật liệu

a. Dụng cụ thiết bị M

| Dụng cụ | Thiết bị |
|---------|----------|
| Bo cắm  | Đồng hồ  |

|          |          |
|----------|----------|
| Panh kẹp | VOM      |
| Kìm uốn  | Máy hiện |
| Kéo      | sóng     |

b. Linh kiện

| TT | Tên linh kiện      | Số lượng |
|----|--------------------|----------|
|    | D 4007             | 04       |
|    | C 2200 $\mu$ F/25V | 02       |
|    | IC LM317           | 01       |
|    | R 1K               | 01       |
|    | LED                | 01       |
|    | VR 10K             | 01       |
|    | R 270              | 01       |

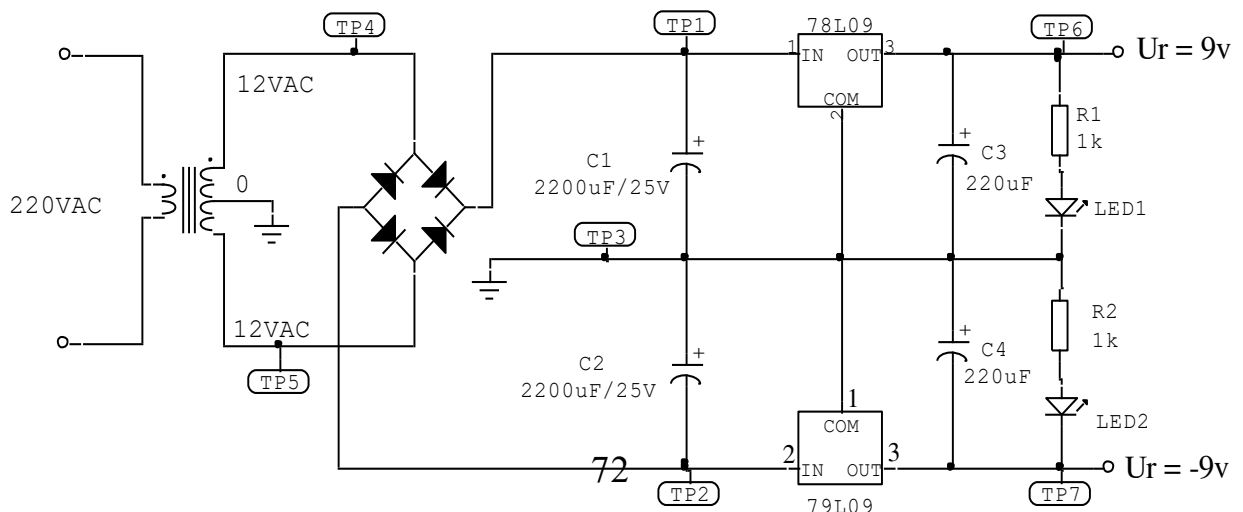
2. Trình tự thực hiện

| Các bước công việc  | Nội dung  | Yêu cầu kỹ thuật  |
|---|---|---|
| <p>Bước 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chuẩn bị các linh kiện đã chọn</li> <li>- Kiểm tra board cắm</li> <li>- Xác định vị trí đặt linh kiện trên board</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính</li> <li>- Đo sự liên kết của board cắm</li> <li>- Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn</li> <li>- Uốn chân linh kiện cho phù hợp với vị trí cắm trên board</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Xác định đúng chân linh kiện</li> <li>- Chân linh kiện không được uốn sát vào chân tránh dễ bị đứt ngàm bên trong và không được vuông góc, vuông góc quá sẽ bị gãy.</li> <li>- Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch</li> </ul> |
| <p>Bước 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lắp ráp linh kiện trên board</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lắp theo trình tự</li> <li>- Lắp các diode D1-D4.</li> <li>- Lắp IC ổn áp LM317</li> <li>- Lắp triết áp VR</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mỗi linh kiện một chấu cắm</li> <li>- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt, tạo dáng đẹp</li> <li>- Các dây nối không</li> </ul>  |



|  |   |                        |
|--|---|------------------------|
|  | <p>trục điều chỉnh phải quay ra ngoài</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lắp các linh kiện phụ trợ C1, C2, R1.</li> <li>- Cắm dây liên kết mạch</li> <li>- Cắm dây cấp nguồn</li> <li>- Nối tải R, LED</li> </ul>   | <p>chồng chéo nhau</p> |
| <p>Bước 3:<br/>- Kiểm tra mạch điện</p>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý và ngược lại</li> <li>- Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp</li> </ul>   |                        |
| <p>Bước 4:<br/>- Cấp nguồn đo thông số mạch điện</p>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cấp nguồn cho mạch điện quan sát hiện tượng của mạch ta thấy đèn LED sáng bình thường ta tiến hành đo thông số kỹ thuật.</li> <li>- Đo điện áp trước ổn áp</li> <li>- Đo điện áp sau ổn áp</li> <li>- Đo dải điện áp ổn áp được</li> </ul> |                        |
| <p>Bước 5:<br/>Hiệu chỉnh mạch và các sai hỏng thường xảy ra</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Khi sử dụng nên gắn cánh tản nhiệt cho IC để nâng cao công suất cung cấp cho tải</li> <li>- Chọn tụ chú ý điện áp chịu đựng</li> <li>- Chọn diode chú ý khả năng chịu đựng dòng của tải và điện áp ngược.</li> </ul>                       |                        |

### Bài 3. Lắp ráp mạch ổn áp nguồn đối xứng dùng IC ổn áp



## 1. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị vật liệu

### a. Dụng cụ thiết bị

| Dụng cụ  | Thiết bị |
|----------|----------|
| Bo cắm   | Đồng hồ  |
| Panh kẹp | VOM      |
| Kim uốn  | Máy hiện |
| Kéo      | sóng     |

### b. Linh kiện

| TT | Tên linh kiện      | Số lượng |
|----|--------------------|----------|
| 1  | D 4007             | 04       |
| 2  | C 2200 $\mu$ F/25V | 08       |
| 3  | IC 7808            | 01       |
| 4  | IC 7809            | 01       |
| 5  | R 1K               | 02       |
| 6  | LED                | 02       |

## 2. Trình tự thực hiện

| Các bước công việc  | Nội dung  | Yêu cầu kỹ thuật  |
|---|---|---|
| <p>Bước 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chuẩn bị các linh kiện đã chọn</li> <li>- Kiểm tra board cắm</li> <li>- Xác định vị trí đặt linh kiện trên board</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính</li> <li>- Đo sự liên kết của board cắm</li> <li>- Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn</li> <li>- Uốn chân linh kiện cho phù hợp với vị trí cắm trên board</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Xác định đúng chân linh kiện</li> <li>- Chân linh kiện không được uốn sát vào chân tránh dễ bị đứt ngàm bên trong và không được vuông góc, vuông góc quá sẽ bị gãy.</li> <li>- Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch</li> </ul> |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>Bước 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lắp ráp linh kiện trên board</li> </ul>    | <p>Lắp theo trình tự</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lắp các diode D1-D4.</li> <li>- Lắp IC ổn áp 7808</li> <li>- Lắp IC ổn áp 7809</li> <li>- Lắp các linh kiện phụ trợ C1, C2, C13, C4,</li> <li>- Cắm dây liên kết mạch</li> <li>- Cắm dây cấp nguồn</li> <li>- Nối tải R, LED</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mỗi linh kiện một chấu cắm</li> <li>- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt, tạo dáng đẹp</li> <li>- Các dây nối không chồng chéo nhau</li> </ul> |
| <p>Bước 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra mạch điện</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý và ngược lại</li> <li>- Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp</li> </ul>   |  |
| <p>Bước 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cấp nguồn đo thông số mạch điện</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cấp nguồn cho mạch điện quan sát hiện tượng của mạch ta thấy đèn LED sáng bình thường ta tiến hành đo thông số kỹ thuật.</li> <li>- Đo điện áp trước ổn áp</li> <li>- Đo điện áp sau ổn áp</li> </ul>  |  |
| <p>Bước 5:</p> <p>Hiệu chỉnh mạch và các sai hỏng thường xảy ra</p>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kích thước của IC ổn áp tùy theo công suất tiêu thụ của tải từ vài chục mA đến vài trăm A. Điện áp vào <math>V_{IN} = V_{OUT} + 3V</math> là tốt nhất. Nếu nhỏ hơn điện áp ra không đúng. Nếu điện áp vào lớn hơn điện áp ra vẫn ổn áp nhưng công suất chịu đựng của IC sẽ giảm làm cho IC nóng.</li> <li>- Khi sử dụng nên gắn cánh tản nhiệt cho IC để nâng cao công suất cung cấp cho tải</li> <li>- Chọn tụ chú ý điện áp chịu đựng</li> <li>- Chọn diode chú ý khả năng chịu đựng dòng của</li> </ul> |  |

|  |                       |
|--|-----------------------|
|  | tải và điện áp ngược. |
|--|-----------------------|

## Bài 5

### Các vi mạch tương tự thông dụng

#### Mục tiêu:

- Trình bày được cấu trúc, đặc tính các vi mạch tương tự thông dụng
- Thiết kế được các mạch ứng dụng cơ bản đúng yêu cầu kỹ thuật
- Kiểm tra, thay thế được các vi mạch tương tự đạt yêu cầu kỹ thuật.
- Rèn luyện tính tỉ mỉ, chính xác, an toàn và vệ sinh công nghiệp

#### 5.1. Vi Mạch định thời

##### 5.1.1. Vi mạch IC 555

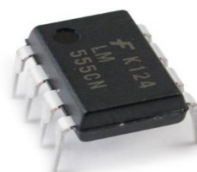
Họ vi mạch LM555/NE555/SA555 có chức năng tạo thời gian trì hoãn chính xác và ổn định. Khi làm việc ở chế độ đơn ổn, thời gian này được xác định đơn giản bằng một điện trở và một tụ điện ráp thêm bên ngoài. Ở chế độ dao động đa hài, tần số và chu kỳ hoạt động (duty cycle) được điều khiển chính xác bởi hai điện trở và một tụ điện.

Đặc tính kỹ thuật:

- Khả năng cấp dòng ra cao (200 mA).
- Điều khiển được chu kỳ hoạt động.
- Độ ổn định nhiệt 0,005%/0C.
- Thời gian trì hoãn từ mS đến hàng giờ.
- Thời gian chuyển mạch toff < 2  $\mu$ S.

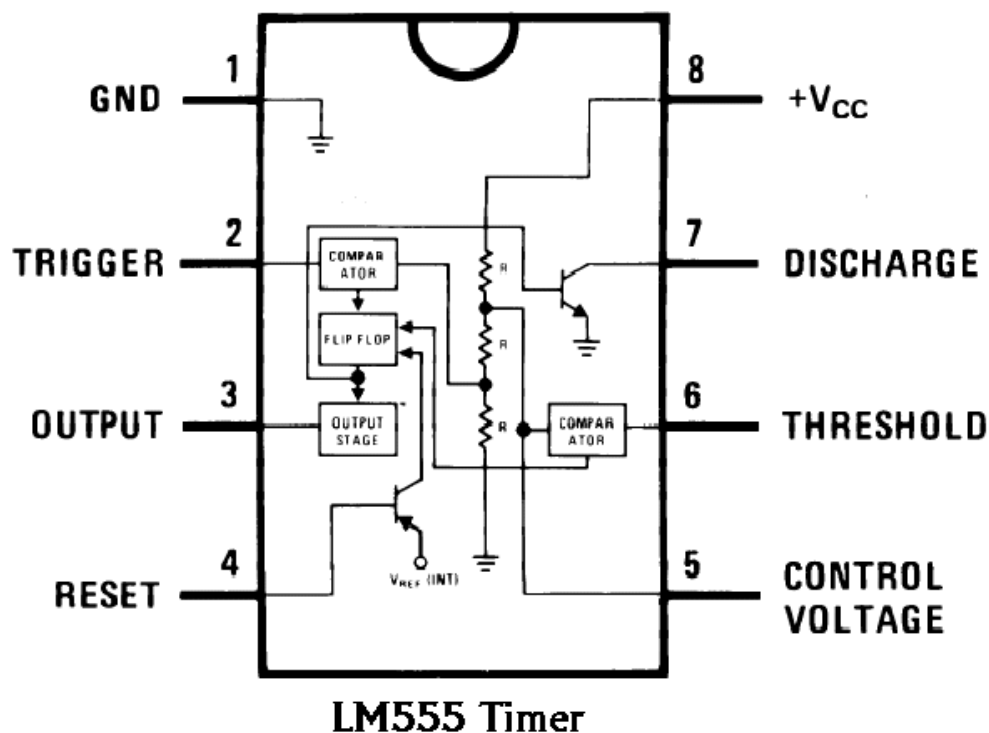
Lĩnh vực ứng dụng:

- Tạo thời gian chuẩn.
- Dao động tạo xung.
- Tạo thời gian trì hoãn.
- Điều khiển tuần tự theo thời gian.



Hình 5.1. Hình dạng IC LM 555

## Cấu tạo sơ đồ khối



Hình 5.2. Sơ đồ chân IC LM 555

## Thông tin ứng dụng

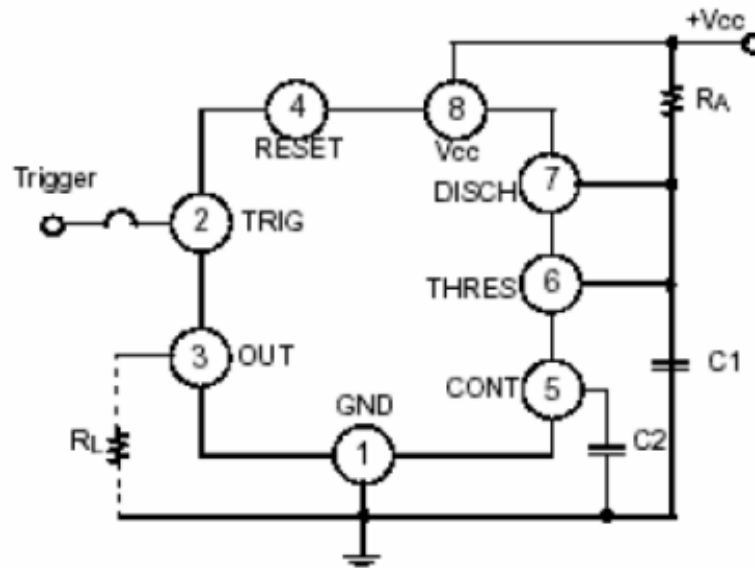
| Threshold Voltage<br>$V_{th}$ (pin 6) | Trigger Voltage<br>$V_{tr}$ (pin 2) | RESET<br>(pin 4) | Output<br>(pin 3) | Discharging<br>Tr.<br>(pin 7) |
|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|
| X                                     | X                                   | Low              | Low               | ON                            |
| $V_{th} > 2V_{cc} / 3$                | $V_{th} > 2V_{cc} / 3$              | High             | Low               | ON                            |
| $V_{cc} / 3 < V_{th} < 2V_{cc} / 3$   | $V_{cc} / 3 < V_{th} < 2V_{cc} / 3$ | High             | -                 | -                             |
| $V_{th} < V_{cc} / 3$                 | $V_{th} < V_{cc} / 3$               | High             | High              | OFF                           |

Khi đặt một điện áp mức thấp vào chân RESET, ngõ ra sẽ xuống mức thấp bất chấp điện áp ngưỡng cũng như điện áp kích, ngõ ra của 555 chỉ thay đổi phụ thuộc vào hai điện áp này khi chân RESET ở mức cao.

