

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC, ĐẠI HỌC HUẾ
KHOA ĐIỆN, ĐIỆN TỬ VÀ CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU**

-----o0o-----

**TÀI LIỆU HƯỚNG DẪN
THỰC HÀNH ĐIỆN TỬ CƠ BẢN 1**

Thành phố Huế, 2020

BÀI 1. MỘT SỐ LINH KIỆN ĐIỆN TỬ CƠ BẢN

1.1. Điện trở

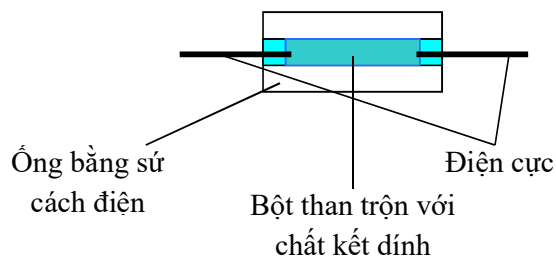
1.1.1. Khái niệm và phân loại

Điện trở là một linh kiện điện tử được sử dụng trong các thiết bị điện tử. Nói cách khác nó là một trong những thành phần cấu thành nên các thiết bị điện tử.

Theo cấu tạo, điện trở được chia làm các loại như sau:

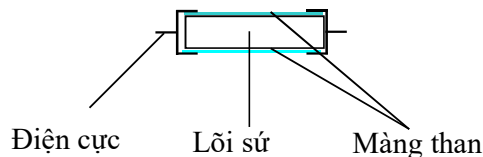
- Điện trở bột than.
- Điện trở màng than.
- Điện trở màng kim loại.
- Điện trở dây quấn.

Điện trở bột than được chế tạo bằng hỗn hợp than và chất kết dính được đặt trong một ống bằng sứ cách điện, hai đầu được nối với điện cực để nối với mạch điện (Hình 1.1). Loại điện trở này được chế tạo với giá thành rẻ nhưng sai số tương đối lớn (thông thường là 20%).



Hình 1.1. Cấu tạo của điện trở bột than

Điện trở màng than được chế tạo bằng cách phủ một màng than trên một ống bằng sứ cách điện, hai đầu được nối với điện cực để nối với mạch điện (Hình 1.2). Loại điện trở này được chế tạo với giá thành cao hơn nhưng sai số nhỏ hơn (thông thường là 10%).



Hình 1.2. Cấu tạo của điện trở màng than

Điện trở màng kim loại được chế tạo tương tự như điện trở màng than nhưng ở đây màng than được thay thế bằng màng kim loại bằng cách sử dụng công nghệ bốc bay trong chân không. Loại điện trở này có sai số rất nhỏ (thông thường sai số là 1% hoặc nhỏ hơn). Vì vậy loại điện trở này thường chỉ được dùng khi cần độ chính xác cao (như tầng đầu vào của các thiết bị đo lường).

Điện trở dây quấn được làm bằng dây hợp kim có giá trị điện trở suất cao được quấn trên một lõi bằng sứ cách điện.

Ngoài các loại điện trở có trị số cố định, trong trường hợp cần điện trở có trị số biến đổi người ta đặt thêm một điện cực thứ ba, điện cực này có khả năng trượt trong khoảng giữa hai điện cực chính để điều chỉnh trị số theo yêu cầu.

1.1.2. Các thông số của điện trở

* Đơn vị đo: Đơn vị đo điện trở tính theo hệ SI là Ohm (Ω). Ngoài ra, với những điện trở có trị số lớn người ta có thể dùng các đơn vị bội của Ohm như Kilo-Ohm ($k\Omega$) hay Mega-Ohm ($M\Omega$).

$$1k\Omega = 1.000\Omega$$

$$1M\Omega = 1.000k\Omega = 1.000.000\Omega.$$

* Ký hiệu mạch điện: Trong các mạch điện, điện trở có thể ký hiệu bằng một hình chữ nhật hoặc có dạng răng cưa, đồng thời có kèm ký tự R và giá trị điện trở của nó.

* Các thông số ghi trên điện trở: Các thông số của điện trở thường được ghi trên thân bao gồm giá trị điện trở, sai số giá trị, ngoài ra còn có thể có giá trị công suất danh định cực đại. Có nhiều cách ghi giá trị như ghi trực tiếp bằng các chữ số hay mã hóa bằng các vòng màu.

* Cách ghi trực tiếp bằng chữ số:

- Với các điện trở có giá trị nhỏ từ 1Ω đến dưới 100Ω , người ta thực hiện việc ghi trực tiếp giá trị điện trở lên thân của nó.

Ví dụ: 33Ω .

- Với các điện trở có giá trị từ 100Ω đến dưới $1k\Omega$, người ta ghi phần lẻ của $k\Omega$ kèm theo ký tự k đứng trước giá trị ghi bằng số.

Ví dụ: Điện trở có giá trị 220Ω được ghi là $k22$.

- Với các điện trở có giá trị từ $1k\Omega$ đến dưới $100k\Omega$, người ta ghi trực tiếp giá trị điện trở theo đơn vị $k\Omega$.

- Với các điện trở có giá trị từ $100k\Omega$ đến dưới $1M\Omega$, người ta ghi phần lẻ của $M\Omega$ kèm theo ký tự M đứng trước giá trị ghi bằng số.

Ngoài ra, cần chú ý rằng các điện trở giá trị có phần lẻ có thể sử dụng ký hiệu đơn vị để thay cho dấu phân cách giữa phần nguyên và phần phân.

Ví dụ: điện trở 330Ω có thể được ghi là $k330$.

Khi ghi sai số, với cách ghi trực tiếp thì sai số giá trị điện trở cũng được ghi trực tiếp trên thân điện trở.

Ví dụ: 5%, 10%,....

* Cách ghi bằng các vòng màu:

Với các điện trở được chế tạo bằng than có kích thước nhỏ, giá trị của nó được ghi dưới dạng mã bằng các vòng màu. Tùy thuộc vào từng điều kiện cụ thể mà thường có các cách ghi bằng vòng màu như sau:

- Thân điện trở có bốn vòng màu: Ba vòng màu đầu ghi giá trị điện trở và một vòng nhũ nằm ở cuối cùng dùng để biểu thị sai số.

- Thân điện trở có năm vòng màu: Bốn vòng màu đầu ghi giá trị điện trở và một vòng nhũ nằm ở cuối cùng dùng để biểu thị sai số.

- Thân điện trở có ba vòng màu: Hai vòng màu đầu ghi giá trị điện trở và một vòng nhũ nằm ở cuối cùng không phải dùng để biểu thị sai số mà biểu thị cho độ chia của giá trị điện trở cho bởi hai vòng màu đầu.

Với việc ghi bằng các vòng màu, mỗi vòng màu sẽ đại diện cho một chữ số từ 0 đến 9 theo bảng giá trị như sau:

Màu	Đen	Nâu	Đỏ	Cam	Vàng	Xanh lá	Xanh lơ	Tím	Xám	Trắng
Chữ số	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Trường hợp điện trở có bốn vòng màu: Vòng màu thứ nhất cho biết số có nghĩa thứ nhất, vòng thứ hai cho biết số có nghĩa thứ 2 và vòng màu thứ ba là số chữ số 0 ghi tiếp sau hai chữ số trước, vòng màu dạng nhũ thứ 4 đặc trưng cho sai số điện trở: nhũ kim (màu vàng) cho biết điện trở có sai số giá trị là $\pm 5\%$, nhũ bạc (màu trắng) cho biết điện trở đó có sai số giá trị là $\pm 10\%$, đơn vị điện trở được quy ước là Ω .

Ví dụ: Một điện trở có

Vòng 1	Vòng 2	Vòng 3	Vòng 4
Nâu	Đen	Cam	Nhũ kim
1	0	3	5%

Vậy điện trở đó có giá trị là 10.000Ω hay $10k\Omega$ với sai số là 5% giá trị. Nghĩa là điện trở này có giá trị $R = 10.000 \pm 5\%\Omega$.

Với điện trở có năm vòng màu: Tương tự như với ký hiệu bốn vòng màu, vòng thứ nhất cho biết số có nghĩa thứ nhất, vòng thứ hai là số có nghĩa thứ hai, vòng thứ ba là số có nghĩa thứ ba còn vòng thứ tư là số chữ số 0 ghi tiếp sau ba chữ số trước, vòng nhũ để biểu thị sai số là vòng cuối cùng và cũng được quy định giống như với trường hợp điện trở bốn vòng màu, đơn vị điện trở cũng được quy ước là Ω .

Với các điện trở có trị số nhỏ hơn 10Ω , người ta chỉ sử dụng ba vòng màu để biểu thị giá trị điện trở cho nó. Tương tự như điện trở bốn và năm vòng màu, hai vòng đầu tiên cũng biểu thị số có nghĩa thứ nhất và thứ hai tương ứng, vòng thứ ba biểu thị cho độ chia của giá trị điện trở; nếu vòng này là nhũ kim thì giá trị điện trở được xác định bằng giá trị của hai vòng đầu chia cho 10; nếu vòng này là nhũ bạc thì giá trị điện trở được xác định bằng giá trị của hai vòng đầu chia cho 100.

Ví dụ: Một điện trở có

Vòng 1	Vòng 2	Vòng 3
Xanh lá	Xanh lơ	Nhũ kim
5	6	10

Như vậy giá trị điện trở là $R = 56:10 = 5,6\Omega$.

* Cách ghi bằng các chữ số:

Khi các điện trở ghi bằng dãy các chữ số nhưng không theo quy tắc ghi giá trị trực tiếp thì điện trở đó được ghi dưới dạng mã các chữ số. Lúc đó, số thứ nhất biểu thị số có nghĩa thứ nhất, số thứ hai biểu thị số có nghĩa thứ hai và số thứ ba biểu thị số chữ số 0 được ghi tiếp sau các chữ số trước đó. Đơn vị được sử dụng trong cách ghi này là Ω .

Ví dụ: Với một điện trở có ghi là 472 thì giá trị của nó là $4.700\Omega = 4,7k\Omega$.

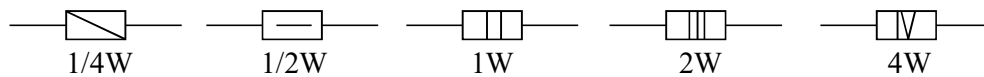
* Công suất danh định:

Công suất danh định là công suất tiêu tán tối đa cho phép khi có dòng xoay chiều hay một chiều chạy qua điện trở. Nếu công suất tiêu tán thực tế của điện trở không vượt quá công suất danh định thì điện trở làm việc bình thường và xem như không thay đổi trị số trong thời gian làm việc liên tục kéo dài. Điện trở có các loại công suất như sau:

- Loại điện trở bột than và màng than: $1/8W$; $1/4W$, $1/2W$, $1W$, $2W$.
- Loại điện trở dây quấn: $2.5W$, $5W$, $10W$, ..., $150W$.

Khi sử dụng, người dùng thường chọn các điện trở có công suất danh định lớn hơn công suất tiêu thụ từ 30% đến 40%.

Căn cứ vào độ lớn của điện trở để xác định công suất của nó. Trên sơ đồ thiết bị vô tuyến người ta thường ký hiệu:



Hình 1.3. Ký hiệu công suất danh định bằng sơ đồ

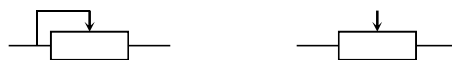
1.1.3. Một số loại điện trở khác

* Chiết áp:

Ngoài các loại điện trở có trị số cố định, trong những trường hợp cần điện trở có trị số biến đổi người ta đặt thêm một điện cực thứ ba, điện cực này có thể trượt trong khoảng giữa hai điện cực chính để điều chỉnh trị số theo yêu cầu sử dụng.

Thông thường chiết áp là một vòng cung phủ lớp sơn than hoặc hỗn hợp kim loại trên đó có tiếp điểm trượt, chiết áp thường có các loại với trị số điện trở $1k\Omega$, $4.7k\Omega$, $5.6k\Omega$, $1M\Omega$ có công tắc kèm theo hoặc không.

Các loại chiết áp thông dụng thường chỉ có một vòng xoay, giá trị điện trở giữa con chạy và một đầu chiết áp sẽ thay đổi từ 0 đến giá trị cực đại của chiết áp. Các chiết áp cần điều chỉnh giá trị điện trở với độ chính xác càng cao thì số lượng vòng xoay càng nhiều, số lượng vòng xoay này sẽ tương ứng với giá trị điện trở toàn dải biến đổi của chiết áp.



Hình 1.4. Ký hiệu mạch điện của chiết áp

* Điện trở nhiệt:

Là loại điện trở bột ép có hệ số nhiệt độ rất lớn nên trị số điện trở biến thiên nhiều theo nhiệt độ. Loại điện trở này thường dùng làm cảm biến để đo nhiệt độ.

Điện trở nhiệt rất đa dạng về mặt hình học, nó có thể ở dạng thanh, bản, đĩa, hay dạng vòng cung,...

1.1.4. Kiểm tra chất lượng điện trở.

Trước khi đưa điện trở vào sử dụng, ta phải kiểm tra chất lượng của nó bằng đồng hồ vạn năng sử dụng ở chế độ Ohm kế.

Chuyển thang đo điện trở trên đồng hồ vạn năng về thang đo phù hợp với giá trị linh kiện điện trở cần đo, điều chỉnh điểm không cho thang đo, đặt hai que đo vào hai cực của điện trở và đọc trị số điện trở đo được. Nếu giá trị điện trở đọc được xấp xỉ giá trị của điện trở đã ghi thì điện trở đó còn tốt; ngược lại, khi Ohm kế chỉ giá trị vô cùng lớn thì điện trở đó đã bị hỏng.

1.2. Tụ điện

1.2.1. Định nghĩa và phân loại

Định nghĩa: Tụ điện là một hệ hai vật dẫn được bố trí sao cho giữa chúng có hiện tượng điện hưởng toàn phần hoặc gần như toàn phần. Tụ điện cũng là linh kiện được dùng nhiều trong các thiết bị điện tử.

Tụ điện được chia làm hai loại như sau:

- Tụ điện có điện dung không đổi (tụ không đổi).
- Tụ điện có điện dung biến đổi (tụ biến đổi).

Tùy thuộc vào chất điện môi giữa hai bản cực của tụ điện mà ta có các loại tụ khác nhau như tụ không khí, tụ giấy, tụ màng mỏng, tụ mica, tụ gốm, tụ hoá.