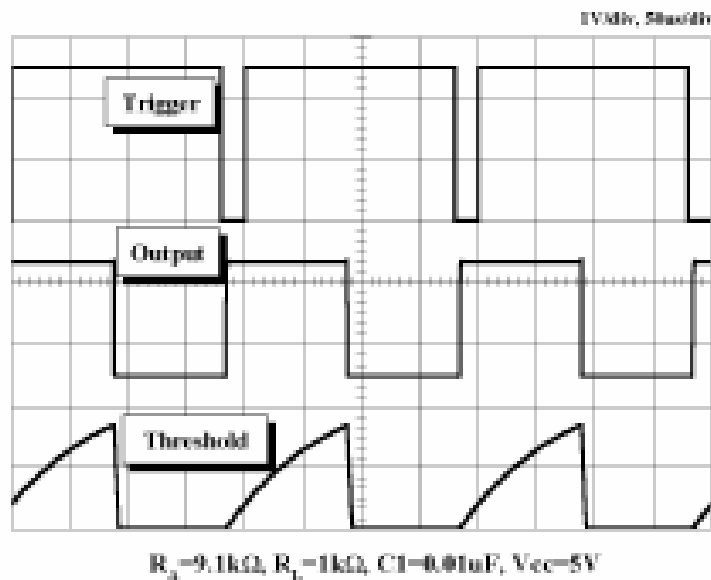
Khi điện áp ngưỡng lớn hơn  $2V_{cc} / 3$  và ngõ ra đang ở mức cao, transistor xả sẽ dẫn điện hạ điện áp ngưỡng xuống thấp hơn  $V_{cc} / 3$ . Trong khoảng thời gian này ngõ ra 555 xuống mức thấp. Tiếp theo đó nếu đưa điện áp thấp vào ngõ kích, điện áp ngưỡng bằng  $V_{cc} / 3$ , transistor xả tắt, điện áp ngưỡng tăng lên và điều khiển ngõ ra lên mức

### 5.1.1. Vi mạch IC 555

#### a. Sơ đồ mạch đơn ổn



Hình 5.3. Mạch đơn ổn



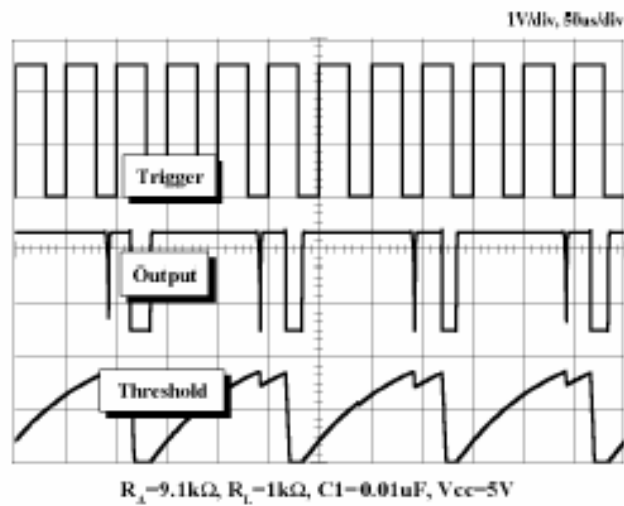
Hình 5.4. Dạng sóng ra dùng IC 555

Hình 5.3 là mạch đơn ổn ứng dụng vi mạch 555 có chức năng tạo ra một xung cố định ngay tại thời điểm điện áp ngõ vào kích thấp hơn  $V_{cc}/3$ . Khi điện áp kích đưa vào chân 2 thấp hơn  $V_{cc}/3$  và ngõ ra đang mức thấp, FF bên trong điều khiển transistor xả tắt dẫn đến ngõ ra trở lên mức cao thông qua việc cùng lúc nạp tụ C1 và đặt FF.

Điện áp trên tụ C1 là VC1 tăng dần theo quy luật hàm mũ với thời hằng  $t = RA.C1$  và đạt đến giá trị  $2V_{cc}/3$  tại thời điểm  $t_d = 1,1RA.C1$ , thời hằng càng lớn thì thời gian để điện áp trên tụ bằng  $2V_{cc}/3$  càng kéo dài, do đó bề rộng xung ra phụ thuộc vào RAC1.

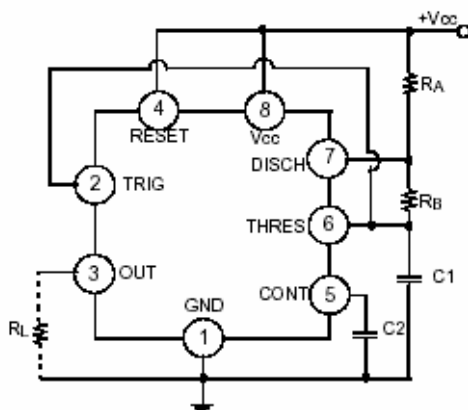
Khi  $VC1 = 2V_{cc}/3$ , bộ so sánh tại ngõ vào kích sẽ xóa FF, transistor xả ON, C1 phóng điện và ngõ ra xuống mức thấp.

Cần lưu ý là để cho mạch hoạt động bình thường, điện áp ngõ vào kích ít nhất phải bằng  $V_{cc}/3$  trước khi ngõ ra của 555 trở về mức thấp, có nghĩa là mặc dù việc duy trì mức cao ở ngõ ra không bị ảnh hưởng bởi xung kích trong khoảng thời gian này nhưng cũng sẽ làm cho dạng sóng ra không được bình thường như trình bày ở hình 5.5

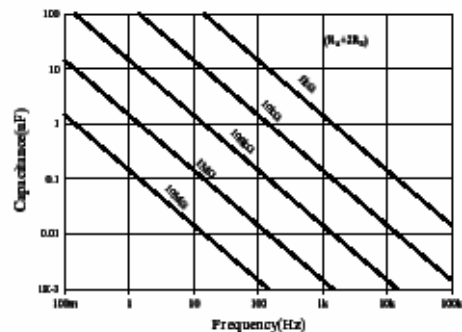


Hình 5.5 Dạng sóng không bình thường trong mạch đơn ổn

### 5.1.2. Các chế độ dao động đa hài

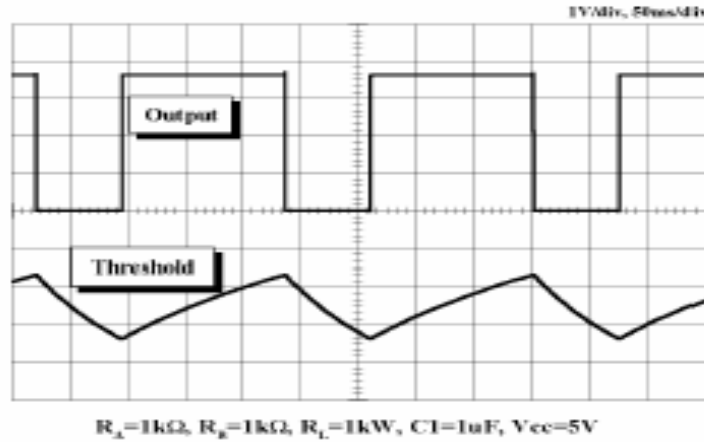


a) Sơ đồ mạch



b) quan hệ giữa tần số với R và C





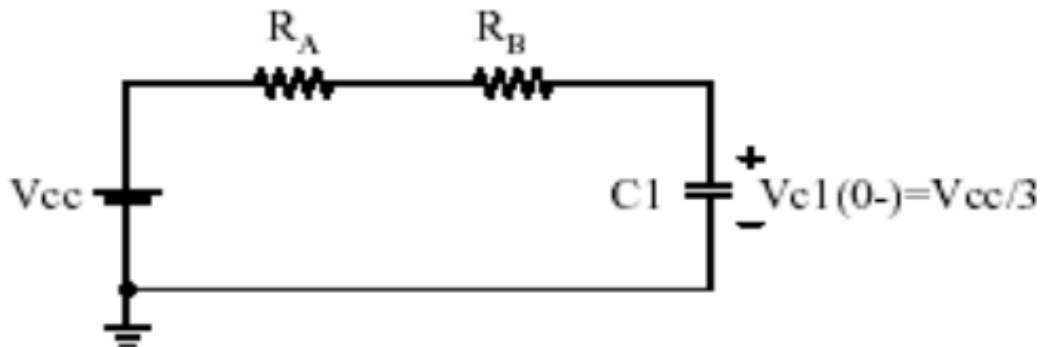
c) Dạng sóng mạch dao động

Hình 5.6 Mạch dao động đa hài 555

Chế độ này được thực hiện bằng cách thêm điện trở  $R_B$  vào sơ đồ ở hình 5.1a và trở thành sơ đồ như trình bày ở hình 5.6a trong đó ngõ vào điện áp ngưỡng và điện áp kích được nối chung lại với nhau để tạo khả năng tự kích. Khi ngõ ra 555 ở mức cao, transistor  $Tr$  tắt, điện áp  $V_{C1}$  tăng lên với thời hằng  $(R_A + R_B) \cdot C$ .

Khi điện áp trên  $C1$  cũng chính là điện áp ngưỡng bằng  $2V_{cc}/3$ , ngõ ra bộ so sánh tại ngõ vào kích lên mức cao dẫn đến FF bị xóa và ngõ ra 555 xuống thấp. Lúc này  $Tr$  dẫn,  $C1$  phóng điện qua điện trở  $R_B$  cho đến khi  $V_{C1} < V_{cc}/3$ , ngõ ra bộ so sánh tại ngõ vào kích lên cao và ngõ ra 555 cũng lên mức cao trở lại,  $Tr$  tắt và  $V_{C1}$  lại tăng dần lên.

Trong quá trình hoạt động, trong khoảng thời gian ngõ ra ở mức cao cũng chính là giai đoạn  $V_{C1}$  tăng từ  $V_{cc}/3$  lên  $2V_{cc}/3$  và khoảng thời gian ngõ ra ở mức thấp tương ứng với  $V_{C1}$  giảm từ  $2V_{cc}/3$  xuống  $V_{cc}/3$ . Hình 5.4 là sơ đồ tương đương khi  $C1$  nạp điện.



Hình 5.7: sơ đồ tương đương

$$C_1 \frac{dv_{C1}}{dt} = \frac{V_{CC} - V(0-)}{R_A + R_B} \quad (1)$$

$$V_{C1}(0+) = V_{CC}/3 \quad (2)$$

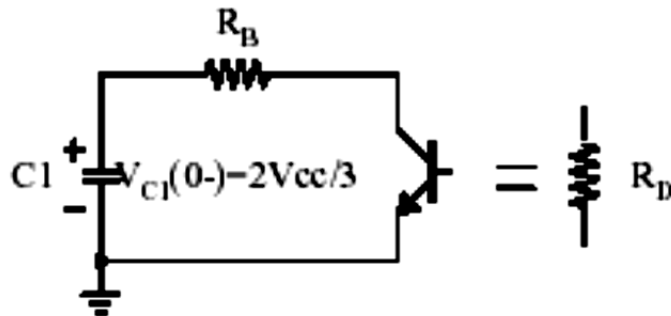
$$V_{C1}(t) = V_{CC} \left( 1 - \frac{2}{3} e^{-\left(\frac{t}{(R_A + R_B)C_1}\right)} \right) \quad (3)$$

Vì thời gian mức cao của bộ định thời (t<sub>H</sub>) là thời gian cần thiết để V<sub>C1</sub>(t) đạt đến giá trị 2V<sub>CC</sub>/3. Do đó:

$$V_{C1}(t) = \frac{2}{3} V_{CC} = V_{CC} \left[ 1 - \frac{2}{3} e^{-\left[\frac{t_H}{(R_A + R_B)C_1}\right]} \right] \quad (4)$$

$$t_H = C_1(R_A + R_B) \cdot \ln 2 = 0,693(R_A + R_B) \cdot C_1 \quad (5)$$

Khi tụ phóng điện, ngõ ra bộ định thời ở mức thấp, sơ đồ tương đương như sau



$$C_1 \frac{dv_{C1}}{dt} + \frac{1}{R_A + R_B} V_{C1} = 0 \quad (6)$$

$$V_{C1}(t) = \frac{2}{3} V_{CC} e^{-\left(\frac{t}{(R_A + R_D)C_1}\right)} \quad (7)$$

Khoảng thời gian ngõ ra mức thấp (t<sub>L</sub>) bằng với khoảng thời gian để điện áp V<sub>C1</sub>(t) giảm đến giá trị V<sub>CC</sub>/3.

$$\frac{1}{3} V_{CC} = \frac{2}{3} V_{CC} \cdot e^{-\frac{t_L}{(R_A + R_D)C_1}} \quad (8)$$

$$t_L = C_1 (R_B + R_D) \ln 2 = 0,693 (R_B + R_D) C_1 \quad (9)$$

Thông thường  $R_B \gg R_D$ . Suy ra:

$$t_L = 0,693 R_B C_1$$

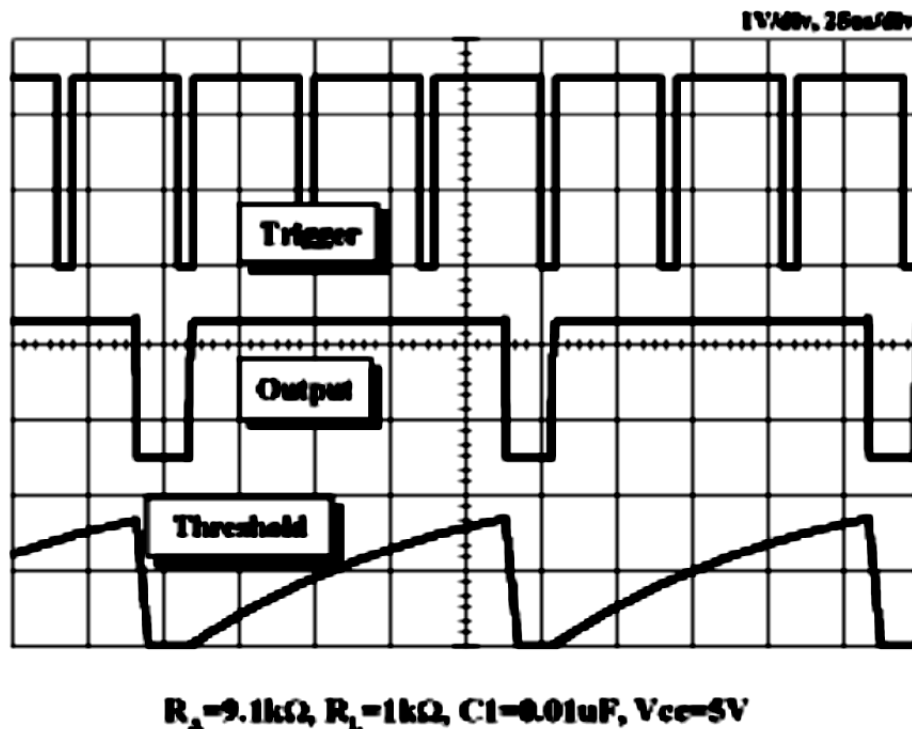
Do đó, chu kỳ của tín hiệu dao động là tổng của thời gian nạp với thời gian xả của tụ  $C_1$ .

$$T = t_H + t_L = 0,693 (R_A + R_B) C_1 + 0,693 R_B C_1 = 0,693 (R_A + 2R_B) C_1$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1,44}{(R_A + 2R_B)C_1} \quad (11)$$

### 5.1.3. Chế độ chia tần số

Bằng cách thay đổi thời gian trì hoãn thích hợp, mạch đơn ổn có thể thực hiện được chức năng của mạch chia tần số như trong hình 5.4 là dạng sóng của một mạch chia 3. Tần số xung vào bằng 3 lần tần số xung ra.