Tụ có điện dung biến đổi cũng được chia làm hai loại chính: Tụ xoay và tụ tinh chỉnh. Ngoài ra, còn có một loại tụ có điện dung biến đổi theo sự biến đổi của điện áp đặt vào hai cực của nó, loại tụ này được gọi là tụ biến dung hay Varicap.

1.2.2. Các thông số cơ bản

* Điện dung:

Điện dung của tụ điện phụ thuộc vào diện tích của các bản kim loại tích điện (hai bản cực), khoảng cách giữa hai bản cực và hằng số điện môi của chất cách điện giữa hai bản cực của tụ điện.

Đơn vị cơ bản của điện dung là Fara (F), song đơn vị này thực tế là rất lớn nên thông thường người ta dùng các đơn vị ước của nó như pico-Fara (pF), nano-Fara (nF), micro-Fara (μ F):

$$1\text{pF} = 10^{-12}\text{F}, 1\text{nF} = 10^{-9}\text{F}, 1\mu\text{F} = 10^{-6}\text{F}.$$

* Điện áp danh định:

Là điện áp lớn nhất mà tụ điện có thể chịu được trong suốt thời gian làm việc. Với

điện áp này, điện dung và điện trở cách điện của tụ xem như vẫn không bị biến đổi. Điện áp danh định thường được biểu thị bởi mức điện áp một chiều. Trị số điện áp xoay chiều (trị số hiệu dụng) lớn nhất đặt lên tụ phải nhỏ hơn điện áp danh định từ 1,5 đến 2 lần.

1.2.3. Cách ghi các thông số trên tụ điện

Trên mỗi tụ điện thường được ghi ba thông số chính:

- Trị số danh định về điện dung của tụ.
- Cấp chính xác hay sai số cho phép.
- Điện áp làm việc danh định của tụ.

Ta xét các cách ghi trên tụ sau:

* Cách ghi của Liên xô:

- Các tụ có trị số nhỏ hơn 1.000pF được viết theo đơn vị pF và ký hiệu là П.

Ví dụ: 68pF được viết là 68П.

- Các tụ có trị số từ 1.000pF đến dưới 10.000pF được viết theo đơn vị nF và ký hiệu là H.

Ví dụ: 4.700pF được viết là 4.7H.

- Các tụ có trị số từ 0.01μF đến dưới 0.1μF cũng được viết theo đơn vị nF và ký hiệu là H.

Ví dụ: 0.047μF được ký hiệu là 47H.

Các tụ có trị số từ 0.1μF trở lên được viết theo đơn vị micro-Fara (μF) và ký hiệu là M.

Ví dụ: 0.33μF được viết là M33 (\equiv 0.33M).

Trường hợp điện dung của tụ điện có trị số là thập phân thì đơn vị của nó được thay thế cho dấu phân cách giữa phần thập phân với phần nguyên.

* Cách ghi của Mỹ và Châu Âu:

Dùng chữ J chỉ picoFara (pF), dùng chữ n chỉ nano Fara (nF), và dùng chữ M để chỉ micro-Fara (μF).

Ví dụ: 120pF \equiv 120J; 0,1μF \equiv M1.

Lưu ý: Nếu tụ được ghi bằng các chữ số, chữ số cuối cùng chỉ số số 0 thêm vào sau các chữ số trước đó. *Ví dụ:* Trên tụ ghi 301J thì nó có giá trị là 300pF. Ký hiệu sai số với J, K và M lần lượt là 5%, 10% và 20%.

* Dùng luật màu:

Luật màu thường dùng để ghi các trị số tụ điện (thường đối với các tụ mica hoặc tụ gốm). Trên thân tụ có các chấm màu kèm theo ký hiệu chiều mũi tên để chỉ thứ tự các số. Tối thiểu có 3 chấm màu, có khi dùng tới 6 chấm màu.

- Chấm màu thứ nhất: Biểu thị số có nghĩa thứ nhất.
- Chấm màu thứ hai: Biểu thị số có nghĩa thứ hai.
- Chấm màu thứ ba: Biểu thị số chữ số 0 thêm vào sau hai số trên.

- Châm màu thứ tư: Biểu thị sai số.
- Châm màu thứ năm: Biểu thị nhóm ổn định nhiệt.
- Châm màu thứ sáu: Biểu thị điện áp công tác.

Quy ước màu để biểu thị các chữ số trong trường hợp này giống với quy ước màu dùng cho các điện trở vòng màu.

Quy ước màu chỉ sai số:

- Trắng: $\pm 2\%$.
- Ngân nhũ: $\pm 10\%$.
- Kim nhũ: $\pm 5\%$.
- Không màu: $\pm 20\%$.

Quy ước màu chỉ nhóm ổn định nhiệt:

- Trắng: $\pm 0,005\% ^\circ\text{C}$.
- Kim nhũ: $\pm 0,01\% ^\circ\text{C}$.
- Ngân nhũ: $\pm 0,02\% ^\circ\text{C}$.

Quy ước màu chỉ điện áp làm việc:

Màu	Nâu	Đỏ	Cam	Vàng	Xanh lá	Xanh lơ	Tím	Xám	Trắng
Điện áp (V)	250	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	5.000	7.000

1.2.4. Kiểm tra tụ

Dựa và cấu tạo của tụ và hiện tượng phóng nạp của nó ta có thể kiểm tra tụ bằng đồng hồ vạn năng.

* Đối với tụ biến đổi: Trước hết xoay nhẹ lá động để kiểm tra sự dịch chuyển của nó, sau đó dùng đồng hồ vạn năng đặt ở chế độ Ohm kế (hoặc chế độ đo thông mạch nếu có) để kiểm tra xem có hiện tượng chạm giữa lá động với lá tĩnh trong khi xoay lá động hay không.

* Đối với tụ không đổi: Dùng Ohm kế để thang $\times 100\Omega$ hoặc $\times 1000\Omega$, đặt hai que đo của đồng hồ vào hai cực của tụ cần kiểm tra.

- Nếu kim đồng hồ chỉ về giá trị không (0) hoặc giá trị điện trở nhỏ và không thay đổi thì tụ bị chập hoặc bị dò, nghĩa là tụ đã bị hỏng.

- Đối với các tụ hóa có trị số điện dung $\geq 0,1\mu\text{F}$: Nếu ban đầu Ohm kế chỉ giá trị điện trở nhỏ sau đó tăng dần đến trị số vô cùng (∞). Khi đảo hai que đo cho nhau, Ohm kế chỉ giá trị điện trở nhỏ hơn rồi lại tăng dần đến trị số vô cùng thì tụ này còn tốt. Trường hợp kim đồng hồ không dịch chuyển thì tụ đã hỏng (khô hoặc đứt).

1.3. Cuộn cảm.

Cuộn cảm cũng là một trong những linh kiện điện tử được dùng nhiều trong các mạch điện. Trị số điện cảm chủ yếu phụ thuộc vào số vòng dây, hình dạng, kích thước của cuộn dây: Số vòng nhiều, kích thước lớn thì trị số điện cảm của cuộn dây càng lớn. Nếu cuộn cảm có lõi bằng Ferit thì điện cảm của nó càng tăng. Ngoài trị số điện cảm L

đặc trưng cho cuộn dây, bản thân cuộn dây còn chứa điện trở thuần và điện dung ký sinh C. Để giảm điện dung ký sinh, ta quấn cuộn dây theo kiểu tổ ong hoặc quấn phân đoạn.

Ta xét kết cấu một số cuộn cảm thường dùng.

* Cuộn cảm một lớp lõi không khí: Thường được dùng trong mạch dao động và mạch cộng hưởng. Nó được tạo nên từ một số vòng dây bằng cách quấn vòng nọ sát vòng kia hoặc cách nhau một khoảng bằng một vài lần đường kính dây quấn. Dây có thể quấn trên khung làm bằng vật liệu cách điện cao tần, trường hợp dây đủ độ cứng thì có thể không cần khung đỡ mà chỉ cần hai nẹp giữ hai bên.

* Cuộn cảm nhiều lớp lõi không khí: Khi cần cuộn cảm có trị số lớn, nếu chỉ quấn một lớp thì chiều dài cuộn dây quá lớn và điện dung tạp tán tăng. Để khắc phục, người ta quấn nhiều lớp chồng lên nhau theo kiểu tổ ong.

* Cuộn cảm có lõi bằng bột sắt từ: Người ta có thể tăng điện cảm L bằng cách lồng vào lòng cuộn dây một lõi Ferit, thân lõi có răng xoắn ốc, hai đầu khía rãnh để thay đổi vị trí của lõi Ferit trong lòng cuộn dây, nhờ đó ta có thể thay đổi được trị số điện cảm L của cuộn dây.

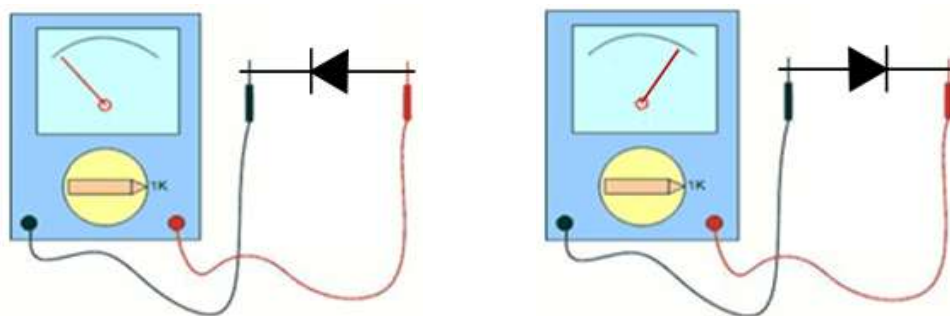
* Cuộn cảm nhiều đoạn: Đây là cuộn cảm được quấn nhiều lớp nhưng lại quấn thành nhiều đoạn trên một lớp cách điện. Đoạn nọ cách đoạn kia vài milimet, nhờ vậy điện dung tạp tán của cuộn dây giảm đi nhiều.

* Cuộn cảm âm tần: Được dùng trong mạch âm tần hay mạch lọc nguồn nuôi. Trị số của nó từ vài Henry đến vài chục Henry. Các vòng dây được quấn đều đặn, vòng nọ sát vòng kia, lớp nọ sát lớp kia bằng một lớp giấy cách điện, lõi từ là những lá thép mỏng cắt thành chữ I và E, cặp chữ này sẽ tạo thành một mạch kín.

Chú ý: Để kiểm tra tình trạng các cuộn dây (chập, đứt hay bình thường), ta có thể sử dụng đồng hồ vạn năng đặt ở chế độ Ohm để đo điện trở của chúng.

1.4. Diode bán dẫn một tiếp giáp PN

Diode bán dẫn một tiếp giáp PN được tạo ra bằng cách ghép tiếp xúc hai khối bán dẫn khác loại (P, N) với nhau. Trên hai đầu người ta lấy ra hai điện cực, điện cực lấy ra từ khối bán dẫn loại P được gọi là cực Anode (A), điện cực lấy ra từ khối bán dẫn loại N được gọi là cực Kathode (K).



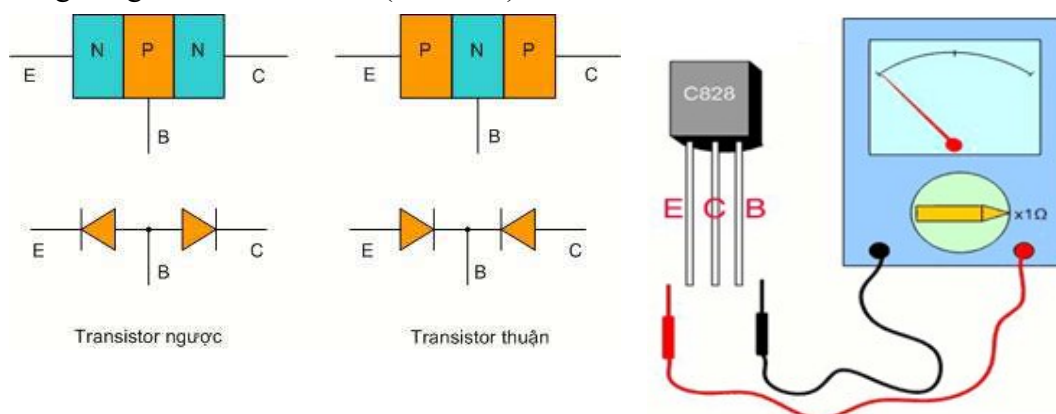
Hình 1.5. Cách xác định các cực và kiểm tra chất lượng của diode bán dẫn bằng đồng hồ vạn năng

Để xác định các cực và kiểm tra chất lượng của diode bán dẫn một tiếp giáp PN , ta sử dụng đồng hồ vạn năng đặt ở chế độ Ohm kế để đo điện trở tiếp giáp PN (Hình 1.5). Khi đặt que đo màu đen (cực dương của pin đồng hồ) và que đo màu đỏ (cực âm của pin đồng hồ) vào hai đầu diode, nếu điện trở đo được có giá trị lớn hơn nhiều so với trường hợp đảo hai que đo với nhau thì cực đặt que đo màu đen lúc đầu chính là cực K , cực còn lại là cực A và diode này hoàn toàn sử dụng được; nếu điện trở đo được trong cả hai trường hợp đều vô cùng lớn (∞) thì diode đã bị hỏng.

1.5. Transistor hai tiếp giáp PN (BJT)

BJT được chế tạo bằng việc ghép xen kẽ ba khối bán dẫn (hai khối N một khối P hoặc hai khối P một khối N) với nhau để hình thành hai tiếp giáp PN . Trên ba khối bán dẫn người ta lấy ra ba điện cực: điện cực lấy từ khối bán dẫn ở giữa (kích thước mỏng nhất, nồng độ pha tạp thấp nhất, có tính dẫn điện khác loại so với hai khối còn lại) được gọi là cực gốc (B), điện cực lấy từ khối bán dẫn kích thước dày nhất nồng độ pha tạp cao nhất được gọi là cực phát (E), điện cực còn lại được gọi là cực góp (C).

Có hai loại BJT: BJT thuận (PNP) và BJT ngược (NPN). BJT loại NPN được xem tương đương như hai diode đầu chung cực Anode với điểm chung là cực B của BJT; ngược lại, BJT loại PNP tương đương như hai diode đầu chung cực Kathode có điểm chung cũng là cực B của BJT (Hình 1.6).