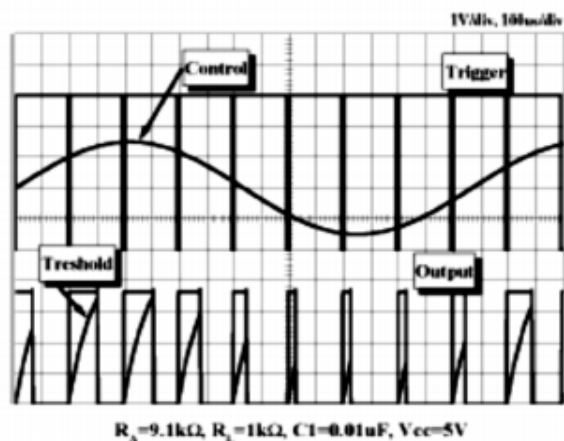
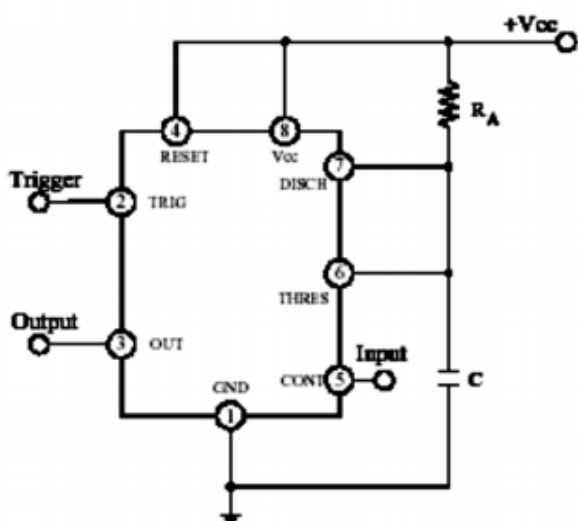


Hình 5.8 Dạng sóng mạch chia tần số

### 5.1.4. Điều chế độ rộng xung

Dạng xung ra của bộ định thời có thể thay đổi bằng cách điều chế điện áp điều khiển tại chân 5 sự thay đổi áp chuẩn của các bộ so sánh bên trong. Hình 5.5 trình bày một mạch điều chế bề rộng xung.

Khi các xung kích được đưa liên tục vào mạch đơn ổn, bề rộng xung ra của 555 sẽ bị điều chế theo điện áp đặt tại ngõ điều khiển, điện áp này có thể hình sin hoặc các dạng khác, hình 5.9b trình bày các dạng sóng nhận được.

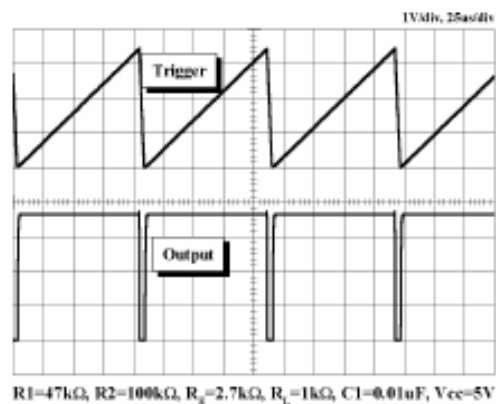
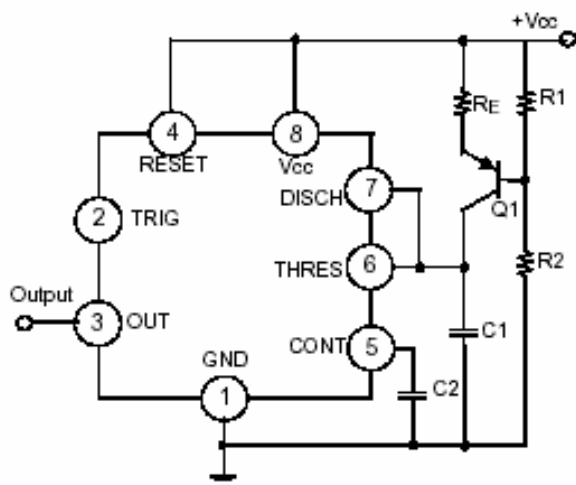


a) Sơ đồ mạch điện

b) Dạng sóng nhận được

Hình 5.9 Chế độ điều chế bề rộng xung

### 5.1.5. Tạo xung dốc tuyến tính



Hình 5.7 Mạch tạo điện áp tuyến tính

Nguồn dòng trên sơ đồ gồm có: Transistor PNP Q1, R1, R2 và RE

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_E}{R_E} \quad (12)$$

$$V_E = V_{BE} + \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} \quad (13)$$

## 5.2. Vi mạch công suất âm tần

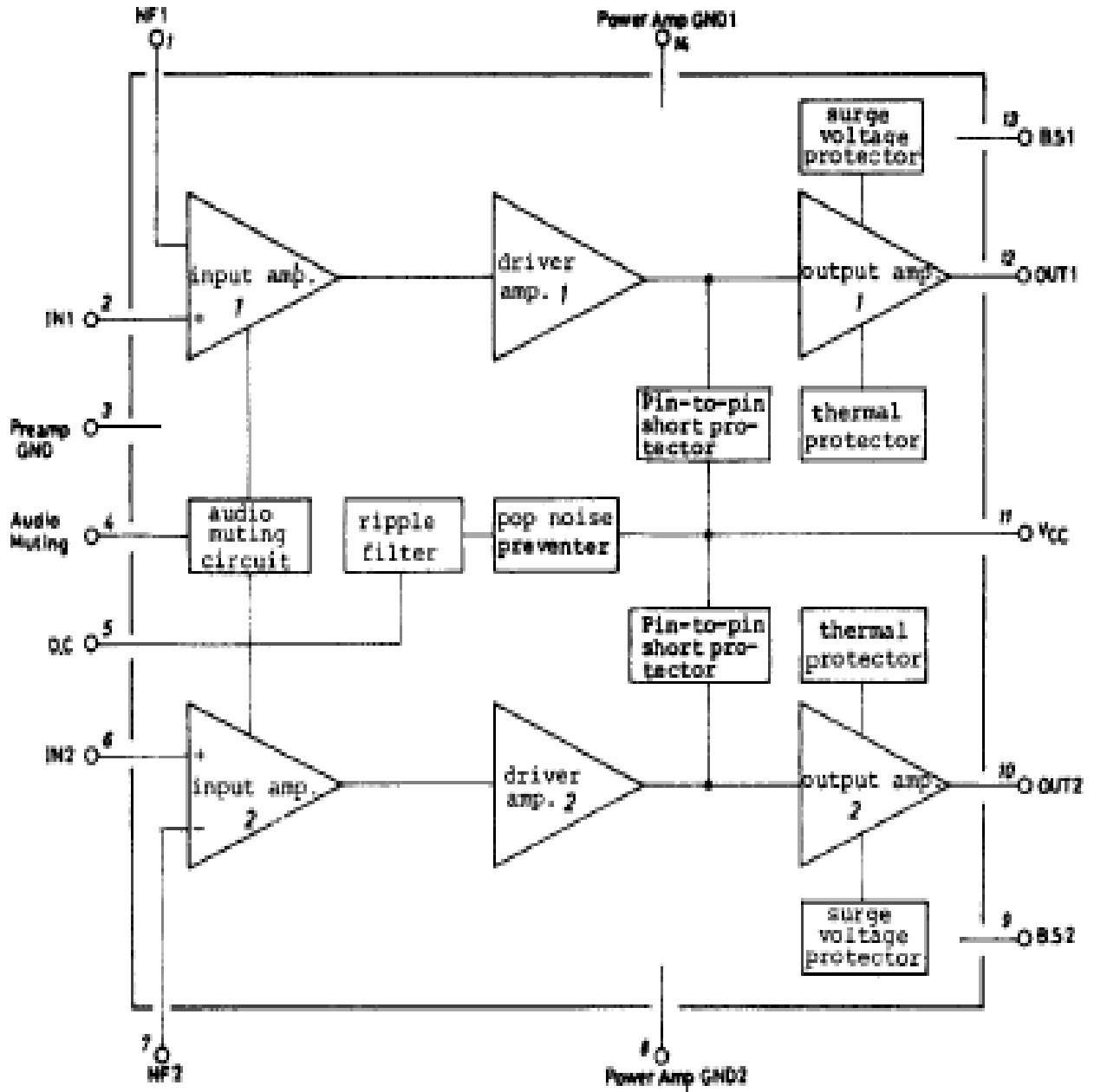
### 5.2.1. Mạch khuếch đại công suất âm tần dùng IC LA4440

LA4440 do hãng SANYO sản xuất là một vi mạch khuếch đại âm thanh công suất trung bình được ứng dụng phổ biến trong lĩnh vực điện tử gia dụng, đặc tính được tóm tắt như sau:

- Hoạt động được ở hai chế độ: Stereo 2 kênh riêng biệt 2x6 W (dual mode) hoặc kiểu mạch cầu (bridge) mono 19 W
- Số linh kiện thêm bên ngoài rất ít.
- Nhiều lúc mở máy nhỏ và khả năng cân bằng tốt.
- Lọc gợn sóng tốt: 46 dB.
- Nhiều xuyên kênh thấp.
- Nhiều nội bộ thấp:  $R_g = 0$ .
- Độ méo phi tuyến thấp trên toàn bộ dải tần từ thấp đến cao.
- Dễ thiết kế giải nhiệt.
- Có chức năng tắt âm thanh cài sẵn .

Có khả năng bảo vệ: Quá nhiệt, quá áp, bảo vệ điện áp đỉnh, bảo vệ ngắn mạch các chân ra.

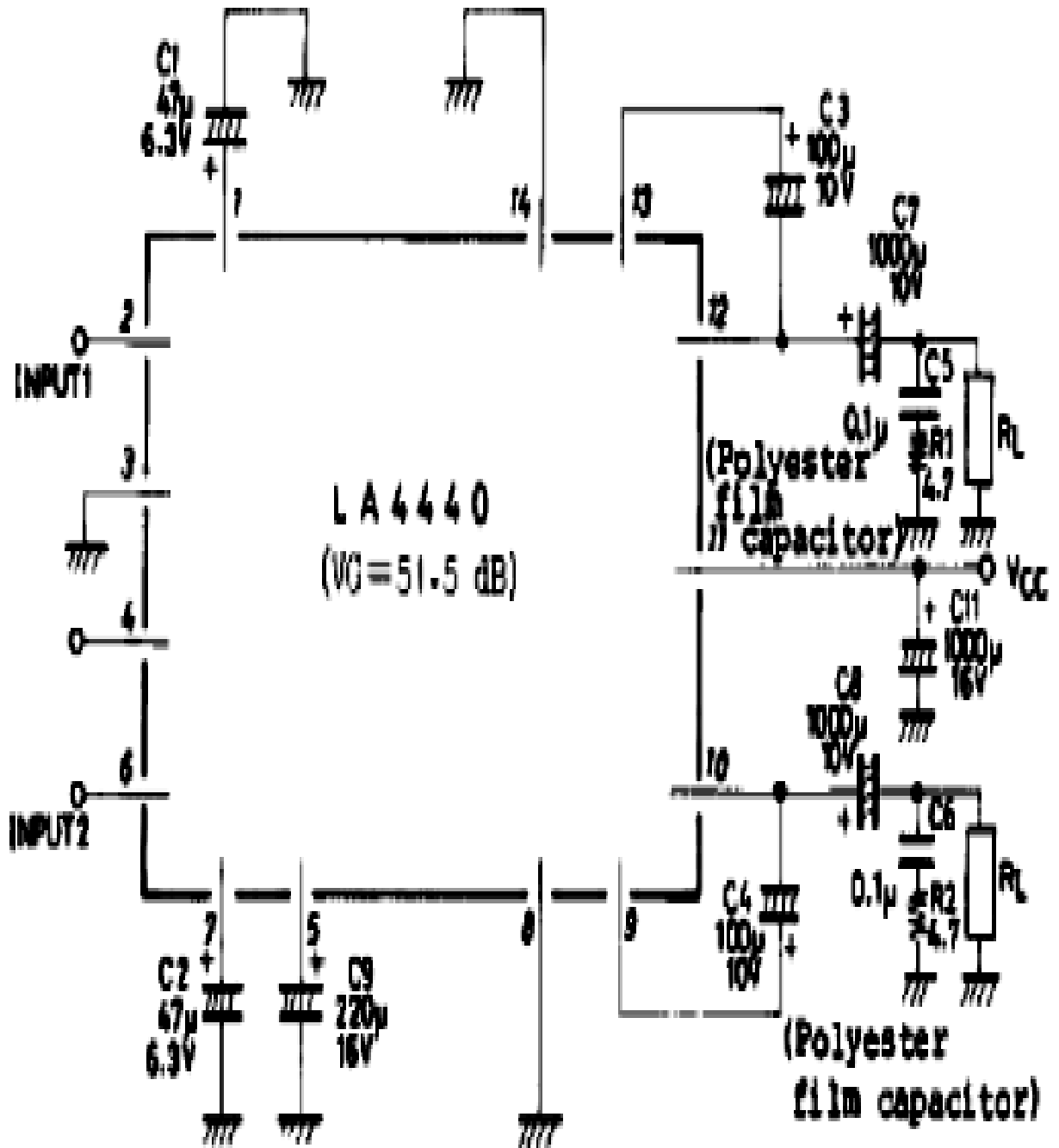
Sơ đồ khối



Hình 5.10 Sơ đồ khối LA4440

## 5.2.2. Mạch ứng dụng LA4440

Mạch ứng dụng 1



Hình 5.11 Mạch khuếch đại stereo

C1 (C2): Tụ hồi tiếp: xác định giới hạn tần số thấp của mạch, thời gian khởi động sẽ bị chậm lại khi tăng giá trị tụ

C3 (C4): Tụ tăng cường, tần số thấp ở ngõ ra giảm khi giảm giá trị tụ

C5 (C6): Tụ triệt dao động, nên dùng tụ có đặc tính nhiệt và tần số tốt.