Hình 1.6. Minh họa phương pháp xác định cực, loại và kiểm tra tình trạng của BJT bằng đồng hồ vạn năng

Khi hoạt động, BJT có thể hư hỏng do nhiều nguyên nhân như nhiệt độ, độ ẩm, điện áp nguồn cung cấp hoặc do chất lượng của chính BJT. Để xác định các cực, loại và kiểm tra tình trạng của BJT, ta có thể sử dụng đồng hồ vạn năng đặt ở chế độ Ohm kế với thang đo $X1\Omega$ (Hình 1.6). Các bước được thực hiện như sau:

- Đặt que đo màu đen của đồng hồ vào một cực bất kỳ của BJT, lần lượt đặt que đo màu đỏ lên hai cực còn lại, nếu hai giá trị điện trở đo được trong trường hợp này đều nhỏ hơn so với hai giá trị điện trở khi đổi hai que đo cho nhau thì BJT này thuộc loại NPN , đang ở tình trạng tốt và cực đặt que đo màu đen ban đầu là cực B của BJT. Ngược lại, nếu hai giá trị điện trở đo được trong trường hợp đầu đều lớn hơn so với hai giá trị

điện trở sau khi đổi hai que đo cho nhau thì BJT này thuộc loại *PNP*.

- Khi đã biết loại BJT và cực *B* của nó, để xác định cực *E* và *C* ta có thể thực hiện như sau: Đặt que màu đen vào một trong hai cực chưa được xác định, đặt que màu đỏ vào cực còn lại. Nếu điện trở đo được trong trường hợp này lớn hơn trường hợp đảo vị trí que đo và BJT loại *NPN* thì cực đặt que màu đen ban đầu là cực *E*, cực còn lại là cực *C*; với BJT loại *PNP* thì cực đặt que màu đen ban đầu là cực *C*, cực còn lại là cực *E*.

- Trường hợp đảo que đo đặt lên các cặp cực của BJT mà điện trở đo được có giá trị không đổi (thường vô cùng lớn) thì BJT đã bị hỏng.

Chú ý:

- Các linh kiện điện tử thường được chế tạo với sai số cho phép là 20%, 10%, 5%, 1% nên các trị số ghi trên linh kiện được chế tạo thường có các giá trị gián đoạn. Kết quả là các linh kiện được chế tạo ra sẽ có giá trị lấp đầy thang giá trị của linh kiện đó.

- Khi dùng đồng hồ vạn năng để đo và kiểm tra các linh kiện điện tử, tuyệt đối không chạm cả hai tay vào hai đầu que đo để loại trừ điện trở của cơ thể.

BÀI 2. NGUỒN NĂNG LƯỢNG MỘT CHIỀU, MÁY PHÁT ĐIỀU HÒA VÀ DAO ĐỘNG KÝ

2.1. Nguồn điện một chiều

Nguồn điện một chiều sử dụng trong các mạch điện tử ngoài nhiệm vụ xác định chế độ làm việc cho các phần tử tích cực của mạch điện nó còn có chức năng đưa năng lượng ra tải. Loại nguồn này luôn được sử dụng trong tất cả các loại mạch điện tử có chứa phần tử tích cực.

Tùy thuộc vào linh kiện tích cực và kết cấu hình học của mạch mà nguồn năng lượng một chiều được sử dụng có thể là nguồn đối xứng $\pm V_{CC}$ hoặc nguồn đơn cực, điện áp của các nguồn một chiều sử dụng trong phần thực hành này có giá trị từ vài Volt đến vài chục Volt.

Khi kết nối nguồn một chiều vào mạch điện tử, ta cần chú ý đến việc sử dụng nguồn đối xứng hay nguồn đơn cực, trị số điện áp cũng như cực tính của nguồn để đảm bảo mạch hoạt động ổn định và tránh làm hỏng các linh kiện điện tử trên mạch.

2.2. Máy phát tín hiệu chuẩn

2.2.1. Chức năng

- Phát tín hiệu tuần hoàn có tần số, điện áp đỉnh-đỉnh và hình dạng thay đổi được.
- Tín hiệu phát ra từ máy phát đóng vai trò là tín hiệu kích thích cho mạch.
- Trong phần thực tập này, chúng ta chỉ sử dụng chế độ phát tín hiệu điều hòa.

2.2.2. Yêu cầu đối với sinh viên

Mặc dù hiện nay có rất nhiều loại máy phát khác nhau trên thị trường được sử dụng cho các mạch điện tử, nhưng chúng có các điểm chung như: thay đổi được dạng tín hiệu, tần số (chu kỳ) và điện áp đỉnh-đỉnh. Khi sử dụng các loại máy phát này, chúng ta cần:

- Nắm được chức năng các nút điều chỉnh điện áp đỉnh-đỉnh, tần số (chu kỳ) và dạng sóng của tín hiệu phát ra ở trên máy phát.
- Đọc được các giá trị tần số (chu kỳ) và điện áp đỉnh-đỉnh của tín hiệu chuẩn trên màn hình hiển thị của các máy phát (nếu có).

2.3. Dao động ký

2.3.1. Chức năng

- Hiển thị dạng sóng của các dao động điện trên màn huỳnh quang.
- Cho biết các thông số của tín hiệu dao động như điện áp đỉnh-đỉnh (V_{pp}), tần số f (hay chu kỳ T),...
- Tổng hợp dao động dựa theo phương pháp Lissajous (dao động ký hai kênh).

2.3.2. Yêu cầu đối với sinh viên

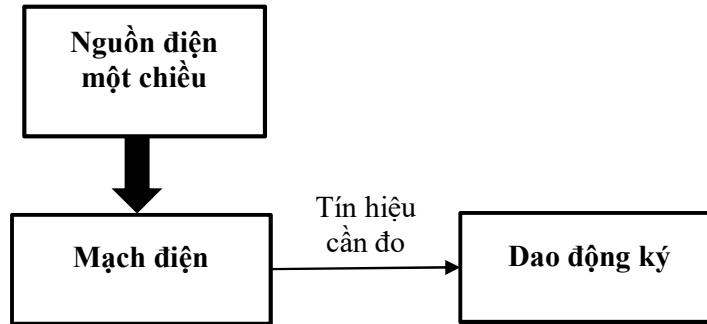
- Nắm được cách sử dụng các chức năng hiện có trên các dao động ký: núm lựa chọn thang đo điện áp, núm lựa chọn thang đo chu kỳ f (tần số T), núm điều chỉnh vị trí

hình ảnh của tín hiệu trên màn huỳnh quang,...

- Xác định được dạng tín hiệu, đọc giá trị điện áp: giá trị cực đại, giá trị không, giá trị điện áp đỉnh-đỉnh V_{pp} và đọc được chu kỳ f (tần số T) của tín hiệu.

- Nắm được chế độ tổng hợp dao động của các dao động ký hai kênh để xác định tần số f của tín hiệu cần đo bằng phương pháp Litsazu.

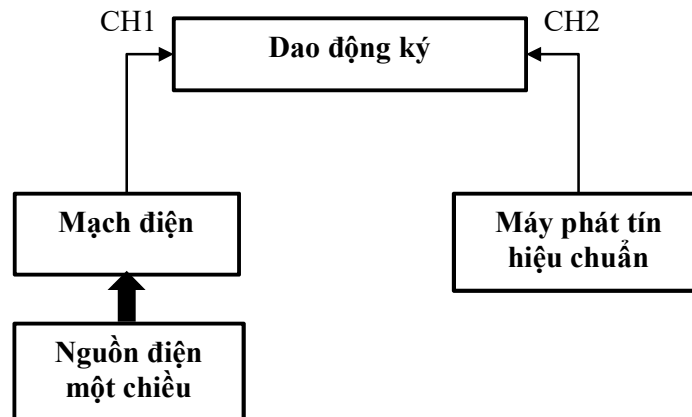
Sơ đồ khối quá trình đo tín hiệu từ một mạch điện được minh họa trên Hình 2.1.



Hình 2.1. Sơ đồ khối minh họa quá trình đo tín hiệu từ mạch điện bằng dao động

2.4. Đo tần số bằng phương pháp Litsazu

Mục đích của phương pháp Litsazu là xác định tần số f của một tín hiệu chưa biết thông qua tần số f của một tín hiệu đã biết (phát ra từ máy phát chuẩn). Sơ đồ khối đo tần số tín hiệu của một mạch điện được minh họa trên Hình 2.2.



Hình 2.2. Sơ đồ khối minh họa đo tần số bằng phương pháp Litsazu

Các bước tiến hành phương pháp Litsazu như sau:

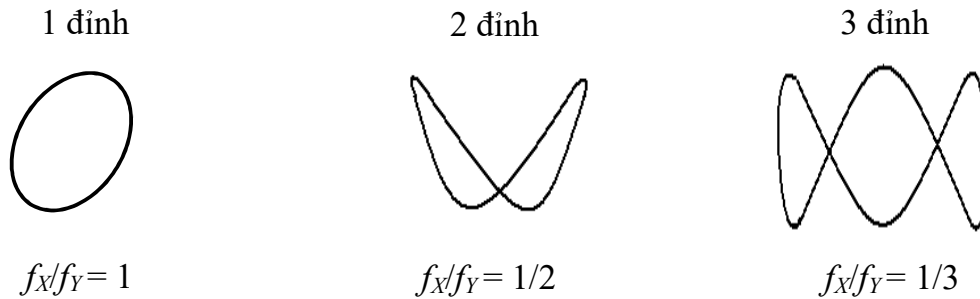
- * Bước 1: Đặt chế độ đo tín hiệu xoay chiều AC cho cả hai kênh của dao động ký.
- * Bước 2: Bật chế độ đo đồng thời 2 kênh của dao động ký (đặt thang đo chu kỳ ở vị trí DUAL hoặc ALT,... tùy thuộc vào loại dao động ký).
- * Bước 3: Đưa tín hiệu chuẩn từ máy phát tín hiệu chuẩn vào trục Y (kênh CH2) của dao động ký, điều chỉnh tín hiệu này sao cho có dạng điều hòa và ổn định.
- * Bước 4: Đưa tín hiệu cần xác định tần số f_x vào trục X (kênh CH1) của dao động

ký, điều chỉnh tín hiệu này sao cho có dạng điều hòa và ổn định.

* Bước 5: Điều chỉnh thang đo điện áp (Volt/div) của một trong hai kênh trên dao động ký hoặc điều chỉnh điện áp tín hiệu chuẩn từ máy phát chuẩn sao cho điện áp đỉnh-đỉnh của hai tín hiệu hiển thị tương ứng trên hai kênh CH1 và CH2 có số ô gần như nhau.

* Bước 6: Đặt thang đo chu kỳ của dao động ký ở vị trí quét ngoài (X-Y mode).

* Bước 7: Điều chỉnh tần số của tín hiệu chuẩn từ máy phát chuẩn sao cho dao động đồ trên màn huỳnh quang của dao động ký khá ổn định và có dạng 1 đỉnh, 2 đỉnh, 3 đỉnh như Hình 2.3.



Hình 2.3. Minh họa dao động đồ trên màn huỳnh quang và quan hệ giữa các tần số theo số đỉnh

Qua đó, tần số tín hiệu cần tìm được xác định theo hệ thức: $f_X/f_Y = 1/n$

Trong đó: f_X là tần số ứng với tín hiệu lối vào kênh CH1 (tần số tín hiệu cần đo), f_Y là tần số ứng với tín hiệu lối vào kênh CH2 (tần số tín hiệu chuẩn lấy từ máy phát tín hiệu chuẩn), n là số đỉnh ứng với dao động đồ. Từ n và f_Y , ta tính được tần số f_X của tín hiệu cần đo.

BÀI 3. KHUẾCH ĐẠI ĐIỆN TRỞ RC SỬ DỤNG BJT

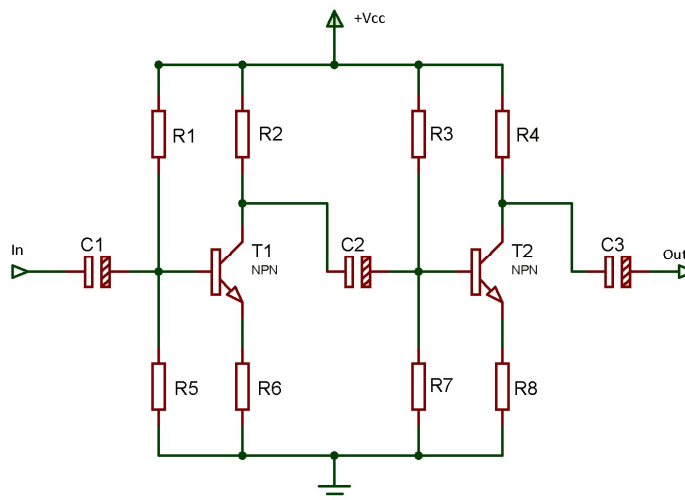
Mục đích của bài thực hành này là khảo sát đặc tuyến biên độ và đặc tuyến tần số của mạch khuếch đại điện trở RC mắc *E* chung sử dụng BJT.

3.1. Lý thuyết tổng quan

Trong kỹ thuật điện tử cũng như trong vật lý thực nghiệm, ta thường gặp những dao động điện tín hiệu bé. Muốn sử dụng hoặc ghi lại những dao động đó, ta thường phải tăng biên độ của chúng lên. Một mạch thực hiện sự biến đổi như vậy gọi là mạch khuếch đại. Mạch khuếch đại tín hiệu điện hoạt động dựa trên nguyên tắc: Dùng một nguồn năng lượng nhỏ điều khiển một nguồn năng lượng lớn biến đổi theo nguồn năng lượng nhỏ. Nguồn năng lượng nhỏ chính là tín hiệu cần khuếch đại, nguồn năng lượng lớn là nguồn một chiều cung cấp cho bộ khuếch đại.

Tuỳ theo trở tải của bộ khuếch đại, người ta chia các bộ khuếch đại thành: khuếch đại điện trở, khuếch đại cộng hưởng,...

Bộ khuếch đại điện trở là bộ khuếch đại có tải trở thuần, nó thường được dùng để khuếch đại những tín hiệu biến đổi chậm và những tín hiệu có tần số thấp nằm trong dải âm thanh, do đó nó còn có tên gọi là bộ khuếch đại âm tần. Sơ đồ mạch khuếch đại điện trở sử dụng BJT điển hình được cho trên Hình 3.1.