C7 (C8): Tụ ngõ ra, ảnh hưởng đến giới hạn tần số thấp. Trong sơ đồ khuếch đại cầu hai tụ này được ghép nối tiếp với nhau.

C9: Chức năng lọc gợn sóng, còn được dùng để tạo thời hằng cho mạch muting

R1 (R2): Điện trở lọc dao động tụ kích

R3 (R4): Điện trở ngõ vào đảo, dùng để điều chỉnh độ lợi trong sơ đồ khuếch đại cầu 1

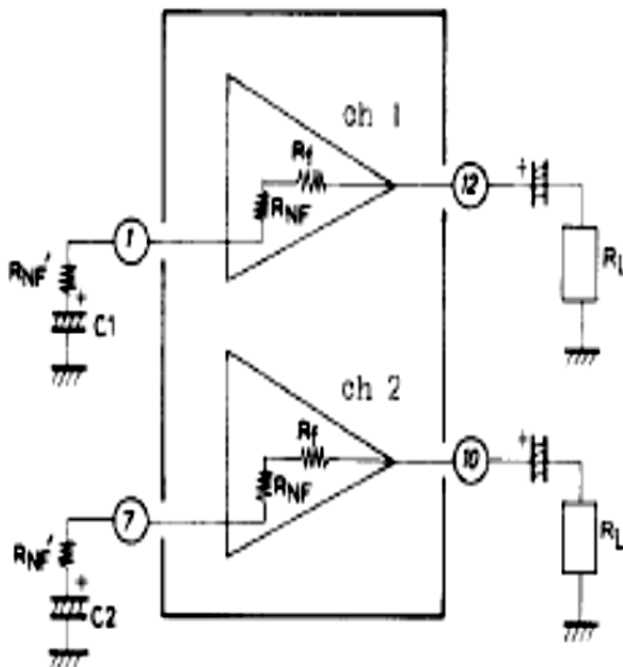
R5: Chỉnh thời gian khởi động trong sơ đồ khuếch đại cầu 2

C10 :Tụ chống dao động cho mạch chỉnh độ lợi trong sơ đồ khuếch đại cầu 2

C11: Tụ lọc nguồn

R6 (R7): Được dùng trong sơ đồ khuếch đại cầu để tăng tốc độ xả điện và ổn định đáp ứng ngõ ra

Trong sơ đồ cho thấy kênh 1 là mạch khuếch đại không đảo và kênh 2 là mạch khuếch đại đảo. Tín hiệu ra của khuếch đại không đảo qua cầu phân áp R3-R4 đưa đến đầu vào của khuếch đại đảo



$R_{NF}=50\Omega$  (typ),  $R_f=20k\Omega$  (typ)  
At  $R_{NF}'=0$  (recommended VG)

$$VG=20\log \frac{VG}{R_{NF}} \text{ (dB)}$$

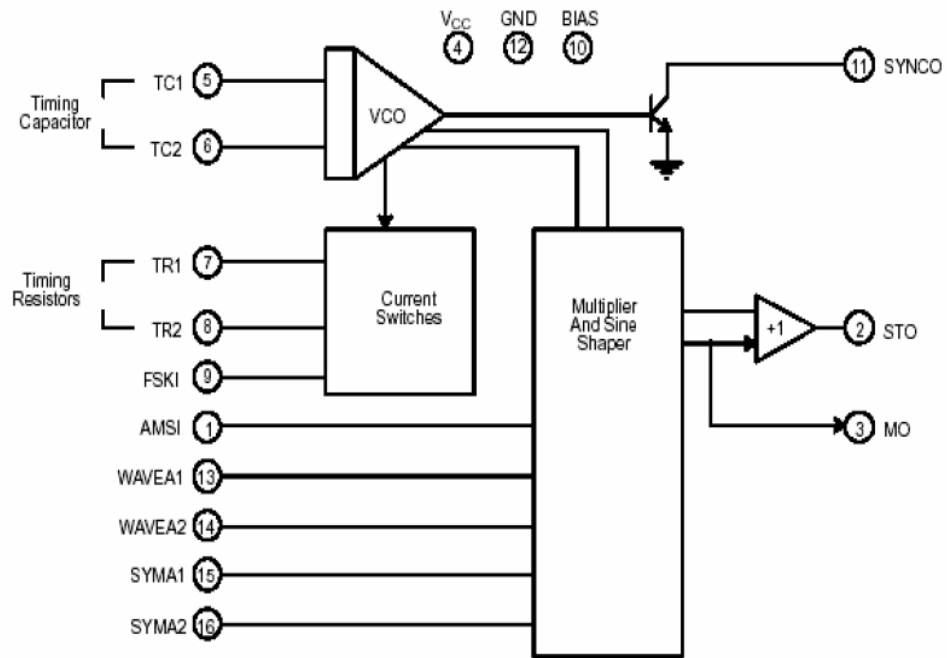
In case of using  $R_{NF}'$

$$VG=20\log \frac{R_f}{R_{NF}+R_{NF}'} \text{ (dB)}$$

Hình 5.12. Điều chỉnh độ lợi trong sơ đồ stereo



### 5.3.1. Vi mạch tạo hàm



Hình 5.13 Sơ đồ khối XR-2206

#### Chức năng các chân ra

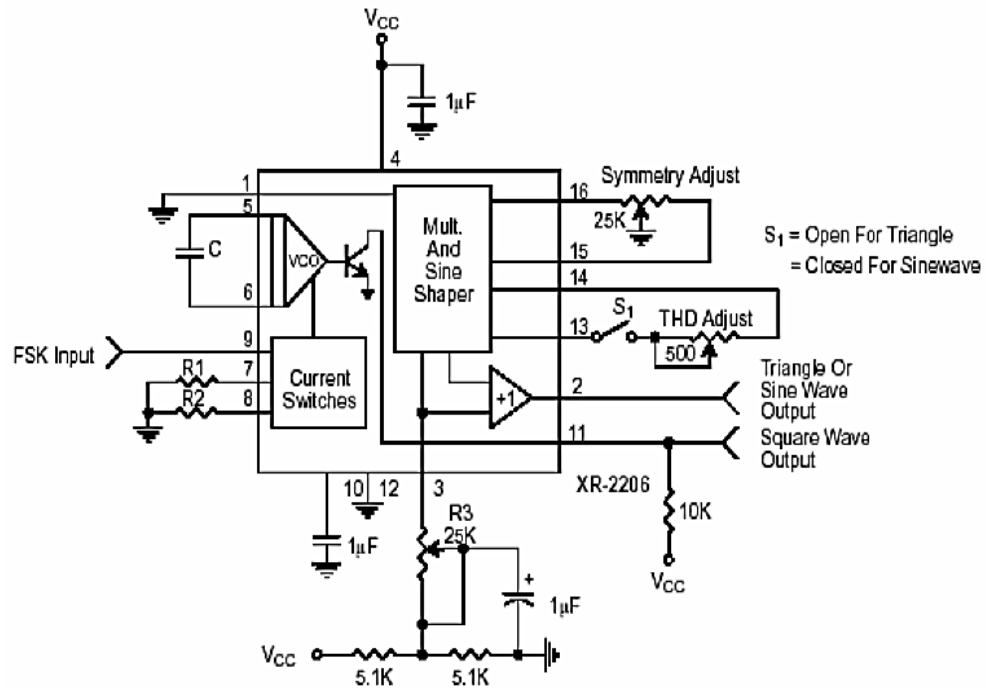
| Chân | Ký hiệu | Kiểu | Mô tả                       |
|------|---------|------|-----------------------------|
| 1    | AMSI    | I    | Ngõ vào điều biên           |
| 2    | STO     | O    | Ngõ ra sin hoặc tam giác    |
| 3    | MO      | O    | Ngõ ra đa hợp               |
| 4    | VCC     |      | Nguồn nuôi (+)              |
| 5    | TC1     | I    | Ngõ vào tụ định thời        |
| 6    | TC2     | I    | Ngõ vào tụ định thời        |
| 7    | TR1     | O    | Ngõ ra điện trở định thời 1 |
| 8    | TR2     | O    | Ngõ ra điện trở định thời 2 |
| 9    | FSKI    | I    | Ngõ vào FSK                 |

|    |        |   |  |
|----|--------|---|--|
| 10 | BIAS   | O | Điện áp tham chiếu nội                               |
| 11 | SYNCO  | O | Ngõ ra đồng bộ open collector cần 1 điện trở kéo lên |
| 12 | GND    |   | Đất  |
| 13 | WAVEA1 | I | Ngõ vào chỉnh dạng sóng 1                            |
| 14 | WAVEA2 | I | Ngõ vào chỉnh dạng sóng 2                            |
| 15 | SYMA1  | I | Ngõ vào chỉnh bề rộng xung 1                         |
| 16 | SYMA2  | I | Ngõ vào chỉnh bề rộng xung 2                         |

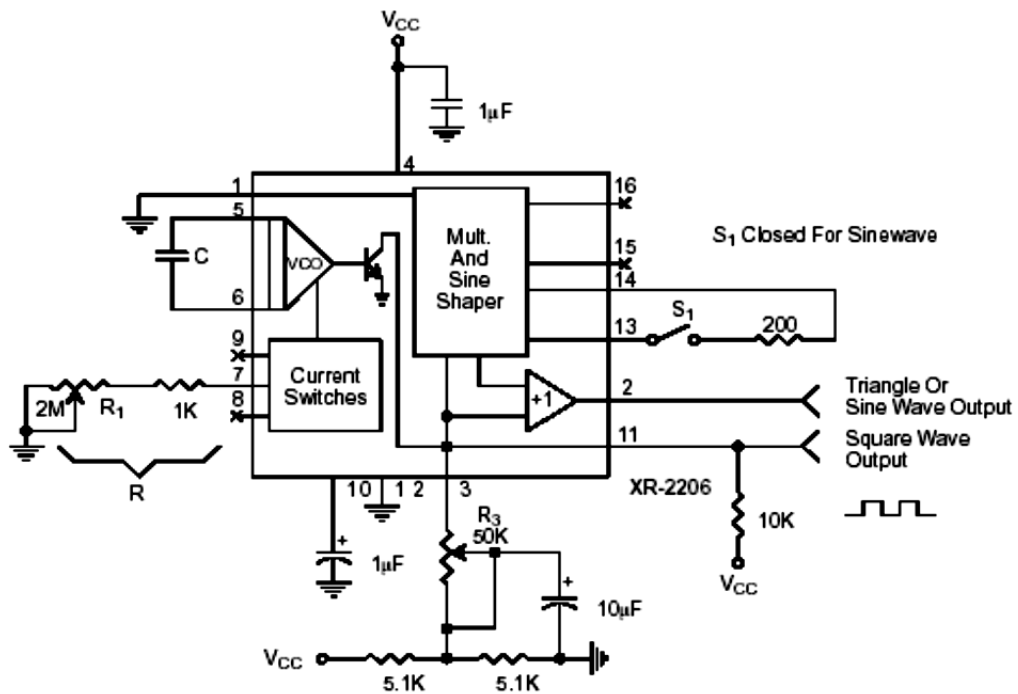
#### Mô tả cấu trúc XR-2206

XR-2206 gồm bốn khối chức năng: Khối dao động điều khiển bằng điện áp (VCO), khối sửa dạng sin và nhân analog, khối khuếch đại đệm độ lợi đơn vị và một tập hợp các chuyển mạch dòng điện.

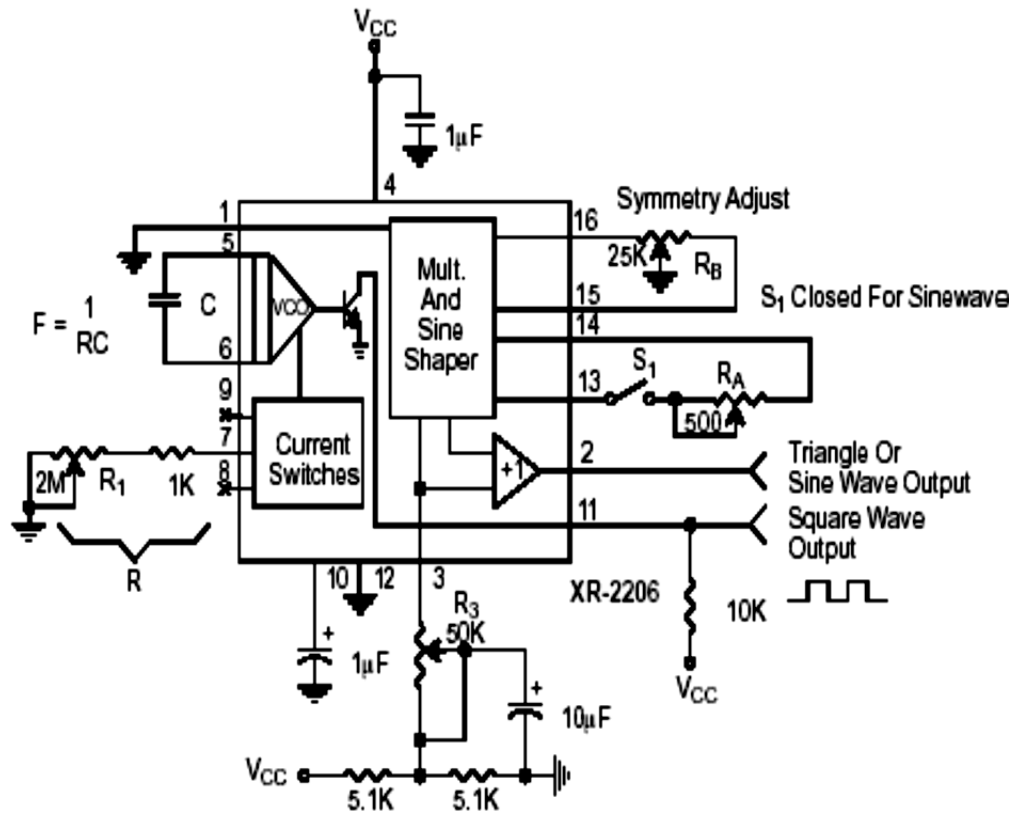
Tần số ngõ ra của VCO tỉ lệ với dòng điện ngõ vào, dòng điện này được xác định bởi điện trở định thời nối từ các ngõ vào định thời xuống GND. Do có hai chân vào định thời nên có thể tạo ra được hai tần số riêng biệt cho ứng dụng máy phát FSK bằng cách xử dụng ngõ vào điều khiển FSK, tín hiệu này điều khiển chuyển mạch để chọn một trong các điện trở định thời và đưa nó vào mạch VCO.



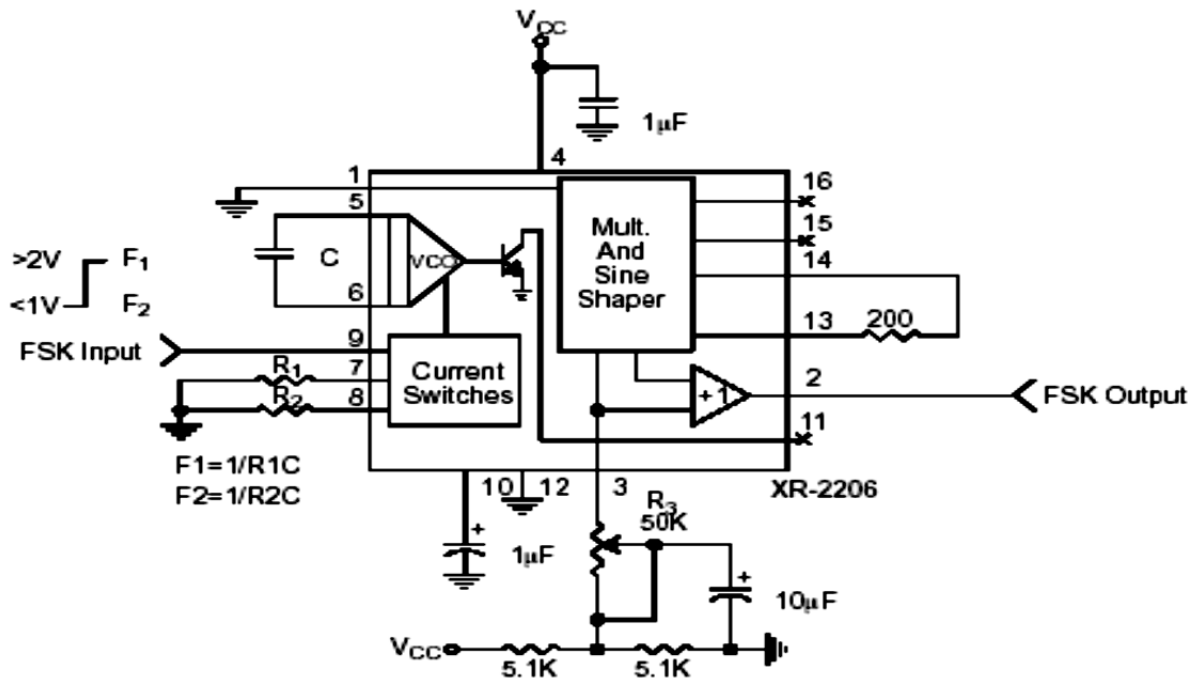
Hình 5.14 Mạch thử cơ bản



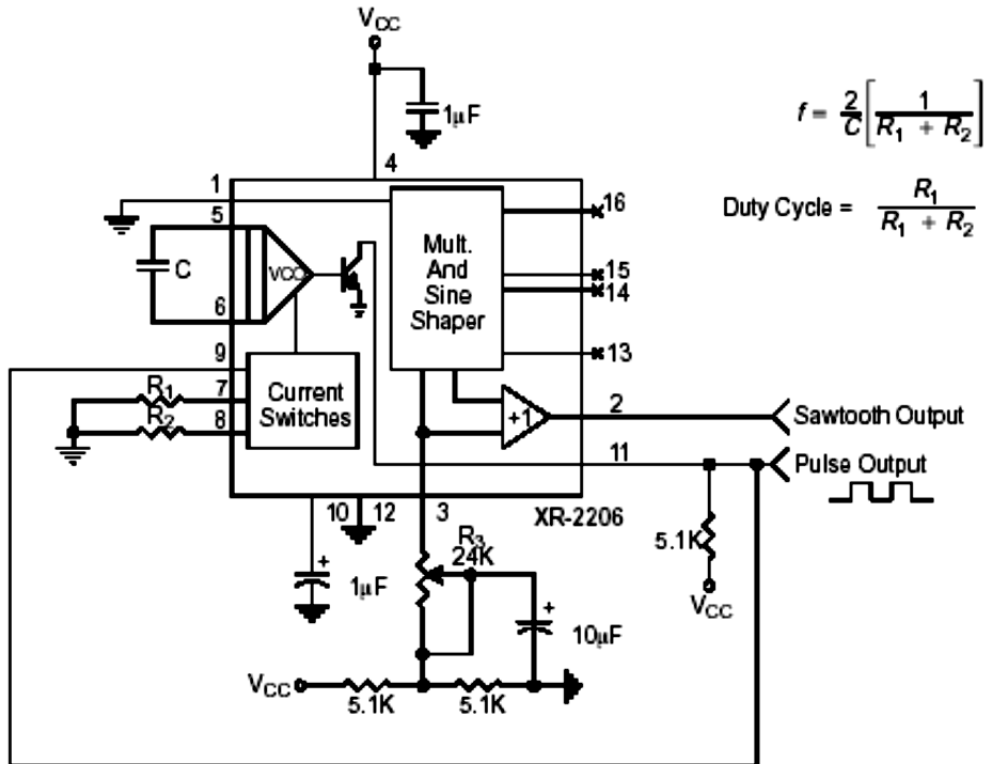
Hình 5.15 Máy phát sin không có chỉnh



Hình 5.16 Máy phát sin với độ biến dạng thấp nhất



Hình 5.17 Máy phát FSK sóng sin



Hình 5.18 Máy phát xung vuông và răng cưa

### Frequency – Shift keying

Vi mạch XR-2206 có thể làm việc với hai điện trở định thời riêng biệt R1 và R2 nối vào các chân 7 và 8 như trong sơ đồ 5.18. Tùy theo cực tính của tín hiệu logic tại chân 9 mà một trong hai điện trở sẽ được tác động: Nếu chân 9 hở mạch hoặc được nối đến điện áp  $\geq 2$  V thì chỉ có R1 tác động, và nếu điện áp tại chân này  $\leq 1$  V thì chỉ có R2 được tác động. Do đó, tần số ra bị khóa giữa hai mức  $f_1$  và  $f_2$   $f_1 = 1 / R_1 C$   $f_2 = 1 / R_2 C$

Khi hoạt động với nguồn đối xứng thì điện áp tại chân 9 sẽ được tham chiếu với Điều khiển mức DC ở ngõ ra.

Mức DC ở ngõ ra (chân 2) gần bằng với mức DC tại chân 3. Trong các sơ đồ hình 5.16, 5.17 và 5.18, điện áp tại chân 3 là phân nửa điện áp giữa V+ với GND nên mức DC ra  $\approx V+ / 2$ .

Máy phát sin không có điều chỉnh ngoài

Hình 5.16 trình bày mạch tạo sóng sin dùng XR-2206, tần số được thay đổi bằng biến trở R1 tại chân 7, biên độ ra cực đại lớn hơn  $V+ / 2$  với độ méo  $< 2,5\%$ .

Sơ đồ này có thể thay đổi để hoạt động với nguồn nuôi đối xứng bằng cách nối tất cả các điểm GND với V- và R3 được nối trực tiếp với GND.

Thành phần sóng hài ở ngõ ra có thể giảm đến -0,5% bằng cách thêm khả năng chỉnh ngoài như ở hình 5.17, biến trở RA chỉnh dạng sin và RB tinh chỉnh sự đối xứng. Quá trình chỉnh được thực hiện như sau:

1. Đặt RB về vị trí giữa và chỉnh RA sao cho độ méo nhỏ nhất.
2. Giữ nguyên RA, chỉnh RB sao cho độ méo giảm nhỏ hơn.

Máy phát sóng tam giác

Sơ đồ ở hình 5.16 và 5.17 có thể được biến đổi để tạo thành mạch phát sóng hình tam giác bằng cách hở mạch giữa chân 13 và 14 (S1 hở). Biên độ sóng tam giác bằng khoảng hai lần sóng sin.

Máy phát FSK

Hình 5.17 trình bày sơ đồ mạch phát FSK dạng sin. Các mức Mark và Space có thể được chỉnh độc lập bằng cách thay đổi các điện trở định thời R1 và R2, pha tín hiệu ra liên tục trong suốt thời gian chuyển tiếp, tín hiệu khóa được đưa vào chân 9, mạch điện có thể hoạt động với nguồn đối xứng bằng cách nối điểm GND xuống V-.

Máy phát xung vuông và răng cưa

Hình 5.18 là sơ đồ mạch phát xung vuông và răng cưa, ở chế độ này ngõ vào FSK (chân 9) được nối ngắn mạch với ngõ ra xung vuông (chân 11) và mạch tự điều chế FSK giữa hai tần số phân biệt trong suốt thời gian mức cao và mức thấp của xung ra, bề rộng xung có thể thay đổi từ 1% đến 99% bởi R1 và R2, giá trị các điện trở này nên chọn trong khoảng từ 1KΩ đến 2 MΩ.

Nguyên lý hoạt động

Tần số dao động  $f_0$  được xác định bởi tụ C bên ngoài nối giữa chân 5 và 6 với một trong hai điện trở định thời ở chân 7 và chân 8.

$$f_0 = \frac{1}{RC} \text{ Hz}$$

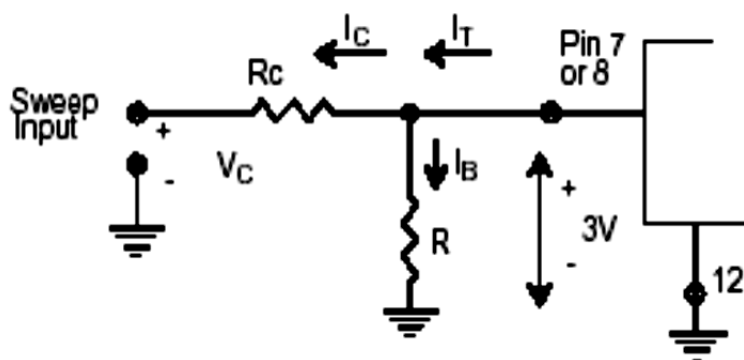
Thay đổi tần số bằng cách thay đổi R và C, để có được độ ổn định nhiệt tối ưu nên chọn  $4K\Omega < R < 200 K\Omega$  và C từ 1000 pF đến 100 μF.

Điều chế và quét tần số

Tần số dao động tỉ lệ với tổng dòng điện định thời  $I_T$  chảy từ chân 7 hoặc 8

$$f = \frac{320I_T(\text{mA})}{C(\mu\mu)} \text{Hz}$$

Các ngõ vào tại chân 7 và 8 có nội trở thấp và được phân cực bên trong với điện áp +3 V, tần số biến thiên tuyến tính theo  $I_T$  trong một khoảng dòng điện rộng từ 1 mA đến 3mA, có thể thay đổi tần số bằng cách thay đổi điện áp  $V_C$  đưa vào chân định thời đang tác động như ở hình 5.2



Hình 5.19 Sơ đồ tạo tần số quét

$$f = \frac{1}{RC} \left( 1 + \frac{R}{R_C} \left( 1 - \frac{V_C}{3} \right) \right) \text{Hz}$$

Trong đó  $V_C$  tính bằng volt, độ lợi biến đổi áp-tần  $K$  được tính theo công thức

$$K = \frac{\partial f}{\partial V_C} = -\frac{0,32}{R_C \cdot C} \text{ Hz/V}$$

Biên độ tín hiệu ra

Biên độ tín hiệu ra tỉ lệ nghịch với điện trở  $R_3$  nối ở chân 3. Trong chế độ sin, biên độ ra khoảng 60 mV đỉnh / 1 K $\Omega$ , trong chế độ tam giác giá trị này là 160 mV / 1 K $\Omega$ . Ví dụ với  $R_3 = 50 \text{ K}\Omega$  thì biên độ sin ở ngõ ra gần bằng 13 V

Điều chế biên độ

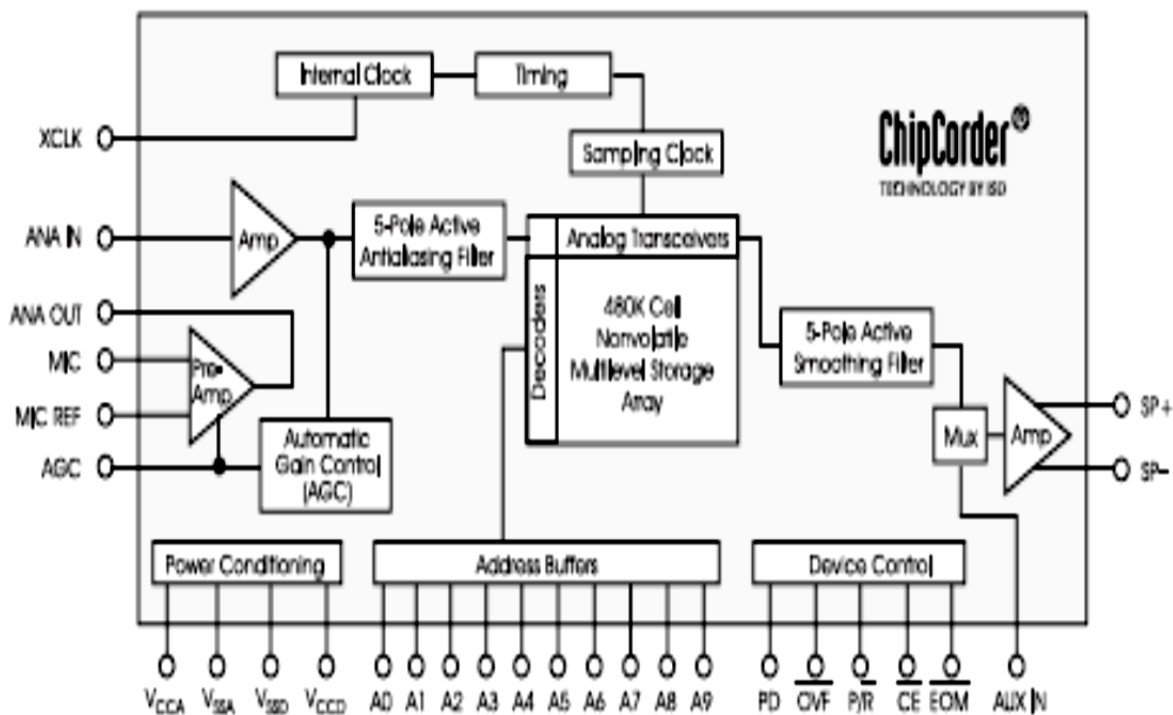
Biên độ ra có thể được điều chế bằng cách đưa 1 điện áp DC và tín hiệu điều chế vào chân 1. trở kháng chân này khoảng 100 KΩ. Biên độ ra biến thiên tuyến tính theo điện áp tại chân 1, thành phần DC phân cực khoảng 14 V ( $V_{CC} / 2$ ), tín hiệu ra đảo pha và đi qua điểm 0, đặc tính này thích hợp cho ứng dụng FSK và điều biên cân bằng. Dải động của điều biên vào khoảng 55 dB.

Chú ý: Nên dùng nguồn nuôi có độ ổn áp tốt khi điều chế AM vì biên độ tín hiệu ra thay đổi theo điện áp nguồn.

## 5.4. Vi mạch ghi – phát âm tần

### 5.4.1. Giới thiệu chung

Họ vi mạch ISD2560 cung cấp giải pháp ghi-phát đơn chip chất lượng cao từ 60 đến 120giây. Các thành phần tích hợp trên chip bao gồm mạch dao động, khuếch đại micro, tự động điều chỉnh độ lợi, lọc nhiễu, lọc nguồn, khuếch đại loa và mảng lưu trữ mật độ cao đa cấp. Thêm vào đó ISD2500 kết hợp với vi điều khiển cho phép thực hiện các câu thông báo và địa chỉ phức tạp. Các mẫu ghi ghi được lưu trữ trong vùng nhớ không mất dữ liệu trên chip. Tiếng nói và âm thanh được ghi trực tiếp vào bộ nhớ dưới dạng thông thường đạt chất lượng cao và ổn định khi phát lại .