Hình 3.1. Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại điện trở RC

Đây là mạch khuếch đại được mắc theo sơ đồ cực *E* chung dùng hai BJT. Điện trở R_2 và R_4 là trở gánh collector cho hai tầng T_1 và T_2 . R_1 - R_5 là cặp điện trở phân áp một chiều cho cực *B* của T_1 , R_3 - R_7 là cặp điện trở phân áp một chiều cho cực *B* của T_2 . R_6 và R_8 có tác dụng ổn định nhiệt cho mạch. Tụ C_1 , C_2 và C_3 là các tụ truyền, có tác dụng truyền tín hiệu xoay chiều và chặn các thành phần dòng một chiều, các tụ này cần chọn có trị số đủ lớn để xem như nối tắt đối với tín hiệu xoay chiều.

Nếu bỏ qua thành phần ảnh hưởng của điện dung ký sinh và xem không có sụt áp

trên tụ C_1 , C_2 và C_3 , hệ số khuếch đại của mạch sẽ là:

$$K_0 \approx \beta_1 \beta_2 \frac{R_4}{r_{B1} + (1 + \beta_1)r_{E1}}$$

Trong đó r_{B1} là điện trở của miền base, r_{E1} là điện trở miền emitter của T_1 . β_1 và β_2 lần lượt là hệ số khuếch đại dòng của T_1 và T_2 khi mắc theo sơ đồ cực E chung.

Trong thực nghiệm, hệ số khuếch đại được xác định bởi: $K_0 = \frac{U_R}{U_V}$, trong đó U_V và U_R lần lượt là điện áp đỉnh-đỉnh của tín hiệu trước khi khuếch đại và tín hiệu đã khuếch đại tương ứng.

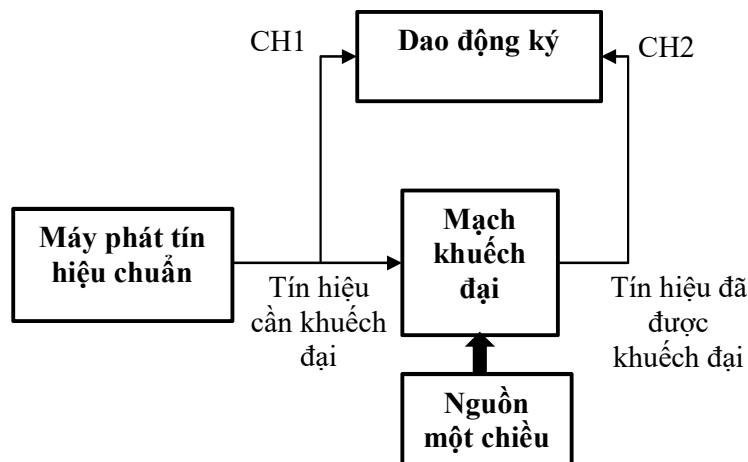
Đối với một bộ khuếch đại, độ lớn của hệ số khuếch đại K_0 của nó là một thông số rất quan trọng. Tuy nhiên một vấn đề quan trọng đánh giá chất lượng của bộ khuếch đại là độ trung thực của nó. Điều này có nghĩa là trong quá trình khuếch đại tín hiệu, nó không được làm biến dạng tín hiệu. Trong thực tế, tín hiệu cần được khuếch đại có biên độ và phổ tần số khá phức tạp (chẳng hạn như tín hiệu âm thanh). Muốn những tín hiệu đó sau khi được khuếch đại không bị biến dạng thì hệ số khuếch đại của hệ phải không đổi với mọi biên độ và tần số của tín hiệu vào. Tuy nhiên trong thực tế, không thể có được những bộ khuếch đại như vậy được, vì vậy ta cần phải khảo sát sự phụ thuộc của hệ số khuếch đại vào biên độ và tần số của tín hiệu lối vào. Đó chính là nội dung chính của bài thực hành này.

3.2. Yêu cầu thực hành

3.2.1. Thiết bị và mạch điện sử dụng

- * Dao động ký.
- * Máy phát tín hiệu chuẩn.
- * Nguồn điện một chiều.
- * Mạch khuếch đại điện trở RC dùng BJT với sơ đồ nguyên lý cho ở Hình 3.1.

3.2.2. Trình tự thực hành



Hình 3.2. Sơ đồ khối minh họa quá trình khảo sát đặc trưng biên độ của mạch khuếch đại điện trở RC

- * Bước 1: Nắm vững sơ đồ nguyên lý mạch điện và nguyên tắc hoạt động.
- * Bước 2: Đọc và ghi lại giá trị các linh kiện.
- * Bước 3: Đấu nối mạch điện với nguồn một chiều (10V hoặc 12V), dao động ký và máy phát tín hiệu chuẩn theo sơ đồ khối như ở Hình 3.2.
- * Bước 4: Khảo sát và vẽ đồ thị đặc trưng biên độ (sự phụ thuộc hệ số khuếch đại K_0 theo điện áp tín hiệu vào U_V) $K_0 = K_0(U_V)$ khi tần số tín hiệu vào $f = 1\text{kHz} = \text{hằng số}$. Thay đổi giá trị điện áp đỉnh-đỉnh U_V của tín hiệu vào, đọc điện áp đỉnh-đỉnh U_R của tín hiệu ra rồi lập bảng số liệu như sau:

Đại lượng	Giá trị đo đặc thực tế ứng với n lần thay đổi điện áp vào				
U_V	U_{V1}	U_{V2}	U_{V3}	.....	U_{Vn}
U_R	U_{R1}	U_{R2}	U_{R3}	.....	U_{Rn}
$K_0 = \frac{U_R}{U_V}$	K_{01}	K_{02}	K_{03}	.....	K_{0n}

Từ bảng số liệu, thực hiện vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của K_0 theo U_V khi $f = 1\text{kHz} = \text{hằng số}$.

- * Bước 5: Khảo sát và vẽ đồ thị đặc trưng tần số (sự phụ thuộc hệ số khuếch đại K_0 theo tần số tín hiệu vào f) $K_0 = K_0(\lg f)$ khi cho điện áp vào $U_V = U_{V0} = \text{hằng số}$. Đặt điện áp đỉnh-đỉnh của tín hiệu vào ở giá trị xác định U_{V0} sao cho tín hiệu sau khi khuếch đại không bị méo dạng so với tín hiệu vào và có giá trị điện áp đỉnh-đỉnh U_{R0} . Giữ nguyên giá trị U_{V0} , thay đổi giá trị tần số tín hiệu vào từ vùng tần số thấp cho đến vùng tần số cao (ví dụ từ 1kHz cho đến 2MHz,...), đọc điện áp đỉnh-đỉnh U_R của tín hiệu ra rồi lập bảng số liệu như sau:

Đại lượng	Giá trị đo đặc thực tế ứng với n lần thay đổi tần số				
f	f_1	f_2	f_3	.....	f_n
U_R	U_{R1}	U_{R2}	U_{R3}	.....	U_{Rn}
$K_0 = \frac{U_R}{U_{V0}}$	K_{01}	K_{02}	K_{03}	.....	K_{0n}

Từ bảng số liệu, thực hiện vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của K_0 theo tần số f khi $U_V = U_{V0} = \text{hằng số}$.

- * Bước 6: Nhận xét và so sánh các kết quả thực nghiệm với lý thuyết. Hãy giải thích các sai lệch (nếu có).

BÀI 4. MÁY PHÁT ÂM TẦN RC ĐIỀU HÒA TỰ KÍCH DÙNG CẦU ĐẢO PHA

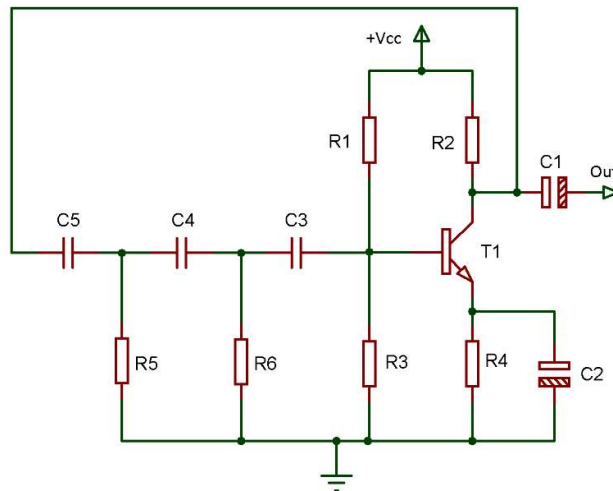
Mục đích của bài thực hành này là khảo sát tín hiệu dao động của máy phát âm tần RC điều hòa tự kích dùng cầu đảo pha.

4.1. Lý thuyết tổng quan

Máy phát âm tần điều hòa là thiết bị tạo ra dao động điện điều hòa có biên độ và tần số không đổi, tần số của nó nằm trong dải tần của âm thanh. Về nguyên tắc, máy phát âm tần có thể có cấu trúc giống như máy phát cao tần. Tuy nhiên vì tần số của nó rất thấp chỉ từ 20Hz đến 20KHz, nên trị số điện cảm L và điện dung C của khung dao động sẽ rất lớn. Một thiết bị như vậy sẽ có kích thước rất lớn và giá thành rất cao.

Người ta cũng đã nghĩ đến phương án tạo ra hai máy phát cao tần với tần số lần lượt là f_1 và f_2 . Cho hai tín hiệu cao tần này qua một bộ trộn sóng ta sẽ được tín hiệu phách $f=(f_1-f_2)$ nằm trong dải âm tần. Tuy nhiên một máy phát âm tần với cấu trúc như vậy có độ ổn định tần số rất thấp. Đặc biệt là ở tần số dưới 1kHz thì độ ổn định của máy phát là không chấp nhận được.

Thực tế, người ta đã tìm ra những phương án ưu việt hơn, một trong số đó là máy phát âm tần RC điều hòa tự kích dùng cầu đảo pha như Hình 4.1. Trong mạch, ngoài phần tử tích cực là BJT, mạch chỉ chứa các điện trở và tụ điện.



Hình 4.1. Sơ đồ nguyên lý máy phát âm tần RC dùng cầu đảo pha

Như ta đã biết, một mạch muốn phát sinh dao động tự kích thì phải thỏa mãn điều kiện cân bằng biên độ và điều kiện cân bằng pha. Giả sử mạch đã thỏa mãn điều kiện cân bằng biên độ, ta chỉ xét điều kiện cân bằng pha.

Ta biết một tín hiệu điều hoà có tần số ω khi truyền qua một mắc lọc RC sẽ gây ra độ lệch pha giữa điện áp ra với điện áp vào một góc φ với $|\varphi| = \left| \arctg\left(\frac{1}{\omega RC}\right) \right| < \frac{\pi}{2}$.

Mạch Hình 4.1 có khối khuếch đại tín hiệu sử dụng một BJT mắc theo kiểu cực E chung nên tín hiệu ra ở cực C ngược pha với tín hiệu vào cực B . Tín hiệu hồi tiếp được lấy từ cực C đưa về lại cực B thông qua các mắc lọc RC . Vì vậy, muốn thực hiện phản hồi dương để mạch thỏa mãn điều kiện cân bằng pha thì khối hồi tiếp phải làm đảo pha tín hiệu (cầu đảo pha).

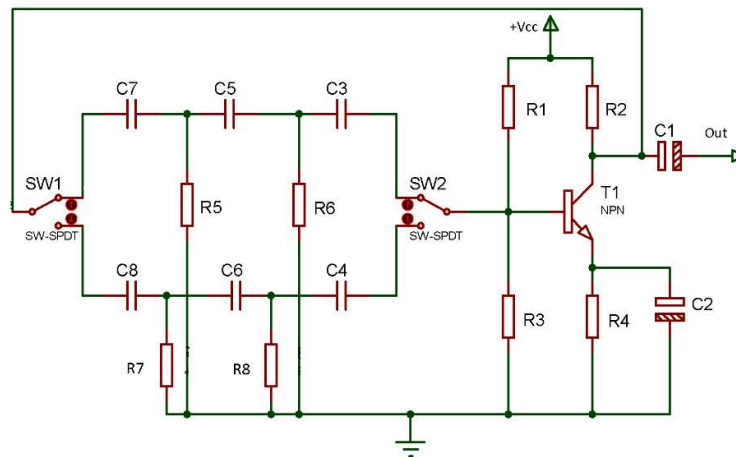
Mỗi mắc lọc RC gây ra độ dịch pha luôn nhỏ hơn 90° , vì vậy để làm dịch pha tín hiệu 180° thì phải sử dụng tối thiểu ba mắc lọc RC . Các mắc lọc RC này có thể giống nhau hoặc khác nhau nhưng thông thường để đơn giản trong việc tính toán ta thường chọn ba mắc lọc RC có trị số giống nhau. Khi đã sử dụng ba mắc lọc RC cho khối hồi tiếp (cầu đảo pha), mạch sẽ luôn tồn tại một tần số ω_0 duy nhất thỏa mãn điều kiện cân bằng pha, nếu mạch thỏa mãn điều kiện cân bằng biên độ tại tần số ω_0 thì mạch sẽ phát tín hiệu dao động với tần số ω_0 đó.

Trong mạch Hình 4.1, nếu ta chọn ba mắc lọc RC giống nhau: $C_5 = C_4 = C_3 = C$, $R_5 = R_6 = R_1 // R_3 // r_{BE} = R$ (r_{BE} : trở vào của T_1 khi mắc theo sơ đồ E chung) thì điều kiện cân bằng pha của mạch sẽ được thỏa mãn với tần số $\omega_0 \approx \frac{1}{\sqrt{6}RC}$ hay $f_0 \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{6}RC}$.

4.2. Yêu cầu thực hành

4.2.1. Thiết bị và mạch điện sử dụng

- * Dao động ký.
- * Máy phát tín hiệu chuẩn.
- * Nguồn điện một chiều.
- * Mạch dao động âm tần RC điều hòa tự kích dùng cầu đảo pha với sơ đồ nguyên lý cho ở Hình 4.2.



Hình 4.2. Sơ đồ nguyên lý mạch thực nghiệm máy phát âm tần RC dùng cầu đảo pha

4.2.2. Trình tự thực hành

- * Bước 1: Nắm vững sơ đồ nguyên lý mạch điện và nguyên tắc hoạt động.