Hình 5.20 Sơ đồ khối 2560/75/90/120

### 5.4.2. Đặc tính

- Giải pháp ghi-phát âm thanh đơn giản
- Khả năng phát lại âm thanh tự nhiên, chất lượng cao
- Phát lại bằng nút nhấn hoặc vi điều khiển tác động theo cạnh hoặc mức điện áp
- Đơn chip trong khoảng 60, 75, 90 hoặc 120 giây
- Cho phép nối thác trực tiếp để tăng thời gian hoạt động
- Có chế độ giảm nguồn (dòng chờ  $1\mu A$ )
- Thông tin không mất khi tắt nguồn (không cần nguồn dự phòng)
- Khả năng định địa chỉ cho nhiều thông báo
- Dữ liệu tồn tại trong vòng 100 năm
- Cho phép ghi 100.000 lần
- Mạch dao động tích hợp trên chip
- Nguồn nuôi đơn cực +5

### 5.4.3. Mô tả chi tiết

#### *a. Chất lượng âm thanh*

Họ ISD2500 bao gồm các thiết bị được đề nghị tần số lấy mẫu là 4.0, 5.3, 6.4 và 8KHz cho phép người dùng chọn lựa tùy theo chất lượng âm thanh. Tăng thời gian hoạt động sẽ giảm tần số lấy mẫu và băng thông

Mẫu âm thanh được lưu trữ trực tiếp trên chip không số hóa và kết hợp với giải pháp nén khác. Khả năng lưu trữ analog giúp quá trình tái tạo tiếng nói, âm nhạc và hiệu ứng âm thanh rất tự nhiên và chính xác mà hầu hết các giải pháp số không đạt được

#### *b. Thời gian hoạt động*

Họ đơn chip ISD2500 cung cấp các thời gian hoạt động 60, 75, 90 và 120 giây và

cho phép ghép nối thác với nhau để tăng thời gian này

#### *c. Bộ nhớ EEPROM*

Một trong những tiện ích của công nghệ ghi âm chip ISD's là việc ứng dụng bộ nhớ không mất dữ liệu để lưu trữ thông báo khi mất nguồn đến 100 năm, thêm vào đó thiết bị còn cho phép ghi lại trên 100.000 lần



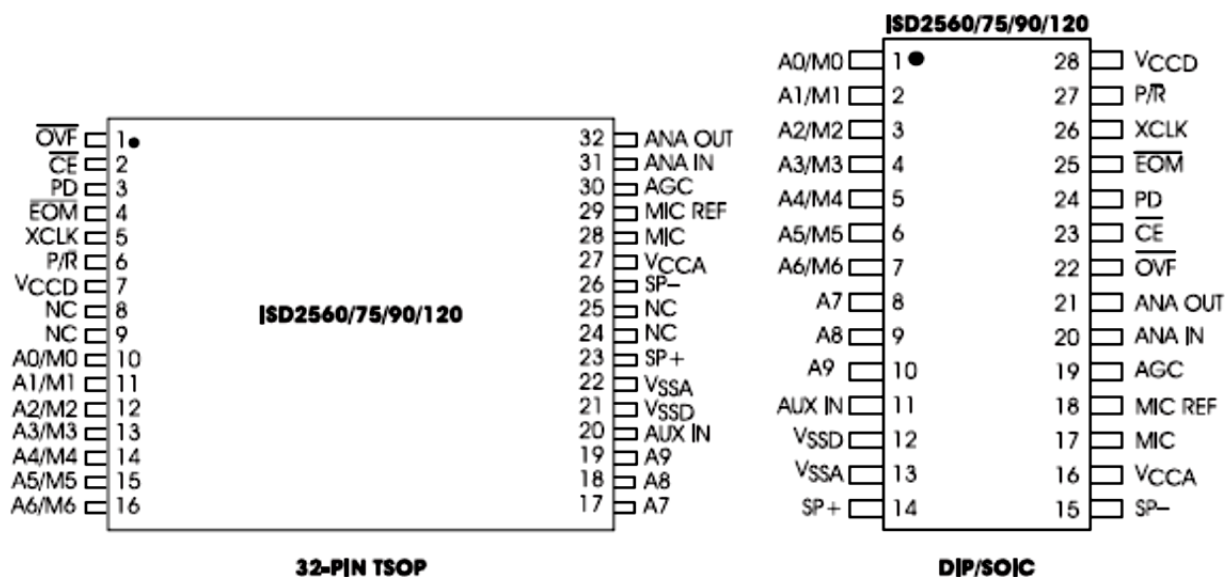
#### d. Giao tiếp với vi điều khiển

Ngoài đặc điểm đơn giản và dễ xử dụng họ ISD2500 còn bao gồm tất cả các yêu

cầu giao tiếp với các ứng dụng dùng vi điều khiển. Các đường địa chỉ và điều khiển có thể kết nối với vi điều khiển để thực hiện một nhiệm vụ xác định

#### e. Lập trình

Họ ISD2500 rất thích hợp với các ứng dụng chỉ có chức năng phát lại, trong đó các thông điệp được tham chiếu bởi các nút nhấn, công tắc hoặc vi điều khiển. Mỗi khi thông điệp cần thiết được tạo ra, một bản sao sẽ được phát ra một cách dễ dàng bằng thiết bị lập trình ISD



Hình 5.21 Sơ đồ chân ISD2560/75/90/120

#### 5.4.4. Cấu tạo chân ra

Nguồn nuôi (VCCA, VCCD)

Để giảm nhiễu, mạch digital và analog trong họ ISD2500 dùng các bus nguồn riêng biệt, các điện áp này được dẫn ra các chân khác nhau và nên nối đến nguồn nuôi càng gần càng tốt. Thêm vào đó nên cách ly các điện áp này với vỏ linh kiện

GND (VSSA, VSSD)

Họ ISD2500 có các đường nối đất digital và analog riêng biệt. Các chân này nên nối đến nguồn nuôi qua các đường có trở kháng thấp riêng biệt

Ngõ vào POWER DOWN (PD)

Khi không thu hoặc phát lại, chân PD nên được đưa lên mức cao để chuyển sang chế độ công suất thấp. Khi xảy ra tràn, chân OVF xuống thấp, PD nên đưa lên cao để reset con trỏ địa chỉ về vị trí ghi-phát đầu tiên. Ngoài ra, ở chế độ M6 chân PD còn có chức năng khác sẽ được trình bày ở phần sau

#### Ngõ vào chọn chip (CE)

Hoạt động ghi-phát được cho phép khi chân này ở mức thấp. Các ngõ vào địa chỉ và ngõ vào P/R được chốt tại cạnh xuống của CE. Chân này còn có chức năng khác ở chế độ M6

#### Ngõ vào PLAYBACK/RECORD (P/R )

Ngõ vào này được chốt bởi cạnh xuống của tín hiệu CE. Mức cao chọn chế độ phát lại và mức thấp chọn chế độ ghi. Ở chế độ ghi các ngõ vào địa chỉ cung cấp địa chỉ bắt đầu và quá trình ghi tiếp tục cho đến khi PD hoặc CE lên mức cao hoặc xảy ra tràn có nghĩa là bộ nhớ đã đầy. Khi kết thúc thao tác ghi bằng PD hoặc CE, một điểm đánh dấu (EOM) sẽ được lưu trữ tại địa chỉ hiện hành trong bộ nhớ. Trong quá trình phát lại, các ngõ vào địa chỉ cung cấp vị trí đầu tiên và thiết bị sẽ phát lại cho đến khi gặp điểm đánh dấu. Thiết bị có thể vượt qua điểm đánh dấu trong một chế độ hoạt động hoặc nếu CE được giữ ở mức thấp trong chế độ địa chỉ.

#### END-OF-MESSAGE / RUN OUTPUT (EOM)

Điểm đánh dấu được tự động thêm vào tại vị trí kết thúc của mỗi thông điệp khi ghi. Điểm này vẫn tồn tại cho đến khi một thông điệp khác được ghi đè lên. Ngõ ra EOM xuống mức thấp trong một chu kỳ TEOM ở cuối mỗi thông điệp.

Ngoài ra, họ ISD2500 có một mạch dò điện áp VCC bên trong để bảo đảm tính toàn vẹn của thông điệp khi VCC giảm xuống 3,5 V. Trong trường hợp này, EOM xuống mức thấp và thiết bị chỉ được cho phép ở chế độ phát lại

Khi thiết bị được cấu hình ở chế độ hoạt động M6 (chế độ nút nhấn), chân này sẽ cho ra tín hiệu RUN tác động mức cao cho biết thiết bị đang ghi hoặc phát. Ngõ ra này có thể điều khiển LED báo thiết bị đang hoạt động

#### OVERFLOW OUTPUT (OVF)

Ngõ ra này xuống mức thấp tại vị trí cuối của bộ nhớ báo cho biết thiết bị đã đầy và thông điệp bị tràn. Sau đó ngõ ra OVF tiếp theo sau ngõ vào CE cho đến khi xuất hiện PD đặt lại thiết bị. Chân này có thể được nối thác nhiều ISD2500 lại với nhau để tăng thời gian hoạt động

#### MICROPHONE INPUT (MIC)

Ngõ vào này dẫn tín hiệu vào mạch tiền khuếch đại trong chip, mạch AGC bên trong điều chỉnh độ lợi của mạch khuếch đại này từ -15 đến 24 dB. Nên kết nối xoay chiều chân này với micro bên ngoài qua một tụ điện nối tiếp, giá trị của tụ kết hợp với điện trở ngõ vào 10 KΩ tại đây sẽ xác định giới hạn tần số thấp của ISD2500

#### MICROPHONE REFERENCE INPUT (MIC REF)

Đây là ngõ vào đảo của mạch tiền khuếch đại có chức năng triệt nhiễu hoặc nén tín hiệu đồng pha khi kết nối một micro vi sai với thiết bị

#### AUTOMATIC GAIN CONTROL INPUT (AGC)

Ngõ vào AGC điều chỉnh độ lợi của mạch tiền khuếch đại trong khi hoạt động để bù sự biến động điện áp vào của micro. Mạch AGC cho phép ghi toàn thang dải động âm thanh với độ biến dạng thấp nhất. Thời gian kích hoạt được xác định bởi hằng số thời gian giữa nội trở 5 KΩ với tụ ngoài C2 nối từ chân AGC xuống masse analog VSSA. Thời gian “thoát ra” được xác định bởi điện trở ngoài R2 nối song song với tụ C2 xuống masse analog VSSA. Trị số danh định 470 KΩ và 4,7 μF thích hợp cho hầu hết các trường hợp ANALOG OUTPUT (ANA OUT)

Đây là chân ra của mạch tiền khuếch đại, độ lợi điện áp của mạch tiền khuếch đại được xác định bởi điện áp tại chân AGC ANALOG INPUT (ANA IN)

Tín hiệu tại chân này được ghi vào chip. Đối với các ngõ vào micro, chân ANA OUT nên nối ngang qua một tụ ngoài đến chân ANA IN. Giá trị tụ kết hợp với nội trở 3 KΩ của ngõ ANA IN xác định giới hạn tần số thấp của âm thanh, nếu tín hiệu đưa vào từ một nguồn khác với micro thì có thể liên lạc trực tiếp thông qua một tụ điện đến ngõ vào ANA IN

#### EXTERNAL CLOCK INPUT (XCLK)

Tại ngõ vào này có một mạch kéo xuống bên trong. Họ ISD2500 được chế tạo với tần số nội có dung sai ±1% giá trị trung tâm. Sau đó tần số được duy trì với biến động ±2,25% trên toàn dải nhiệt độ và điện áp làm việc. Xung đồng hồ bên trong có dung sai ±5% trên toàn dải nhiệt độ và điện áp công nghiệp. Để tăng độ chính xác có thể kích xung đồng hồ vào chân XCLK theo bảng sau

| Thiết bị | Tần số lấy mẫu | Tần số đồng hồ |
|----------|----------------|----------------|
| ISD2560  | 8 KHz          | 1024 KHz       |
| ISD2575  | 6,4 KHz        | 819,2 KHz      |
| ISD2590  | 5,3 KHz        | 682,7 KHz      |
| ISD25120 | 4 KHz          | 512 KHz        |

Hình 5.24 Tần số lấy mẫu và đồng hồ ngoài

Tần số đồng hồ đề nghị không nên thay đổi bởi vì các mạch lọc đã cố định. Nếu không dùng nên nối ngõ vào XCLK xuống GND

#### SPEAKER OUTPUT (SP+/SP-)

Tất cả các thiết bị trong họ ISD2500 đều có tích hợp mạch điều khiển loa vi sai với công suất 50 mW 16  $\Omega$  từ ngõ vào AUX IN (12,2 mW từ bộ nhớ)

Các ngõ ra loa được giữ ở mức VSSA trong khi ghi và ở trạng thái giảm nguồn, không được phép ghép song song các ngõ ra loa của nhiều thiết bị ISD2500 với nhau để tránh làm hư thiết bị.

Có thể dùng ngõ ra đơn (bao gồm một tụ liên lạc giữa chân SP với loa). Các ngõ ra này có thể được xử dụng riêng biệt với tín hiệu ra lấy từ một trong hai chân. Xử dụng ngõ ra vi sai sẽ tăng công suất ra lên 4 lần.

Lưu ý : Không được nối đất hoặc đưa tín hiệu điều khiển vào ngõ ra không dùng

#### AUXILIARY INPUT (AUX IN)

Ngõ vào này được đa hợp ngang qua mạch khuếch đại ra và các chân ra loa khi CE ở mức cao, P/R ở mức cao hoặc thiết bị xảy ra tràn khi phát lại . Trong trường hợp nối thác nhiều ISD2500, chân AUX IN được dùng để nối tín hiệu phát lại từ thiết bị theo sau với ngõ ra loa của thiết bị phía trước. Để giảm nhiễu không nên điều khiển ngõ này trong khi bộ nhớ đang hoạt động

#### ADDRESS/MODE INPUTS (AX/MX)

Các ngõ này có hai chức năng phụ thuộc vào mức logic của hai bit địa chỉ cao (A8 và A9). Nếu một trong hai bit này ở mức thấp thì tất cả các ngõ vào là địa chỉ và được dùng làm địa chỉ bắt đầu cho chu kỳ ghi hoặc phát hiện hành. Các chân này chỉ là ngõ vào, các địa chỉ vào được chốt tại cạnh xuống của CE

Nếu cả 2 bit A8 và A9 đều ở mức cao các ngõ ADDRESS/MODE có chức năng là các bit chọn chế độ được trình bày trong bảng các chế độ hoạt động. Có 6 chế độ hoạt động (M0...M6), và có thể hoạt động cùng lúc nhiều chế độ. Chế độ hoạt động được lấy mẫu tại mỗi cạnh xuống của CE. Do đó, các chế độ hoạt động và địa chỉ trực tiếp loại trừ lẫn nhau.