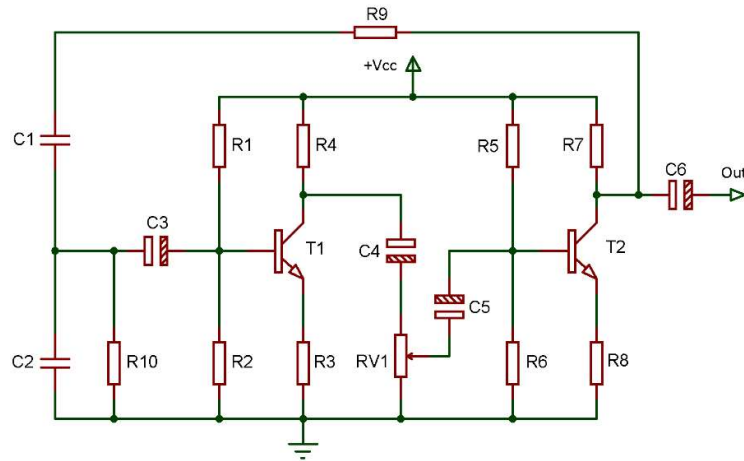
- * Bước 2: Đọc và ghi lại giá trị các linh kiện.
- * Bước 3: Đấu nối mạch điện với nguồn một chiều (10V) và dao động ký.
- * Bước 4: Sử dụng dao động ký để xác định chu kỳ, điện áp đỉnh-đỉnh của tín hiệu ra khi thay đổi vị trí của chuyển mạch SW_1 và SW_2 tương ứng với hai khối hồi tiếp.
- * Bước 5: Vẽ đồ thị dạng sóng tín hiệu ra theo thời gian tương ứng với hai cặp vị trí của SW_1 và SW_2 (chú ý mức điện áp không volt).
- * Bước 6: Thay đổi khối hồi tiếp bằng cách chuyển vị trí chuyển mạch SW_1 và SW_2 , đo tần số tín hiệu ra bằng phương pháp Litsazu. So sánh các kết quả này với các kết quả thu được khi đo trực tiếp bằng dao động ký.
- * Bước 7: So sánh kết quả thực nghiệm với lý thuyết. Hãy giải thích các sai lệch (nếu có).

BÀI 5. MÁY PHÁT ÂM TẦN RC ĐIỀU HÒA TỰ KÍCH DÙNG CẦU WIEN

Mục đích của bài thực hành này là khảo sát tín hiệu dao động của máy phát âm tần RC điều hòa tự kích sử dụng cầu Wien làm khối hồi tiếp tín hiệu.

5.1. Lý thuyết tổng quan

Xét máy phát âm tần RC điều hòa tự kích dùng cầu Wien sử dụng BJT như trên Hình 5.1.



Hình 5.1. Sơ đồ nguyên lý máy phát âm tần RC dùng cầu Wien

Trong mạch điện Hình 5.1, khối khuếch đại tín hiệu gồm 2 tầng sử dụng BJT T_1 và T_2 mắc theo kiểu cực E chung nên có tín hiệu ra (cực C của T_2) đồng pha với tín hiệu vào (cực B của T_1). Tín hiệu hồi tiếp được lấy từ lối ra của T_2 đưa về lối vào của T_1 . Mạch hồi tiếp bao gồm R_9 , C_1 , R_{10} , C_2 có tên gọi là mạch cầu Wien.

Để mạch thỏa mãn điều kiện cân bằng pha thì khối hồi tiếp (cầu Wien $R_9C_1R_{10}C_2$) phải không làm dịch pha tín hiệu. Tần số tín hiệu mà cầu Wien không làm dịch pha đối

với mạch Hình 5.1 là: $\omega_0 \approx \frac{1}{\sqrt{R_9C_1R_{10}C_2}}$ hay $f_0 \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{R_9C_1R_{10}C_2}}$.

Nếu mạch thỏa mãn điều kiện cân bằng biên độ tại ω_0 (hay f_0) thì mạch sẽ phát tín hiệu dao động tại tần số này.

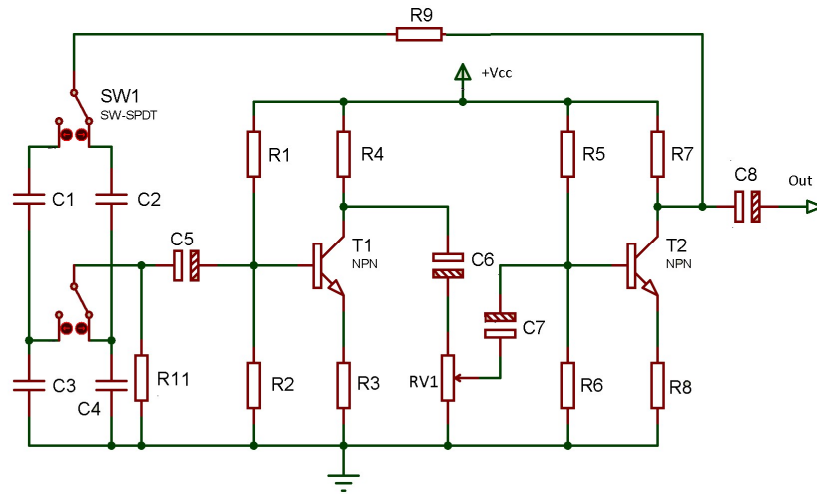
Trên Hình 5.1, nếu chọn $R_9 = R_{10} = R$, $C_1 = C_2 = C$ thì $\omega_0 \approx \frac{1}{RC}$ hay $f_0 \approx \frac{1}{2\pi RC}$.

5.2. Yêu cầu thực hành

5.2.1. Thiết bị và mạch điện sử dụng

- * Dao động ký.
- * Máy phát tín hiệu chuẩn.
- * Nguồn điện một chiều.

* Mạch dao động âm tần RC điều hòa tự kích dùng cầu Wien với sơ đồ nguyên lý cho ở Hình 5.2.



Hình 5.2. Sơ đồ nguyên lý mạch thực nghiệm máy phát âm tần RC dùng cầu Wien

5.2.2. Trình tự thực hành

- * Bước 1: Nắm vững sơ đồ nguyên lý mạch điện và nguyên tắc hoạt động.
- * Bước 2: Đọc và ghi lại giá trị các linh kiện.
- * Bước 3: Đấu nối mạch điện với nguồn một chiều (10V hoặc 12V) và dao động ký.
- * Bước 4: Sử dụng dao động ký để xác định chu kỳ, điện áp đỉnh-đỉnh của tín hiệu ra khi thay đổi vị trí của chuyển mạch SW₁ tương ứng với hai khối hồi tiếp (*chú ý*: Có thể cần phải điều chỉnh biến trở RV₁ ghép giữa 2 tầng T₁, T₂ sau mỗi lần thay đổi vị trí chuyển mạch SW₁ để có dao động điều hòa ổn định xuất hiện trên màn huỳnh quang của dao động ký trước khi thực hiện phép đo).
- * Bước 5: Vẽ đồ thị dạng sóng tín hiệu ra theo thời gian tương ứng với hai cặp vị trí của SW₁ (*chú ý* mức điện áp không volt).
- * Bước 6: Thay đổi khối hồi tiếp bằng cách chuyển vị trí chuyển mạch SW₁, điều chỉnh biến trở RV₁ ghép giữa 2 tầng T₁, T₂ để có dao động điều hòa ổn định (nếu cần), đo tần số tín hiệu ra bằng phương pháp Litsazu. So sánh các kết quả này với các kết quả thu được khi đo trực tiếp bằng dao động ký.
- * Bước 7: So sánh kết quả thực nghiệm với lý thuyết. Hãy giải thích các sai lệch (nếu có).
- * Bước 8: Điều chỉnh biến trở RV₁ ghép giữa 2 tầng T₁, T₂. Quan sát và nhận xét sự thay đổi của tín hiệu ra.

BÀI 6. DAO ĐỘNG ĐA HÀI TỰ KÍCH SỬ DỤNG BJT

Mục đích bài thực hành này là khảo sát tín hiệu dao động từ bộ đa hài tự dao động (tự kích), qua đó so sánh kết quả thực nghiệm với tính toán lý thuyết.

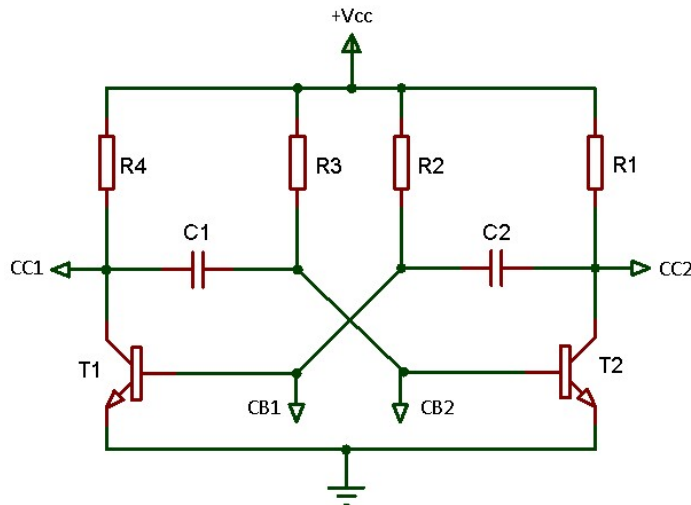
6.1. Lý thuyết tổng quan

Trong kỹ thuật xung, để tạo các dao động phi sine, người ta thường dùng các bộ dao động tích thoát. Trong các bộ tạo dao động loại này, người ta thường dùng phần tử tích điện là tụ điện. Tụ điện được nạp điện và sau đó nhờ thiết bị chuyển mạch nó phóng điện đến một mức nào đó rồi lại được nạp điện,...

Các bộ dao động tích thoát được dùng để tạo các xung có độ rộng khác nhau và có thể làm việc ở ba chế độ: Tự dao động (tự kích), kích thích từ bên ngoài (chế độ đợi) và chế độ đồng bộ.

Trong bài thực tập này, chúng ta chỉ xét bộ dao động tích thoát là bộ đa hài tự dao động (hay bộ đa hài tự kích). Khi làm việc ở chế độ tự kích, chu kỳ lặp lại của xung được xác định bởi các thông số của mạch và điện áp nguồn cung cấp. Bộ dao động loại này có đặc tính là độ ổn định của chu kỳ dao động bị phụ thuộc vào thời gian, phụ thuộc vào việc thay đổi các linh kiện trong sơ đồ, phụ thuộc nguồn cung cấp cũng như nhiệt độ môi trường,...

Sơ đồ nguyên lý mạch đa hài tự kích sử dụng BJT được cho trên Hình 6.1.



Hình 6.1. Sơ đồ nguyên lý mạch đa hài tự kích sử dụng BJT

Khi mới đóng mạch cả hai BJT đều thông, nhưng trạng thái này không tồn tại lâu dài vì chỉ cần một thăng giáng nhỏ của dòng hay điện áp trên một phần nào đó của mạch thì mạch sẽ phát sinh dao động. Giả sử dòng i_{C2} qua T_2 tăng, dẫn đến điện áp trên cực góp của T_2 giảm, thông qua tụ C_2 đưa về cực gốc T_1 làm điện áp cực gốc T_1 giảm, dẫn đến dòng i_{B1} giảm, do đó i_{C1} giảm, điện áp trên cực góp của T_1 tăng, điện áp này thông qua tụ C_1 đưa về cực gốc của T_2 làm điện áp ở cực gốc của T_2 tăng do đó làm tăng i_{C2} ,...

Quá trình hồi tiếp dương này xảy ra có tính chất đột biến, kết quả là T_1 tắt hẳn và T_2 thông bão hoà.

Khi T_1 tắt và T_2 dẫn bão hoà, tụ C_1 được nạp điện từ nguồn qua trở R_4 , tụ C_2 phóng điện, dòng phóng của C_2 qua trở R_2 làm điện áp cực gốc T_1 tăng dần. Khi u_{B1} tăng đến giá trị cỡ 0,6V thì T_1 bắt đầu thông, dòng i_{B1} tăng, do đó dòng i_{C1} tăng, dẫn đến điện áp trên cực góp của T_1 giảm, thông qua tụ C_1 đưa về cực gốc T_2 làm điện áp cực gốc T_2 giảm, dẫn đến dòng i_{B2} giảm, do đó i_{C2} giảm, điện áp trên cực góp của T_2 tăng, điện áp này thông qua tụ C_2 đưa về cực gốc của T_1 làm điện áp ở cực gốc của T_1 tăng do đó làm tăng i_{C1} ,... Quá trình trên tiếp tục diễn ra, kết quả làm cho T_1 thông bão hoà và T_2 tắt.

Tiếp đó là quá trình tụ C_1 phóng điện và C_2 lại bắt đầu nạp điện. Quá trình như thế cứ tiếp diễn để hình thành các chu kỳ liên tiếp của xung.

Thời gian t_1 của xung điện áp lấy ra trên cực góp của T_2 được xác bởi thời gian phóng của tụ C_2 qua R_2 theo biểu thức: $t_1 = R_2 C_2 \ln 2 \approx 0.7 R_2 C_2$.

Thời gian t_2 của xung điện áp lấy ra trên cực góp của T_1 được xác bởi thời gian phóng của tụ C_1 qua R_3 theo biểu thức: $t_2 = R_3 C_1 \ln 2 \approx 0.7 R_3 C_1$.

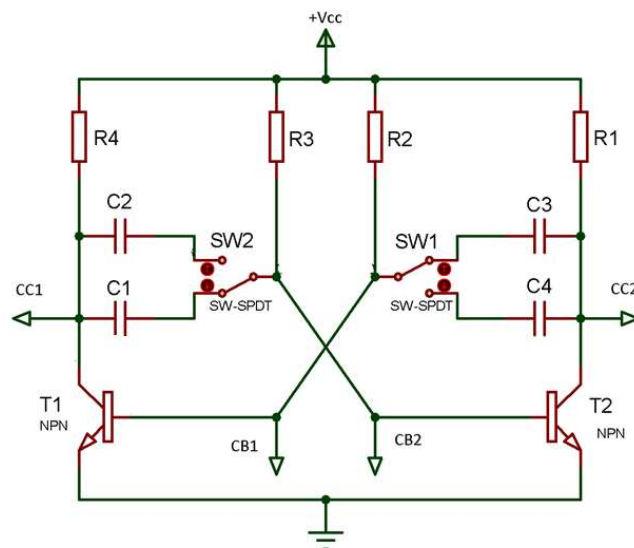
Chu kỳ dao động của bộ đa hài phụ thuộc vào thời gian phóng của C_1 qua R_3 và C_2 qua R_2 và được xác định bởi: $T = t_1 + t_2 = R_2 C_2 \ln 2 + R_3 C_1 \ln 2 \approx 0.7(R_2 C_2 + R_3 C_1)$

Đối với bộ đa hài đối xứng: $R_2 = R_3 = R_B$; $C_1 = C_2 = C$ thì $T \approx 1.4 R_B C$.