### 5.4.5. Các chế độ hoạt động

Họ ISD2500 được thiết kế với một số chế độ hoạt động cài sẵn với chức năng tối đa với số lượng linh kiện thêm vào ít nhất. Các chế độ hoạt động xử dụng

các chân địa chỉ trên thiết bị ISD2500 nhưng vùng địa chỉ hợp lệ được ánh xạ ra bên ngoài. Khi hai bit A8 và A9 ở mức cao, các bit địa chỉ còn lại được xem là mode bit. Do đó các chế độ hoạt động và các địa chỉ trực tiếp không tương thích và không thể được dùng đồng thời với nhau.

Có hai lưu ý quan trọng khi áp dụng các chế độ hoạt động. Thứ nhất, tất cả các thao tác đều bắt đầu tại địa chỉ 0 đó là vị trí bắt đầu của vùng địa chỉ trong ISD2500, các thao tác tiếp theo có thể được bắt đầu tại các địa chỉ khác tùy theo chế độ hoạt động đã chọn. Ngoài ra, con trỏ địa chỉ được reset về 0 khi thiết bị chuyển từ thu sang phát lại, phát lại sang thu (ngoại trừ chế độ M6) hoặc khi thực hiện chu kỳ giảm nguồn.

Thứ hai, các chế độ hoạt động được thực hiện khi chân CE xuống thấp và 2 bit MSB lên mức cao. Chế độ này vẫn còn hiệu lực cho đến khi CE xuống thấp lần nữa. Lúc này các giá trị address/modes hiện hành được lấy mẫu và thực thi.

| Chế độ | Chức năng                   | Ứng dụng  | Kết hợp với <sup>1</sup> |
|--------|-----------------------------|---|--------------------------|
| M0     | Bỏ qua thông điệp           | Tới nhanh qua thông điệp                              | M4, M5, M6               |
| M1     | Xóa dấu EOM                 | Định dấu EOM tại vị trí kết thúc thông điệp cuối cùng | M3, M4, M5, M6           |
| M2     | Không dùng                  | Dự trữ  |                          |
| M3     | Lặp                         | Tiếp tục phát lại từ địa chỉ 0                        | M1, M5, M6               |
| M4     | Định địa chỉ liên tiếp nhau | Thu/phát nhiều thông điệp liên tiếp nhau              | M0, M1, M5               |
| M5     | CE tác động mức             | Tạm dừng thông điệp                                   | M0, M1, M3, M4           |
| M6     | Điều khiển bằng nút nhấn    | Giao tiếp với thiết bị đơn giản                       | M0, M1, M3               |

#### 5.4.6. Mô tả các chế độ hoạt động

Các chế độ hoạt động có thể được áp dụng kết hợp với vi điều khiển để thực hiện yêu cầu của hệ thống.

##### M0 – Bỏ qua thông điệp

Chế độ này cho phép người dùng bỏ qua các thông điệp mà không cần biết địa chỉ vật lý thực của mỗi thông điệp. mỗi khi CE xuống thấp con trỏ địa chỉ nội sẽ tới nhanh đến thông điệp kế tiếp. Chỉ nên dùng chế độ này khi phát lại và có thể kết hợp với M4

##### M1 – Xóa dấu EOM

Chế độ này cho phép ghép các thông điệp được thu liên tiếp thành một thông điệp đơn với một dấu EOM tại vị trí kết thúc thông điệp cuối cùng. Và chuỗi thông điệp đã ghi được phát lại như một thông điệp đơn lẻ

## M2 – Không dùng

Khi chọn chế độ hoạt động, chân M2 nên ở mức thấp

## M3 – Lặp

Tự động phát lại liên tục một thông điệp từ địa chỉ bắt đầu của bộ nhớ. Một thông điệp có thể phủ đầy bộ nhớ và được lặp lại từ đầu đến cuối mà OVF không xuống mức thấp

## M4 – Định địa chỉ liên tiếp

Khi hoạt động bình thường, con trỏ địa chỉ sẽ reset khi thông điệp được phát lại đến điểm đánh dấu EOM, Chế độ M4 ngăn con trỏ địa chỉ bị reset tại EOM và cho phép phát lại liên tiếp các thông điệp.

## M5 - CE tác động mức

Chế độ mặc định của ISD2500 là chân CE tác động cạnh khi phát và tác động mức khi thu. Chế độ M5 sẽ chuyển chân CE sang tác động mức khi phát.

Điều này đặc biệt hữu dụng khi muốn kết thúc quá trình phát lại bằng tín hiệu CE Ở chế độ này, chu kỳ phát được bắt đầu khi CE xuống thấp tại vị trí bắt đầu của bộ nhớ. Chu kỳ phát tiếp tục khi CE vẫn còn ở mức thấp và lập tức chấm dứt khi CE lên mức cao. Một mức thấp mới của CE sẽ khởi động lại thông điệp từ vị trí bắt đầu trừ khi M4 cũng ở mức cao.

## M6 – Chế độ nút nhấn

Họ ISD2500 được cấu hình làm việc ở chế độ nút nhấn trong các ứng dụng giá rẻ và yêu cầu số lượng linh kiện ngoài tối thiểu. Chế độ này được chọn khi hai bit MSB ở mức cao và chân M6 cũng phải ở mức cao. Thiết bị luôn trở về trạng thái giảm nguồn tại vị trí kết thúc chu kỳ ghi cũng như phát sau khi CE lên mức cao

Khi làm việc ở chế độ này chức năng một số chân trên thiết bị có thay đổi  
Chân Chức năng thay đổi ở chế độ nút nhấn

CE Nút nhấn start/pause (tác động cạnh xuống)

PD Nút nhấn stop/reset (tác động cạnh lên)

EOM Mức cao báo hoạt động

Hình 5.26 Chân có chức năng thay đổi ở chế độ nút nhấn

CE (start/pause)

Trong chế độ nút nhấn, CE hoạt động như một tín hiệu tác động tại sườn xuống, nếu không có một thao tác nào đang được thực thi, sườn xuống tại chân này sẽ khởi động chu kỳ ghi hoặc phát tùy thuộc vào mức điện áp tại chân P/R. Một xung tiếp theo sau trước khi đến vị trí kết thúc thông điệp trong khi phát hoặc xảy ra tràn sẽ làm cho thiết bị tạm dừng. Bộ đếm địa chỉ không reset và một xung CE tiếp theo khác sẽ làm thiết bị tiếp tục hoạt động từ vị trí đã dừng

#### PD (stop/reset)

Trong chế độ nút nhấn, PD hoạt động như một tín hiệu stop/reset tác động tại sườn lên. Trong khi đang thực thi chu kỳ phát hoặc ghi và xảy ra sườn lên tại PD, chu kỳ hiện hành sẽ chấm dứt và con trỏ địa chỉ reset về địa chỉ 0 là vị trí bắt đầu của bộ nhớ EOM (RUN)

Trong chế độ nút nhấn, EOM là tín hiệu báo hoạt động tích cực mức cao, nó có thể được dùng để điều khiển LED hoặc một thiết bị bên ngoài khác. Chân này ở mức cao khi ghi cũng như khi phát

#### Quá trình thu trong chế độ nút nhấn

1. Chân PD xuống thấp, luôn phải có một điện trở kéo xuống
2. Chân P/R xuống thấp
3. Quá trình thu bắt đầu khi xuất hiện sườn xuống tại chân CE, chân EOM lên mức cao báo cho biết thiết bị đang hoạt động
4. Quá trình thu tạm dừng khi xuất hiện sườn xuống tại CE, lúc này EOM trở về mức thấp, con trỏ địa chỉ nội không bị xóa nhưng một dấu EOM được ghi vào bộ nhớ tại điểm cuối của thông điệp. Có thể đưa chân P/R lên mức cao tại thời điểm này. Một xung CE tiếp theo sẽ khởi động quá trình phát tại địa chỉ 0.
5. Khi xảy ra sườn âm, chu kỳ thu khởi động tại địa chỉ kế tiếp sau khi đặt dấu EOM trước đó. Ngõ ra EOM trở lên mức cao

Lưu ý : Nếu chân chế độ M1 cũng ở mức cao thì điểm EOM vừa được ghi trước đó sẽ bị xóa và quá trình thu bắt đầu tại địa chỉ đó

6. Khi chấm dứt quá trình ghi, sườn âm CE cuối cùng sẽ kết thúc chu kỳ ghi cuối cùng để lại một dấu EOM tại cuối thông điệp. Cũng có thể chấm dứt quá trình ghi bằng mức cao tại PD và cũng sẽ để lại dấu EOM

#### Quá trình phát trong chế độ nút nhấn

1. Hạ PD xuống mức thấp

2. Đưa chân P/R lên mức cao

3. Quá trình phát bắt đầu khi xảy ra sườn âm tại CE. Ngõ ra EOM lên mức cao báo thiết bị đang hoạt động

4. Nếu xuất hiện sườn xuống tại CE hoặc gặp một dấu EOM trong khi đang hoạt động, thiết bị sẽ tạm dừng, con trỏ địa chỉ nội không bị xóa và EOM trở về mức thấp, trong lúc này có thể thay đổi P/R. Chu kỳ thu kế tiếp sẽ không reset con trỏ địa chỉ và sẽ bắt đầu khi chu kỳ phát kết thúc

5. Nếu lại xuất hiện sườn âm tại CE, chu kỳ phát khởi động từ nơi tạm dừng và EOM lên mức cao báo đang hoạt động

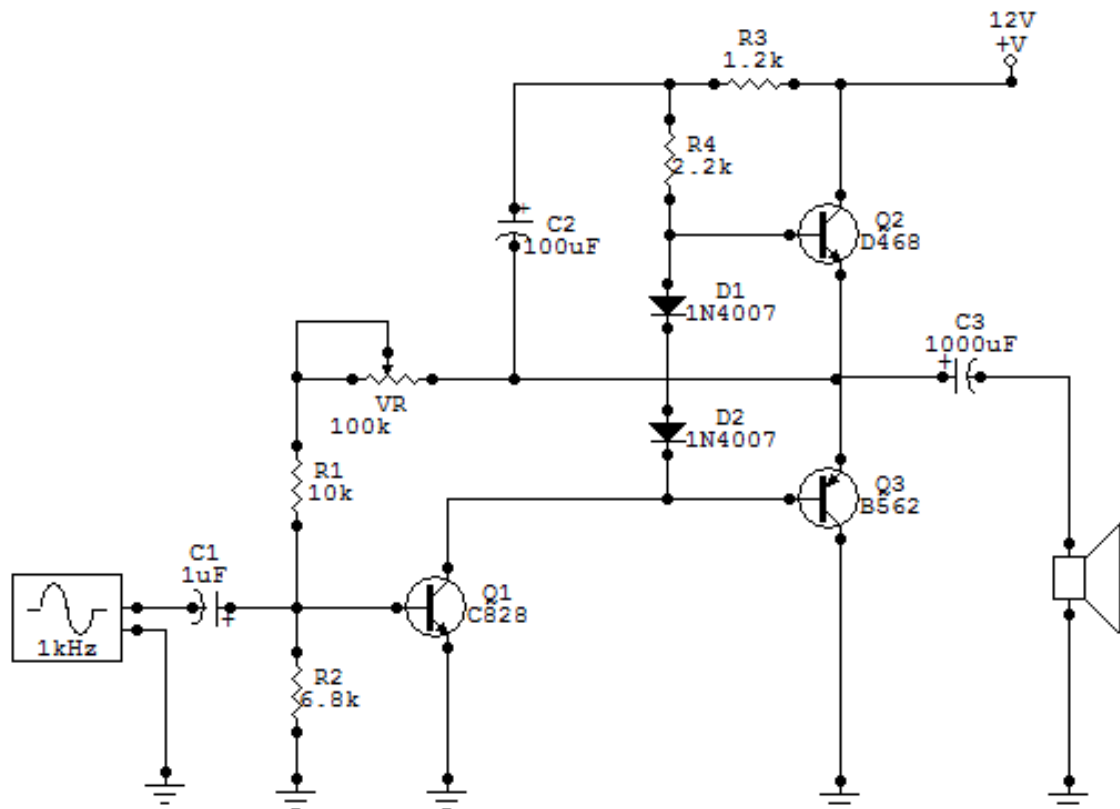
6. Quá trình phát tiếp tục như trong bước 4 và 5 cho đến khi xảy ra tràn hoặc sườn lên tại PD

7. Khi xuất hiện tràn, mức thấp CE sẽ reset con trỏ địa chỉ và khởi động chu kỳ phát từ vị trí ban đầu. Sau một xung PD thiết bị sẽ reset về địa chỉ 0.

Lưu ý : Chế độ nút nhấn có thể kết hợp với các chế độ M0, M1 và M3

Bài tập 1:

Lắp ráp mạch khuếch đại công suất đẩy kéo ghép ra dùng tụ





## 1. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị vật liệu

### a. Dụng cụ thiết bị

| Dụng cụ  | Thiết bị |
|----------|----------|
| Bo cắm   | Đồng hồ  |
| Panh kẹp | VOM      |
| Kim uốn  | Máy hiện |
| Kéo      | sóng     |

### b. Linh kiện

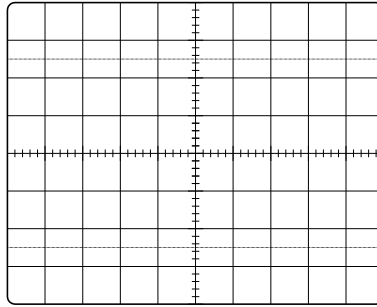
| TT | Tên linh kiện              | Số lượng      |
|----|----------------------------|---------------|
| 1  | C828                       | 01            |
| 2  | D468                       | 01            |
| 3  | B562                       | 01            |
| 4  | VR 100K                    | 01            |
| 5  | C 1 $\mu$ F                | 01            |
| 6  | C 100 $\mu$ F              | 01            |
| 7  | C 1000 $\mu$ F             | 01            |
| 8  | R 2,2K; 1,2K;<br>6,8K; 10K | 1+1+1<br>+1+1 |
| 9  | Loa 10W 8 $\Omega$         | 01            |
| 0  | D4007                      | 02            |

## 2. Trình tự thực hiện

| Các bước công việc  | Nội dung  | Yêu cầu kỹ thuật  |
|---|---|---|
| <p>Bước 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chuẩn bị các linh kiện đã chọn</li> <li>- Kiểm tra board cắm</li> <li>- Xác định vị trí đặt linh kiện trên board</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính</li> <li>- Đo sự liên kết của board cắm</li> <li>- Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Xác định đúng chân linh kiện</li> <li>- Chân linh kiện không được uốn sát vào chân tránh dễ bị đứt ngầm bên trong và không được vuông góc, vuông góc quá sẽ bị gãy.</li> </ul> |

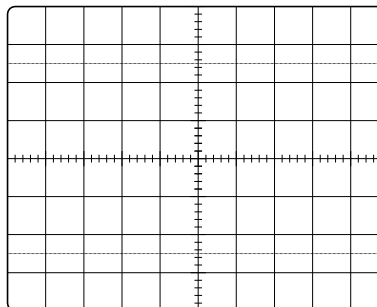
|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uốn chân linh kiện cho phù hợp với vị trí cắm trên board</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch</li> </ul>   |
| <p>Bước 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lắp ráp linh kiện trên board</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lắp theo trình tự</li> <li>- Lắp các transistor Q1, Q2, Q3</li> <li>- Lắp triết áp VR trực tiếp điều chỉnh ở vị trí dễ điều chỉnh</li> <li>- Lắp các linh kiện phụ trợ C1, C2, R, D</li> <li>- Cắm dây liên kết mạch</li> <li>- Cắm dây cấp nguồn</li> <li>- Nối loa</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mỗi linh kiện một chấu cắm</li> <li>- Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt, tạo dáng đẹp</li> <li>- Các dây nối không chồng chéo nhau</li> </ul> |
| <p>Bước 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra mạch điện</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý và ngược lại</li> <li>- Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp</li> </ul>  |  |
| <p>Bước 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cấp nguồn đo thông số mạch điện</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cấp nguồn 12V cho mạch điện khi đã an toàn: Các transistor công suất không bị nóng, can nhiễu đầu vào phải có tiếng đáp ở loa là mạch đã hoạt động.</li> <li>- Dùng đồng hồ VOM để thang đo điện áp DC đo tại các điểm: <ul style="list-style-type: none"> <li>+ <math>U_{BEQ1} = 0,6V</math></li> <li>+ <math>U_{CEQ1} \approx 0,6V</math></li> <li>+ <math>U_{BEQ2} = U_{BEQ3} = 0,5V</math></li> <li>+ <math>U_A = 1/2U_{CC} = 6V</math></li> </ul> </li> <li>- Cấp tín hiệu ở đầu đĩa CD vào mạch với cường độ nhỏ (100mV) ở loa phải có tín hiệu lớn hơn nghe rõ lời, tiếng trong trung thực là mạch đã hoạt động tốt</li> </ul> |  |

- Dùng máy hiện sóng đo dạng sóng tại các điểm:
- + Đo tín hiệu vào



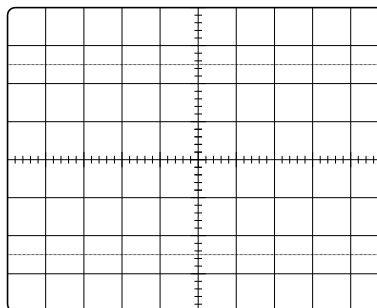
|  |                |                  |
|--|----------------|------------------|
|  | X =      / DIV | CH1 =      / DIV |
|  |                | CH2 =      / DIV |

- + Tại CQ1.



|  |                |                  |
|--|----------------|------------------|
|  | X =      / DIV | CH1 =      / DIV |
|  |                | CH2 =      / DIV |

- + Tại EQ2.



|  |                |                  |
|--|----------------|------------------|
|  | X =      / DIV | CH1 =      / DIV |
|  |                | CH2 =      / DIV |

**Bước 5: Chú ý**

- Muốn đảm bảo cho transistor khi dùng không được vượt quá giới hạn
- + Dòng Icm.
- + Điện áp UCEm.

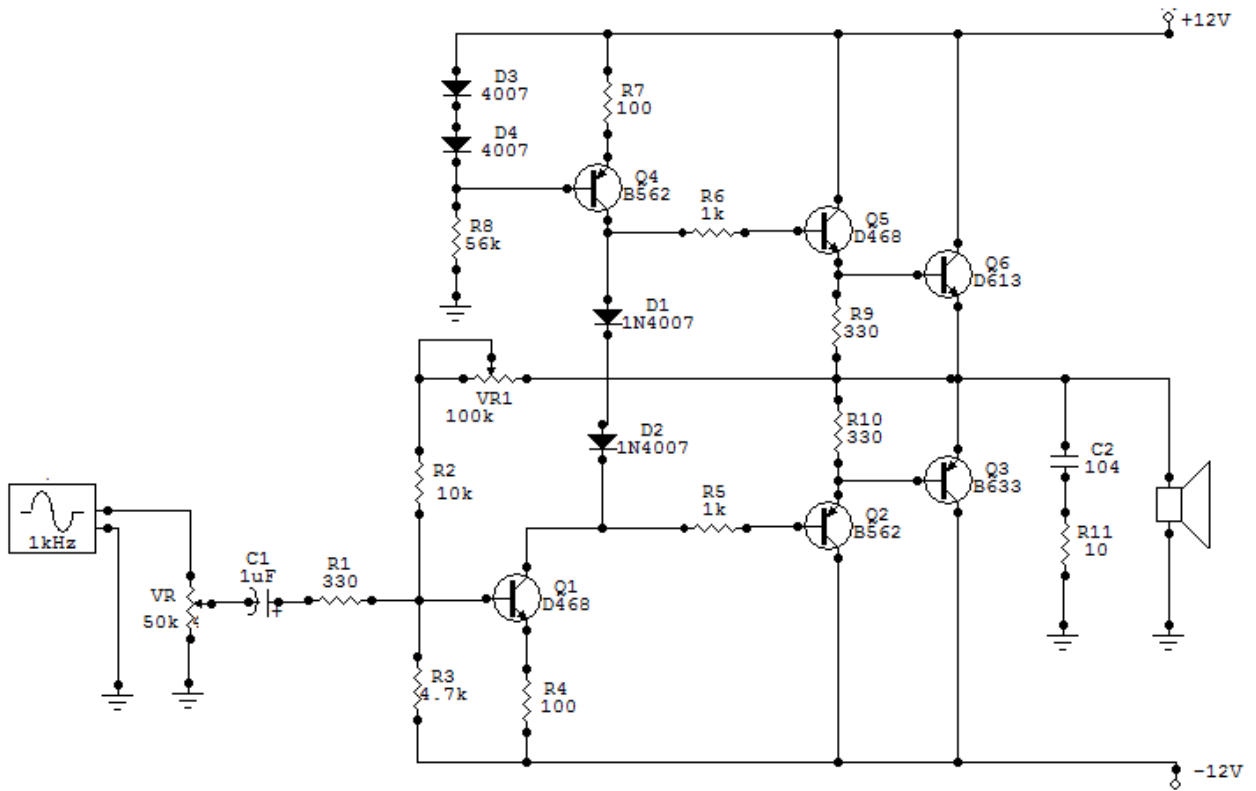
|  |   |
|--|---|
|  | <p>+ Công suất tiêu tán cho phép lớn nhất</p> <p>- Nếu chọn đúng UBQ1 thì Q2, Q3 cũng được phân cực đúng chế độ AB và chọn điểm giữa <math>U_A = 1/2U_{CC}</math>.<br/>Biến trở VR điều chỉnh điểm giữa <math>U_A</math>.</p> |
|--|---|

### 3. Sai hỏng thường gặp

| <b>Hiện tượng sai hỏng</b>   | <b>Nguyên nhân</b>  | <b>Khắc phục</b>   |
|--|---|--|
| Mạch bị tự kích:<br>Khi chưa có tín hiệu đầu vào thì đã có tiếng rú ở đầu ra | Do các nhiễu ký sinh tần số cao tác động vào                  | Lắp thêm các tụ hồi tiếp âm tần số cao tại cực CB của transistor khuếch đại hoặc lắp các mạch thoát tần số cao |
| Tín hiệu bị xén cả hai biên  | Do tín hiệu vào quá lớn làm cho Q1 rơi vào trạng thái bão hòa | Giảm tín hiệu đầu vào  |
| Tín hiệu xén biên trên hoặc biên dưới  | Chọn điểm công tác của Q1 không đúng                          | Định thiên lại cho Q1.   |

Bài tập 3:

Lắp ráp mạch khuếch đại công suất đẩy kéo ghép ra trực tiếp



1. Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị vật liệu

a. Dụng cụ thiết bị

| Dụng cụ  | Thiết bị |
|----------|----------|
| Bo cắm   | Đồng hồ  |
| Panh kẹp | VOM      |
| Kim uốn  | Máy hiện |
| Kéo      | sóng     |

b. Linh kiện

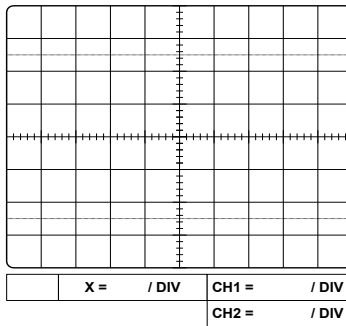
| STT | Tên linh kiện | Số lượng |
|-----|---------------|----------|
| 1   | B633          | 0        |
| 2   | D468          | 0        |
| 3   | B562          | 0        |

|    |                                   |   |
|----|-----------------------------------|---|
| 4  | D613                              | 0 |
|    | VR 100K                           | 0 |
|    |                                   | 1 |
| 5  | VR 50K                            |   |
| 6  | C 1 $\mu$ F                       | 0 |
|    |                                   | 1 |
| 7  | C 104                             | 0 |
|    |                                   | 1 |
| 8  | C 1000 $\mu$ F                    | 0 |
|    |                                   | 1 |
| 9  | R 10K; 4,7K; 330; 1K; 56K;<br>100 |   |
| 10 | Loa 10W 8 $\Omega$                | 0 |
|    |                                   | 1 |
| 11 | D4007                             | 0 |
| 1  |                                   | 4 |

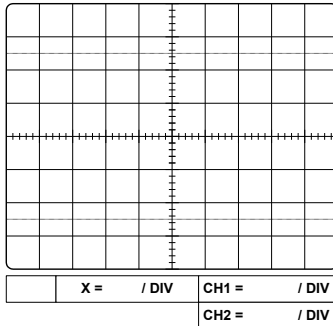
## 2. Trình tự thực hiện

| Các bước công việc  | Nội dung  | Yêu cầu kỹ thuật  |
|---|---|---|
| <p>Bước 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chuẩn bị các linh kiện đã chọn</li> <li>- Kiểm tra board cắm</li> <li>- Xác định vị trí đặt linh kiện trên board</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiểm tra chất lượng và xác định cực tính</li> <li>- Đo sự liên kết của board cắm</li> <li>- Xác định vị trí đặt linh kiện, các đường dây nối, đường cấp nguồn</li> <li>- Uốn chân linh kiện cho phù hợp với vị trí cắm trên board</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Xác định đúng chân linh kiện</li> <li>- Chân linh kiện không được uốn sát vào chân tránh dễ bị đứt ngầm bên trong và không được vuông góc, vuông góc quá sẽ bị gãy.</li> <li>- Vị trí đặt linh kiện phải thuận lợi cho quá trình cân chỉnh mạch</li> </ul> |
| <p>Bước 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lắp ráp linh kiện</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lắp theo trình tự</li> <li>Lắp lần lượt các</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mỗi linh kiện một chấu cắm</li> </ul>  |

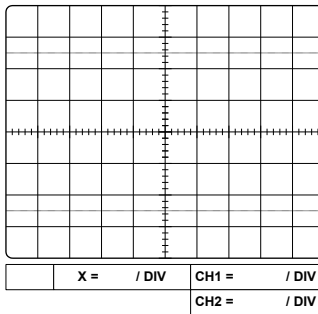
|  |  |  |
|--|--|--|
| trên board                                   | transistor Q6, Q3, Q2, Q5, Q1, Q24<br>- Lắp triết áp VR trực điều chỉnh ở vị trí dễ điều chỉnh<br>- Lắp các linh kiện phụ trợ C1, C2, R, D<br>- Cắm dây liên kết mạch<br>- Cắm dây cấp nguồn<br>- Nối loa  | - Các linh kiện cắm đúng vị trí đã xác định, tiếp xúc tốt, tạo dáng đẹp<br>- Các dây nối không chồng chéo nhau |
| Bước 3:<br>- Kiểm tra mạch điện              | - Kiểm tra lại mạch từ sơ đồ lắp ráp sang sơ đồ nguyên lý và ngược lại<br>- Đo kiểm tra an toàn, kiểm tra nguồn cấp  |  |
| Bước 4:<br>- Cấp nguồn đo thông số mạch điện | - Cấp nguồn 12V cho mạch điện khi đã an toàn: Các transistor công suất không bị nóng, can nhiễu đầu vào phải có tiếng đáp ở loa là mạch đã hoạt động.<br>- Dùng đồng hồ VOM để thang đo điện áp DC đo tại các điểm:<br>+ $U_{BEQ1} = 0,6V$<br>+ $U_{BEQ4} = 0,6V$<br>+ $U_{BEQ2} = U_{BEQ5} = 0,5V$<br>+ $U_{BEQ3} = U_{BEQ6} = 0,5V$<br>+ $U_A = 0V$<br>- Cấp tín hiệu ở đầu đĩa CD vào mạch với cường độ nhỏ (100mV) ở loa phải có tín hiệu lớn hơn nghe rõ lời, tiếng trong trung thực là mạch đã hoạt động tốt<br>- Dùng máy hiện sóng đo dạng sóng tại các điểm:<br>+ Đo tín hiệu vào |  |



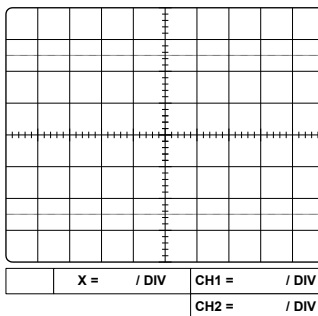
+ Tại CQ1.



+ Tại CQ2.



+ Tại EQ6



Bước 5: Chú ý

- Muốn đảm bảo cho transistor khi dùng không được vượt quá giới hạn

+ Dòng  $I_{cm}$ .

+ Điện áp  $U_{CEm}$ .

+ Công suất tiêu tán cho phép lớn nhất



### 3. Sai hỏng thường gặp

| <b>Hiện tượng sai hỏng</b>  | <b>Nguyên nhân</b>  | <b>Khắc phục</b>   |
|---|---|--|
| Mạch bị ù khi chưa có tín hiệu ở đầu vào thì đã có tiếng ù ở đầu ra | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Do tụ lọc nguồn không tốt</li> <li>- Do 1 trong 2 transistor công suất làm việc bị nóng</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lọc lại nguồn</li> <li>- Kiểm tra lại transistor công suất</li> </ul> |
| Tín hiệu bị xén cả hai biên   | Do tín hiệu vào quá lớn   | Giảm tín hiệu đầu vào  |
| Tín hiệu xén biên trên hoặc biên dưới                               | Chọn điểm công tác của Q1 không đúng  | Định thiên lại cho Q1.   |

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đề cương môđun/môn học nghề Sửa chữa thiết bị điện tử công nghiệp”, Dự án Giáo dục kỹ thuật và Đào nghề (VTEP), Tổng cục Đào Nghề, Hà Nội, 2003
- [2] Thiết kế và xây dựng mạch điện quanh ta - Tăng Văn Mùi, Trần Duy Nam - NXB khoa học kỹ thuật
- [3] 110 mạch ứng dụng của op-amp - R. M. MARSTON
- [4] Kỹ thuật điện tử - Đỗ Xuân Thụ NXB Giáo dục, Hà Nội, 2005
- [5] Kỹ thuật điện tử - Ahjin, đồng tác giả Buyng sun, Hwang, 2010,05