6.2. Yêu cầu thực hành

6.2.1. Thiết bị và mạch điện sử dụng

- * Dao động ký.
- * Nguồn điện một chiều.
- * Mạch dao động đa hài tự kích với sơ đồ nguyên lý cho ở Hình 6.2.



Hình 6.2. Sơ đồ nguyên lý mạch thực nghiệm dao động đa hài tự kích sử dụng BJT

6.2.2. Trình tự thực hành

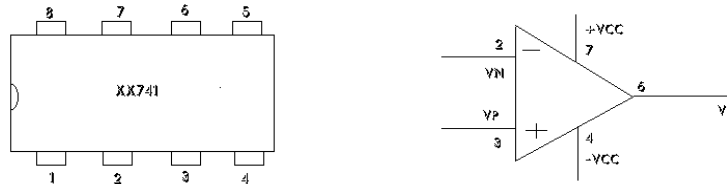
- * Bước 1: Nắm vững sơ đồ nguyên lý mạch điện và nguyên tắc hoạt động.
- * Bước 2: Đọc và ghi lại giá trị các linh kiện.
- * Bước 3: Đấu nối mạch điện với nguồn một chiều (10V hoặc 12V) và dao động ký, đặt chế độ đo tín hiệu một chiều DC cho cả hai kênh của dao động ký.
- * Bước 4: Sử dụng đồng thời hai kênh của dao động ký, khảo sát tín hiệu trên các cực B_1, B_2, C_1, C_2 của T_1, T_2 tương ứng từng vị trí của chuyển mạch SW_1 và SW_2 . Xác định dạng sóng, điện áp đỉnh-đỉnh và chu kỳ của tín hiệu.
- * Bước 5: Vẽ đồ thị dạng sóng xuất hiện trên các cực B_1, B_2, C_1, C_2 của T_1, T_2 trên cùng một trục thời gian ứng với từng vị trí của chuyển mạch SW_1 và SW_2 (chú ý mức điện áp không volt).
- * Bước 6: So sánh kết quả thực nghiệm với lý thuyết. Hãy giải thích các sai lệch (nếu có).

BÀI 7. KHUẾCH ĐẠI SỬ DỤNG OP-AMP 741

Mục đích của bài thực hành này là khảo sát đặc tuyến biên độ và đặc tuyến tần số của mạch khuếch đại sử dụng Op-Amp 741.

7.1. Lý thuyết tổng quan

Sơ đồ chân và ký hiệu mạch điện của vi mạch khuếch đại thuật toán 741 (Op-Amp 741) được trình bày trên Hình 7.1.

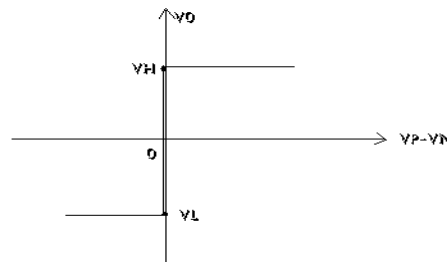


Hình 7.1. Sơ đồ chân và ký hiệu mạch điện của Op-Amp 741

Chức năng các chân thông dụng của Op-Amp 741:

- Hai đầu vào vi sai (chân 2, 3) với trở kháng vào lớn, chân 2 là đầu vào đảo và chân 3 là đầu vào không đảo.
- Một đầu ra chung (chân 6) với trở kháng ra nhỏ.
- Trong các mạch cơ bản, Op-Amp 741 thường được sử dụng với nguồn năng lượng đối xứng $\pm V_{CC}$, lúc này chân 4 và 7 được đấu vào mức điện áp $-V_{CC}$ và $+V_{CC}$ tương ứng.

Đặc tuyến truyền đạt của Op-Amp 741 khi sử dụng nguồn đối xứng $\pm V_{CC}$ được thể hiện ở Hình 7.2. Giá trị $V_H = |V_L| < +V_{CC}$ từ 1V ÷ 3V.



Hình 7.2. Đặc tuyến truyền đạt của Op-Amp 741

Từ đặc tuyến truyền đạt của Op-Amp 741 cho thấy, Op-Amp 741 làm việc trong vùng tuyến tính khi $V_N \approx V_P$. Trong đó V_N , V_P lần lượt là điện áp ở đầu vào đảo (chân 2) và đầu vào không đảo (chân 3) tương ứng của Op-Amp 741.

Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại đảo và khuếch đại không đảo sử dụng Op-Amp 741 được trình bày lần lượt như trên Hình 7.3 và Hình 7.4.

* Hàm truyền đạt của mạch khuếch đại đảo (Hình 7.3):

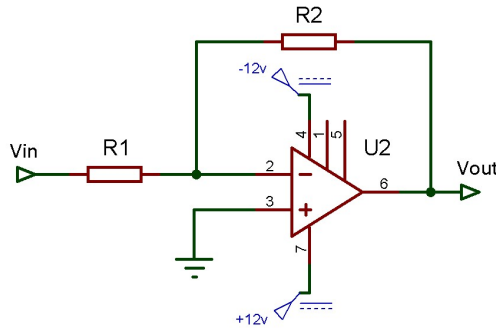
- Op-Amp hoạt động tuyến tính ổn định khi $V_N \approx V_P$, mà $V_P = 0 \Rightarrow V_N \approx 0$.
- Vì trở kháng lối vào Op-Amp rất lớn nên dòng qua R_1 bao nhiêu thì chạy qua

R_2 bấy nhiêu.

- Dòng qua R_1 : $\frac{V_{in} - V_N}{R_1}$, dòng qua R_2 : $\frac{V_N - V_{out}}{R_2}$.

$$\Rightarrow \frac{0 - V_{out}}{R_2} \approx \frac{V_{in} - 0}{R_1} \Rightarrow V_{out} \approx -\frac{R_2}{R_1} V_{in} \Rightarrow K_0 = \frac{V_{out}}{V_{in}} \approx -\frac{R_2}{R_1}.$$

Vậy, hàm truyền đạt điện áp cho bởi mạch khuếch đại đảo Hình 7.3 là $K_0 \approx -\frac{R_2}{R_1}$, dấu “-” trong biểu thức cho biết điện áp ra (chân 6) ngược pha điện áp vào (chân 2).



Hình 7.3. Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại đảo

* Hàm truyền đạt của mạch khuếch đại không đảo (Hình 7.4):

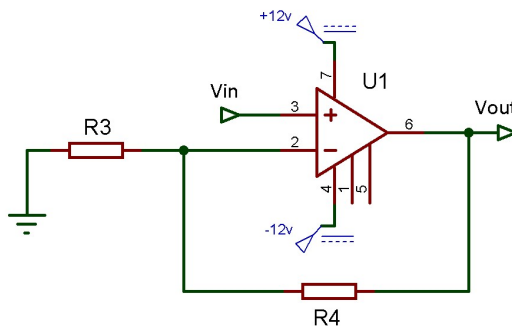
- Op-Amp hoạt động tuyến tính ổn định khi $V_N \approx V_P$, mà $V_P = V_{in} \Rightarrow V_N \approx V_{in}$.

- Vì trở kháng lối vào Op-Amp rất lớn nên dòng qua R_4 bao nhiêu thì chạy qua R_3 bấy nhiêu.

- Dòng qua R_4 : $\frac{V_{out} - V_N}{R_4}$, dòng qua R_3 : $\frac{V_N}{R_3}$.

$$\Rightarrow \frac{V_{out} - V_{in}}{R_4} \approx \frac{V_{in}}{R_3} \Rightarrow V_{out} \approx R_4 \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) V_{in} \Rightarrow K_0 = \frac{V_{out}}{V_{in}} \approx 1 + \frac{R_4}{R_3}.$$

Vậy, hàm truyền đạt điện áp cho bởi mạch khuếch đại không đảo Hình 7.4 sẽ là $K_0 = 1 + \frac{R_4}{R_3}$, trong trường hợp này điện áp ra (chân 6) đồng pha điện áp vào (chân 3).

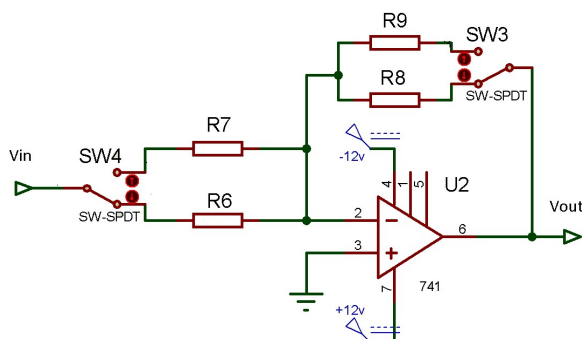


Hình 7.4. Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại không đảo

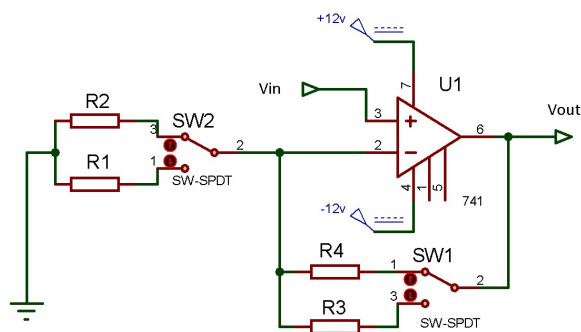
7.2. Yêu cầu thực hành

7.2.1. Thiết bị và mạch điện sử dụng

- * Dao động ký.
- * Nguồn điện một chiều đối xứng.
- * Mạch khuếch đại đảo và khuếch đại không đảo sử dụng Op-Amp 741 với sơ đồ nguyên lý cho ở Hình 7.5 và Hình 7.6 tương ứng.

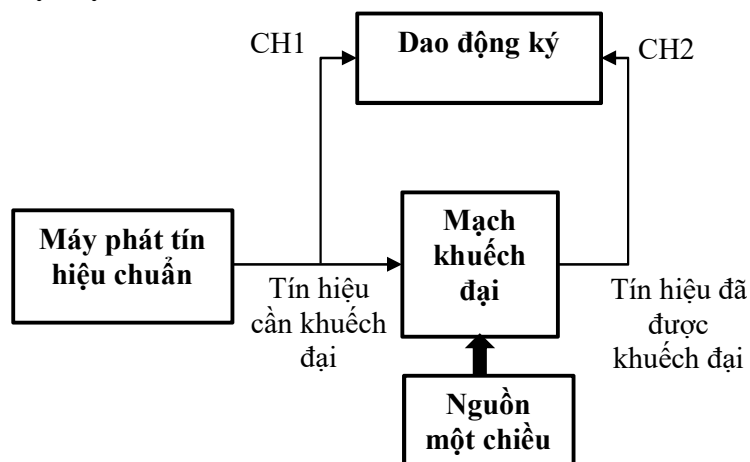


Hình 7.5. Sơ đồ nguyên lý mạch thực nghiệm khuếch đại đảo



Hình 7.6. Sơ đồ nguyên lý mạch thực nghiệm khuếch đại không đảo

7.2.2. Trình tự thực hành



Hình 7.7. Sơ đồ khối minh họa quá trình khảo sát đặc trưng biên độ của mạch khuếch đại

- * Bước 1: Nắm vững sơ đồ nguyên lý mạch điện và nguyên tắc hoạt động.
- * Bước 2: Đọc và ghi lại giá trị các linh kiện.
- * Bước 3: Lần lượt đấu nối hai mạch điện với nguồn một chiều đối xứng $\pm 12V$, dao động ký và máy phát tín hiệu chuẩn theo sơ đồ khối như Hình 7.7.
- * Bước 4: Khảo sát và vẽ đồ thị đặc trưng biên độ (sự phụ thuộc hệ số khuếch đại K_0 theo điện áp tín hiệu vào U_V) $K_0 = K_0(U_V)$ khi tần số tín hiệu vào $f = 1\text{kHz} =$ hằng số ứng với các vị trí của chuyển mạch SW_1 và SW_2 . Mỗi vị trí của SW_1 và SW_2 , ta thay đổi giá trị điện áp đỉnh-đỉnh U_V của tín hiệu vào, đọc điện áp đỉnh-đỉnh U_R của tín hiệu ra rồi lập bảng số liệu như sau:

Đại lượng	Giá trị đo đạc thực tế ứng với n lần thay đổi điện áp vào				
U_V	U_{V1}	U_{V2}	U_{V3}	.....	U_{Vn}
U_R	U_{R1}	U_{R2}	U_{R3}	.....	U_{Rn}
$K_0 = \frac{U_R}{U_V}$	K_{01}	K_{02}	K_{03}	.....	K_{0n}

Từ bảng số liệu, thực hiện vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của K_0 theo U_V khi $f = 1\text{kHz} =$ hằng số.

- * Bước 5: Khảo sát và vẽ đồ thị đặc trưng tần số (sự phụ thuộc hệ số khuếch đại K_0 theo tần số tín hiệu vào f) $K_0 = K_0(\lg f)$ khi cho điện áp vào $U_V = U_{V0} =$ hằng số ứng với các vị trí của chuyển mạch SW_1 và SW_2 . Đặt điện áp đỉnh-đỉnh của tín hiệu vào ở giá trị xác định U_{V0} sao cho tín hiệu sau khi khuếch đại không bị méo dạng so với tín hiệu vào và có giá trị điện áp đỉnh-đỉnh U_{R0} . Giữ nguyên giá trị U_{V0} , với mỗi vị trí của SW_1 và SW_2 , ta thay đổi giá trị tần số tín hiệu vào từ vùng tần số thấp cho đến vùng tần số cao (ví dụ từ 1kHz cho đến $2\text{MHz}, \dots$), đọc điện áp đỉnh-đỉnh U_R của tín hiệu ra và lập bảng số liệu như sau:

Đại lượng	Giá trị đo đạc thực tế ứng với n lần thay đổi tần số				
f	f_1	f_2	f_3	.....	f_n
U_R	U_{R1}	U_{R2}	U_{R3}	.....	U_{Rn}
$K_0 = \frac{U_R}{U_{V0}}$	K_{01}	K_{02}	K_{03}	.....	K_{0n}

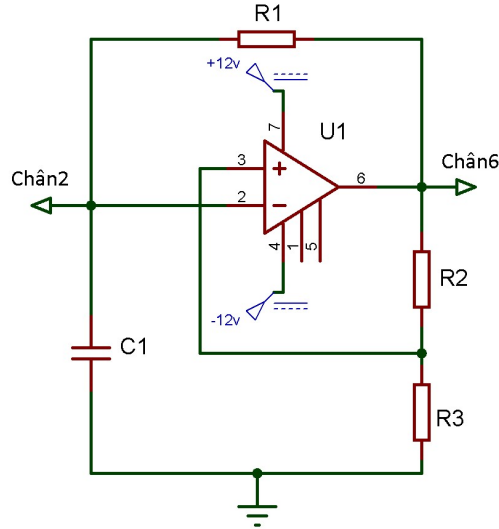
Từ bảng số liệu, thực hiện vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của K_0 theo tần số f khi $U_V = U_{V0} =$ hằng số.

- * Bước 6: Nhận xét và so sánh các kết quả thực nghiệm với lý thuyết. Hãy giải thích các sai lệch (nếu có).

BÀI 8. DAO ĐỘNG ĐA HÀI TỰ KÍCH SỬ DỤNG OP-AMP 741

Mục đích của bài thực hành này là khảo sát tín hiệu dao động của mạch đa hài tự kích sử dụng Op-Amp 741.

8.1. Lý thuyết tổng quan



Hình 8.1. Sơ đồ nguyên lý mạch dao động đa hài tự kích sử dụng Op-Amp 741

Sơ đồ nguyên lý mạch đa hài tự kích sử dụng Op-Amp 741 được trình bày như trên Hình 8.1.

Ta có: $V_P = \frac{V_0}{R_2 + R_3} R_3$ (V_0 là điện áp ra ở chân 6) và $V_N = V_{C1}$ (điện áp trên tụ C_1).

Nguyên tắc hoạt động của mạch này như sau:

Giả thiết ban đầu tụ C_1 chưa được nạp điện, mạch được cấp nguồn $\pm V_{CC}$ và đầu ra của Op-Amp nằm ở mức bão hòa dương $V_0 = V_H$. Lúc này $V_P = V_{PH} = \frac{V_H}{R_2 + R_3} R_3$. Kết quả tụ C_1 được nạp điện từ ngõ ra (có điện áp V_H) qua R_1 đến C_1 và về đất. Lúc này điện áp $V_N = V_C$ tăng dần theo quy luật hàm mũ và hướng tới giá trị V_H .

Khi V_N đạt ngưỡng V_{PH} , ngõ ra của Op-Amp lập tức nhận mức bão hòa âm $V_0 = V_L$.

Lập tức $V_P = V_{PL} = \frac{V_L}{R_2 + R_3} R_3$; với $|V_{PL}| = V_{PH}$. Tụ C_1 phóng điện qua R_1 , qua ngõ ra về

đất làm V_N giảm theo quy luật hàm mũ và hướng tới giá trị V_L . Khi V_N đạt ngưỡng V_{PL} thì ngõ ra của Op-Amp lập tức lật trạng thái sang bão hòa dương $V_0 = V_H$. Lúc này

$V_P = V_{PH} = \frac{V_H}{R_2 + R_3} R_3$. Kết quả tụ C_1 được nạp điện từ ngõ ra (có điện áp V_H) qua R_1 đến

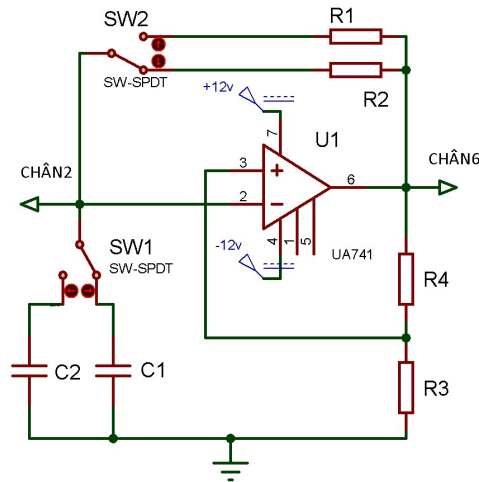
C_1 và về đất...

Quá trình này được lặp đi lặp lại một cách tuần hoàn. Tín hiệu ra ở chân 6 của Op-Amp 741 có dạng xung vuông đối xứng, tín hiệu ở chân 2 có dạng xung răng cưa cùng chu kỳ với tín hiệu ở chân 6. Chu kỳ tín hiệu dao động phụ thuộc quá trình phóng và nạp điện của tụ C_1 , chu kỳ này được xác định theo công thức: $T = 2R_1C_1 \ln \frac{R_2 + 2R_3}{R_2}$.

8.2. Yêu cầu thực hành

8.2.1. Thiết bị và mạch điện sử dụng

- * Dao động ký.
- * Nguồn điện một chiều đối xứng.
- * Mạch dao động đa hài sử dụng Op-Amp 741 với sơ đồ nguyên lý cho ở Hình 8.2.



Hình 8.2. Sơ đồ nguyên lý mạch thực nghiệm dao động đa hài tự kích sử dụng Op-Amp 741

8.2.2. Trình tự thực hành

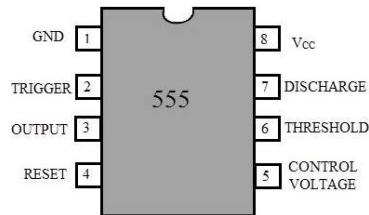
- * Bước 1: Nắm vững sơ đồ nguyên lý mạch điện và nguyên tắc hoạt động.
- * Bước 2: Đọc và ghi lại giá trị các linh kiện.
- * Bước 3: Đấu nối mạch điện với nguồn một chiều đối xứng $\pm 12V$ và dao động ký, đặt chế độ đo tín hiệu một chiều DC cho cả hai kênh của dao động ký.
- * Bước 4: Sử dụng đồng thời hai kênh của dao động ký để xác định dạng sóng, chu kỳ, điện áp đỉnh-đỉnh của tín hiệu ra ở chân 6 và chân 2 khi thay đổi vị trí của chuyển mạch SW_1 và SW_2 .
- * Bước 5: Vẽ đồ thị dạng sóng tín hiệu ở chân 6 và chân 2 của Op-Amp 741 trên cùng một trục thời gian ứng với các trường hợp của chuyển mạch SW_1 và SW_2 (chú ý mức điện áp không volt).
- * Bước 6: So sánh kết quả thực nghiệm với lý thuyết. Hãy giải thích các sai lệch (nếu có).

BÀI 9. MẠCH ĐƠN ỔN SỬ DỤNG IC 555

Mục đích của bài thực hành này là khảo sát hình dạng và độ rộng xung của tín hiệu ở đầu ra của mạch theo quá trình phóng nạp của tụ khi có xung kích thích ở ngõ vào.

9.1. Lý thuyết tổng quan

* Vi mạch 555 được chế tạo thông dụng nhất có dạng vỏ plastic với sơ đồ bố trí chân được trình bày như trên Hình 9.1.

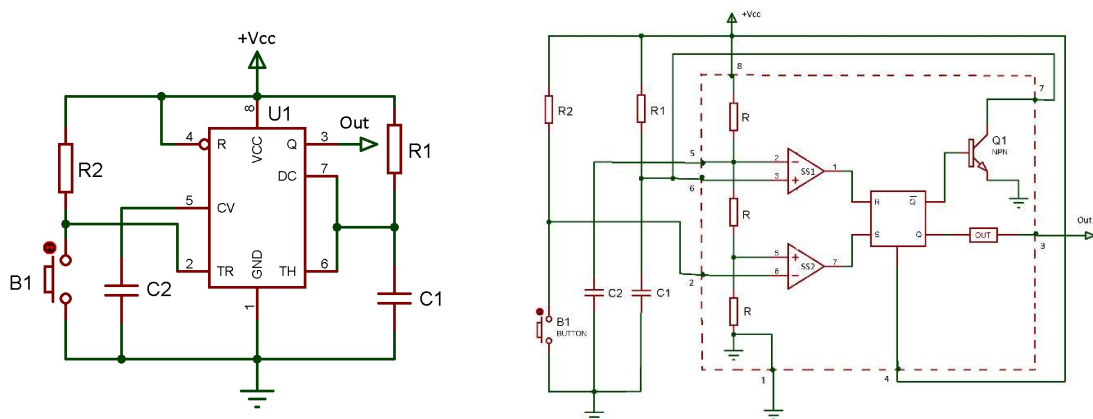


Hình 9.1. Sơ đồ bố trí chân của IC 555

* Chức năng các chân của IC 555:

- Chân 1: GND (nối đất).
- Chân 2: Trigger Input (ngõ vào xung nảy).
- Chân 3: Output (ngõ ra).
- Chân 4: Reset (hồi phục).
- Chân 5: Control Voltage (điện áp điều khiển).
- Chân 6: Threshold (ngưỡng).
- Chân 7: Discharge (xả điện).
- Chân 8: $+V_{CC}$ (dương nguồn).

* Sơ đồ nguyên lý của mạch đơn ổn sử dụng IC 555 và cấu trúc bên trong của IC 555 được minh họa trên Hình 9.2.



Hình 9.2. Sơ đồ nguyên lý mạch đơn ổn sử dụng IC 555 và cấu trúc bên trong của IC 555

* Cầu phân áp gồm ba điện trở $R = 5k\Omega$ nối từ nguồn $+V_{CC}$ xuống mass cho ra hai mức điện áp chuẩn là $1/3V_{CC}$ và $2/3V_{CC}$.

* Op-Amp 1 (SS1) là bộ so sánh có $V_N = 2/3 V_{CC}$, V_P nối ra ngoài chân 6. Tùy thuộc điện áp của chân 6 so với điện áp chuẩn $2/3 V_{CC}$ mà Op-Amp 1 có điện áp ra ở mức cao hay mức thấp để làm tín hiệu R (Reset) điều khiển Trigger RS.

* Op-Amp 2 (SS2) là bộ so sánh có $V_P = 1/3 V_{CC}$, V_N nối ra ngoài chân 2. Tùy thuộc điện áp của chân 2 so với điện áp chuẩn $1/3 V_{CC}$ mà Op-Amp 2 có điện áp ra ở mức cao hay mức thấp để làm tín hiệu S (Set) điều khiển Trigger RS.

* Trigger RS (FF RS) là loại mạch lưỡng ổn. Khi ngõ S có điện áp cao, điện áp này kích đổi trạng thái FF làm ngõ Q lên mức cao và ngõ \overline{Q} xuống mức thấp. Khi ngõ S đang ở mức cao xuống mức thấp thì FF không đổi trạng thái. Khi ngõ R có điện áp cao, điện áp này kích đổi trạng thái FF làm ngõ \overline{Q} lên mức cao và Q xuống mức thấp. Khi ngõ R đang ở mức cao xuống mức thấp thì FF không đổi trạng thái.

* Mạch Output là mạch khuếch đại ngõ ra để tăng độ khuếch đại dòng cấp cho tải. Khi \overline{Q} ở mức cao (Q ở mức thấp) thì ngõ ra chân 3 ở mức thấp ($\approx 0V$) và ngược lại khi \overline{Q} ở mức thấp (Q ở mức cao) thì ngõ ra chân 3 ở mức cao ($\approx +V_{CC}$).

* Chân 4 được gọi là chân Reset nghĩa là nó Reset IC 555 bất chấp tình trạng ở các ngõ vào khác, do đó chân Reset dùng để kết thúc xung ra sớm khi cần. Nếu không dùng chức năng Reset thì nối chân 4 lên $+V_{CC}$ để tránh mạch bị Reset do nhiễu.

* Transistor Q_1 có cực C để hở nối ra chân 7. Do cực B được phân cực bởi mức điện áp ra \overline{Q} của FF nên khi \overline{Q} ở mức cao thì Q_1 bão hòa và cực C của Q_1 xem như nối mass, khi \overline{Q} ở mức thấp thì Q_1 ngưng dẫn và cực C của Q_1 bị hở. Như vậy, chân 7 có thể làm ngõ ra phụ có mức điện áp giống mức điện áp của ngõ ra chân 3.

* Trong mạch đơn ổn, chân ngưỡng 6 và chân xả điện 7 được nối vào điểm chung của mạch định thời $R_1 C_1$. Chân nhận xung kích 2 được nối lên $+V_{CC}$ qua điện trở R_2 .

* Đặc điểm của mạch đơn ổn là khi có xung âm hẹp tác động tức thời ở ngõ vào Trigger chân 2 thì mạch sẽ đổi trạng thái và tại ngõ ra chân 3 sẽ có xung dương ra. Độ rộng xung ở ngõ ra tùy thuộc mạch định thời $R_1 C_1$, sau đó mạch sẽ tự động trở lại trạng thái ban đầu.

* Nguyên lý hoạt động của mạch đơn ổn:

- Khi đóng nguồn, tụ C_1 nối chân 6 và chân 7 xuống mass làm Op-Amp 1 có ngõ vào $V_P < V_N = 2/3 V_{CC}$ nên ngõ ra $V_{01} = 0V$, ngõ R ở mức thấp. Lúc này Op-Amp 2 cũng có $1/3 V_{CC} = V_P < V_N = V_{CC}$ nên ngõ ra $V_{02} = 0V$, ngõ S cũng ở mức thấp. FF có hai ngõ R và S đều ở mức thấp và nhờ cấu trúc của mạch chi tiết nên FF có ngõ ra \overline{Q} ở mức cao, ngõ ra chân 3 ở mức thấp ($\approx 0V$). Khi \overline{Q} ở mức cao, Q_1 bão hòa làm chân 7 và chân 6 nối mass nên tụ C_1 không nạp điện được, mạch sẽ ổn định ở trạng thái này nếu không có tác động khác từ bên ngoài.

- Khi nhấn B₁, chân Trigger 2 nhận được xung âm làm Op-Amp 2 đổi trạng thái của ngõ S lên mức cao. Do ngõ R vẫn đang ở mức thấp nên mức cao ngõ S điều khiển làm FF đổi trạng thái, ngõ \overline{Q} xuống mức thấp, ngõ ra chân 3 ở mức cao và hình thành xung dương ra. Do \overline{Q} ở mức thấp nên Q₁ ngưng dẫn, tụ C₁ được nạp điện từ nguồn +V_{CC} qua R₁ với hằng số thời gian $\tau = R_1 C_1$. Trong thời gian C₁ nạp điện, mạch vẫn giữ trạng thái này nên ngõ ra chân 3 tiếp tục ở mức cao.

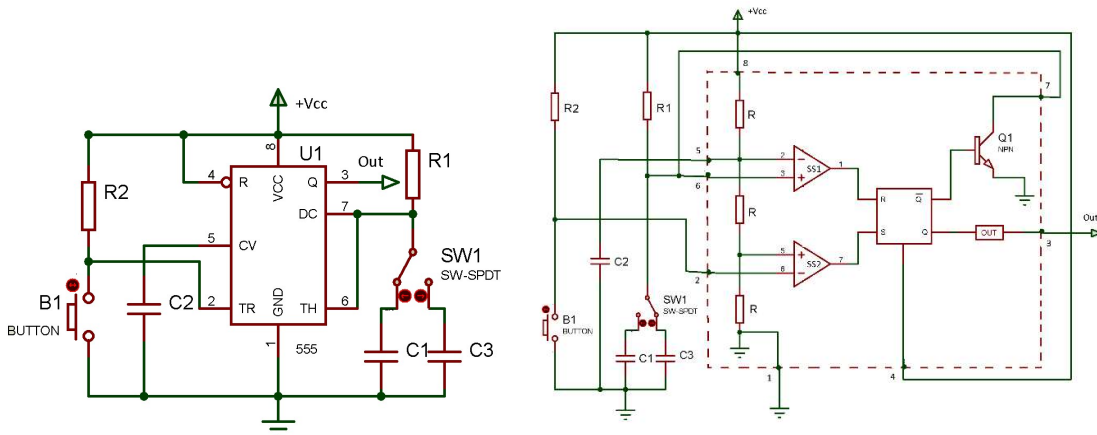
- Điện áp nạp trên tụ C₁ có trị số tăng theo hàm số mũ. Khi điện áp này đạt ngưỡng $2/3 V_{CC}$ thì Op-Amp 1 đổi trạng thái, ngõ R tăng lên mức cao. Vì ngõ S đã chuyển sang mức thấp (do đã kết thúc việc nhấn B₁) nên mức cao ngõ R sẽ điều khiển FF trở về trạng thái ban đầu, ngõ \overline{Q} lên mức cao, ngõ ra chân 3 chuyển xuống mức thấp và kết thúc xung dương ra. \overline{Q} ở mức cao làm Q₁ bão hòa nên chân 7 nối mass, tụ C₁ xả điện qua chân 7 và Q₁ về mass. Mạch sẽ ổn định ở trạng thái này cho đến khi có xung âm khác tác động vào chân Trigger 2.

- Thời gian tồn tại xung dương ở ngõ ra chân 3 chính là thời gian nạp điện cho tụ C₁ để điện áp trên tụ C₁ tăng từ 0V lên ngưỡng $2/3 V_{CC}$. Thời gian này không phụ thuộc độ rộng xung âm ở ngõ vào chân 2 mà chỉ phụ thuộc vào hằng số thời gian τ của mạch định thời và được xác định bởi công thức: $t_x = \tau \ln 3 \approx 1,1 R_1 C_1$.

9.2. Yêu cầu thực hành

9.2.1. Thiết bị và mạch điện sử dụng

- * Dao động ký.
- * Nguồn điện một chiều.
- * Mạch đơn ổn sử dụng IC 555 với sơ đồ nguyên lý cho ở Hình 9.3.



Hình 9.3. Sơ đồ nguyên lý mạch thực nghiệm sử dụng IC 555

9.2.2. Trình tự thực hành

- * Bước 1: Nắm vững sơ đồ nguyên lý mạch điện và nguyên tắc hoạt động.
- * Bước 2: Đọc và ghi lại giá trị các linh kiện.

* Bước 3: Đấu nối mạch điện với nguồn một chiều (10V hoặc 12V) và dao động ký, đặt chế độ đo tín hiệu một chiều DC cho cả hai kênh của dao động ký.

* Bước 4: Sử dụng đồng thời hai kênh của dao động ký để xác định dạng xung, thời gian tồn tại xung, điện áp đỉnh-đỉnh tại chân 2, chân 6-7 và chân 3 của IC 555 khi nhấn B₁ ứng với hai vị trí của chuyển mạch SW₁.

* Bước 5: Vẽ đồ thị dạng xung tín hiệu ở chân 2, chân 6-7 và chân 3 của IC 555 trên cùng một trục thời gian ứng với hai trường hợp của chuyển mạch SW₁ khi nhấn B₁ (chú ý mức điện áp không volt).

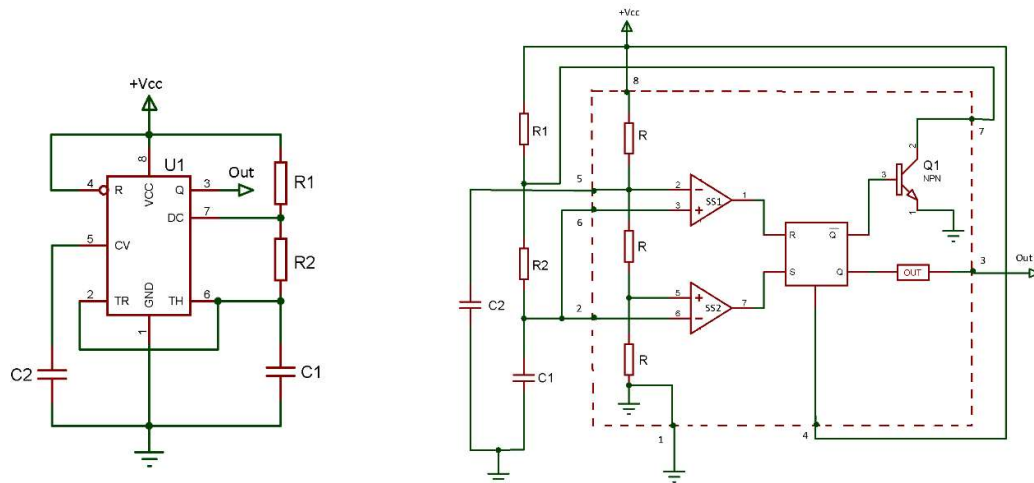
* Bước 6: So sánh kết quả thực nghiệm với lý thuyết. Hãy giải thích các sai lệch (nếu có).

BÀI 10. DAO ĐỘNG ĐỊNH THỜI SỬ DỤNG IC 555

Mục đích của bài thực hành này là khảo sát hình dạng và chu kỳ xung tín hiệu ra của mạch theo mạch thời hằng RC .

10.1. Lý thuyết tổng quan

* Sơ đồ nguyên lý của mạch dao động định thời cơ bản sử dụng IC 555 và cấu trúc bên trong của IC 555 được minh họa trên Hình 10.1.



Hình 10.1. Sơ đồ nguyên lý mạch dao động định thời cơ bản sử dụng IC 555 và cấu trúc bên trong của IC 555

* Trong mạch chân 6 được nối với chân 2 nên hai chân này có chung điện áp là điện áp trên tụ C_1 , điện áp này dùng để so sánh với điện áp chuẩn $2/3 V_{CC}$ và $1/3 V_{CC}$ bởi Op-Amp 1 và Op-Amp 2. Chân 5 nối mass qua tụ $C_2 = 0,01\mu F$ để lọc nhiễu tần số cao có thể làm ảnh hưởng điện áp chuẩn $2/3 V_{CC}$. Chân 4 nối nguồn $+V_{CC}$ nên không dùng chức năng Reset, chân 7 được nối vào điểm chung của hai điện trở R_1 và R_2 tạo đường xả điện cho tụ C_1 .

* Nguyên lý hoạt động của mạch:

- Khi mới đóng nguồn, tụ C_1 bắt đầu nạp điện từ 0V lên nên: Op-Amp 1 có $V_P < V_N$ nên ngõ ra V_{01} ở mức thấp, ngõ R = 0 (mức thấp). Op-Amp 2 có $V_P > V_N$ nên ngõ ra V_{02} ở mức cao, ngõ S = 1 (mức cao). FF có R = 0, S = 1 nên $Q = 1$ và $\overline{Q} = 0$. Lúc này ngõ ra chân 3 có $V_0 \approx +V_{CC}$. Vì $\overline{Q} = 0$ nên transistor Q_1 ngưng dẫn và tụ C_1 tiếp tục được nạp điện từ $+V_{CC}$ qua R_1 và R_2 với hằng số thời gian nạp $\tau_n = (R_1 + R_2)C_1$.

- Khi điện áp trên tụ C_1 tăng đến ngưỡng $1/3 V_{CC}$ thì Op-Amp 2 đổi trạng thái, ngõ ra V_{O2} ở mức thấp, ngõ S = 0. Lúc này R = 0, S = 0 nên FF không đổi trạng thái hay ngõ ra chân 3 vẫn ở mức cao.

- Khi điện áp trên tụ C_1 tăng đến ngưỡng $2/3 V_{CC}$ thì Op-Amp 1 đổi trạng thái, ngõ ra V_{O1} ở mức cao, ngõ R = 1. Lúc này R = 1, S = 0 nên FF đổi trạng thái, $\overline{Q} = 1$ và $Q = 0$,

ngõ ra chân 3 ở mức thấp $V_0 \approx 0V$. Vì $\bar{Q} = 1$ nên Q_1 dẫn bão hòa, chân 7 nối mass nên tụ C_1 không còn tiếp tục nạp điện mà xả điện qua R_2 rồi qua Q_1 về mass với hằng số thời gian xả $\tau_x = R_2 C_1$.

- Khi điện áp trên tụ C_1 (điện áp chân 2-6) giảm xuống dưới ngưỡng $2/3 V_{CC}$, Op-Amp 1 đổi trạng thái, V_{01} ở mức thấp, ngõ R = 0. Lúc này R = 0, S = 0 nên FF không đổi trạng thái hay ngõ ra chân 3 vẫn ở mức thấp.

- Khi điện áp trên tụ C_1 giảm xuống ngưỡng $1/3 V_{CC}$, Op-Amp 2 đổi trạng thái, V_{02} ở mức cao, ngõ S = 1. Lúc này R = 0, S = 1 nên FF đổi trạng thái, $Q = 1$ và $\bar{Q} = 0$, ngõ ra chân 3 ở mức cao, đồng thời Q_1 ngưng dẫn và kết thúc giai đoạn xả điện của tụ C_1 . Như vậy mạch đã trở lại trạng thái ban đầu và tụ C_1 lại được nạp điện từ mức $1/3 V_{CC}$ lên mức $2/3 V_{CC}$, quá trình này diễn ra liên tục và tuần hoàn.

Lưu ý: Khi mới đóng nguồn, tụ C_1 bắt đầu nạp điện từ 0V lên $2/3 V_{CC}$, sau đó tụ C_1 xả điện từ $2/3 V_{CC}$ xuống $1/3 V_{CC}$ chứ không phải xả xuống 0V. Những chu kỳ sau, tụ C_1 sẽ nạp từ $1/3 V_{CC}$ lên $2/3 V_{CC}$ chứ không phải nạp từ 0V. Do đó, để tính chu kỳ của tín hiệu ta chỉ tính các lần nạp sau chứ không xét lần nạp đầu tiên.

- Thời gian tụ C_1 nạp là thời gian $V_0 \approx +V_{CC}$, thời gian tụ C_1 xả là thời gian $V_0 \approx 0V$.

- Thời gian nạp và xả điện của tụ C_1 được tính theo công thức:

$$t_n \approx 0,69 \cdot \tau_n \approx 0,69(R_1 + R_2)C_1 \text{ và } t_x \approx 0,69 \cdot \tau_x \approx 0,69R_2C_1$$

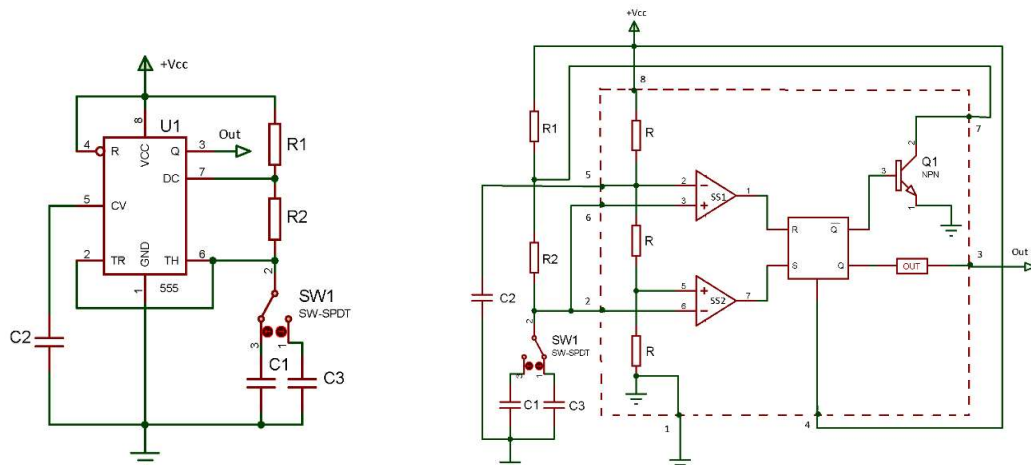
Vì $t_n > t_x$ nên tín hiệu ngõ ra chân 3 có dạng xung vuông không đối xứng.

- Chu kỳ của tín hiệu ra: $T = t_n + t_x \approx 0,69(R_1 + 2R_2)C_1$.

10.2. Yêu cầu thực hành

10.2.1. Thiết bị và mạch điện sử dụng

- * Dao động ký.
- * Nguồn điện một chiều.
- * Mạch dao động định thời sử dụng IC 555 với sơ đồ nguyên lý cho ở Hình 10.2.



Hình 10.2. Sơ đồ nguyên lý mạch thực nghiệm dao động định thời sử dụng IC 555

10.2.2. Trình tự thực hành

- * Bước 1: Nắm vững sơ đồ nguyên lý mạch điện và nguyên tắc hoạt động.
 - * Bước 2: Đọc và ghi lại giá trị các linh kiện.
 - * Bước 3: Đấu nối mạch điện với nguồn một chiều (10V hoặc 12V) và dao động ký, đặt chế độ đo tín hiệu một chiều DC cho cả hai kênh của dao động ký.
 - * Bước 4: Sử dụng đồng thời hai kênh của dao động ký để xác định dạng sóng, chu kỳ, điện áp đỉnh-đỉnh của tín hiệu ra ở chân 2-6, chân 7 và chân 3 của IC 555 ứng với hai vị trí của chuyển mạch SW₁.
 - * Bước 5: Vẽ đồ thị dạng sóng tín hiệu ở chân 2-6, chân 7 và chân 3 của IC 555 trên cùng một trục thời gian ứng với hai trường hợp của chuyển mạch SW₁ (chú ý mức điện áp không volt).
 - * Bước 6: So sánh kết quả thực nghiệm với lý thuyết. Hãy giải thích các sai lệch (nếu có).
-