

TS. NGUYỄN VIỆT NGUYÊN (Chủ biên)  
ThS. PHẠM THỊ THU HƯƠNG

# KỸ THUẬT MẠCH ĐIỆN TỬ **I**

DÙNG CHO SINH VIÊN CÁC TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ  
VÀ TRUNG CẤP NGHỀ



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

TS. NGUYỄN VIỆT NGUYÊN (*Chủ biên*)

ThS. PHẠM THỊ THU HƯƠNG

# KỸ THUẬT MẠCH ĐIỆN TỬ I

(DÙNG CHO SINH VIÊN CÁC TRƯỜNG TRUNG CẤP NGHỀ VÀ CAO ĐẲNG NGHỀ)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

Công ty Cổ phần Sách Đại học – Dạy nghề – Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam  
giữ quyền công bố tác phẩm.

---

161–2009/CXB/7–208/GD

Mã số: 7B730 Y9 – DAI

# LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình kỹ thuật mạch điện tử I được biên soạn trên cơ sở chương trình giảng dạy theo tín chỉ của Tổng cục Dạy nghề.

Nội dung cuốn sách được chuẩn hoá bao gồm 18 bài học và phần Phụ lục là bài hướng dẫn thực hành điển hình, với thời lượng 60 tiết lý thuyết và 120 giờ thực hành tích hợp.

Mỗi bài học đều được trình bày chọn lọc với những vấn đề cơ bản nhất, thông dụng nhất để đưa vào giáo trình giúp học viên có điều kiện tốt nhất tiếp thu kiến thức cơ sở của kỹ thuật điện tử và những ứng dụng. Mỗi bài học đều có câu hỏi ôn tập củng cố, bài tập áp dụng và thông qua bài học thực hành giúp học viên có thể lắp ráp, đo lường, cân chỉnh các thông số kỹ thuật mạch điện đã học.

Sách dùng cho sinh viên Cao đẳng nghề và Trung cấp nghề ngành kỹ thuật điện tử, tự động hoá, tự động điều khiển, hệ thống điện...

Mặc dù đã có những cố gắng, trong quá trình biên soạn, nhưng vẫn không tránh khỏi những thiếu sót. Chúng tôi rất mong nhận được những ý kiến góp ý của độc giả để hoàn thiện hơn trong lần tái bản sau, mọi ý kiến đóng góp xin gửi về:

Công ty cổ phần Sách Đại học – Dạy nghề, Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam, 25 Hàn Thuyên – Hà Nội, điện thoại (04) 38264974.

Xin chân thành cảm ơn!

CÁC TÁC GIẢ

## Bài 1

# MẠCH CHỈNH LƯU

Mạch chỉnh lưu có nhiệm vụ cung cấp các điện áp và dòng điện một chiều có giá trị nhất định cho tải (là các mạch ngoài khác). Nhờ hiện tượng chỉnh lưu, trên tải xuất hiện điện áp (dòng điện) còn lẫn thành phần gợn sóng không mong muốn, cần phải dùng mạch lọc để có thành phần một chiều ở lối ra.

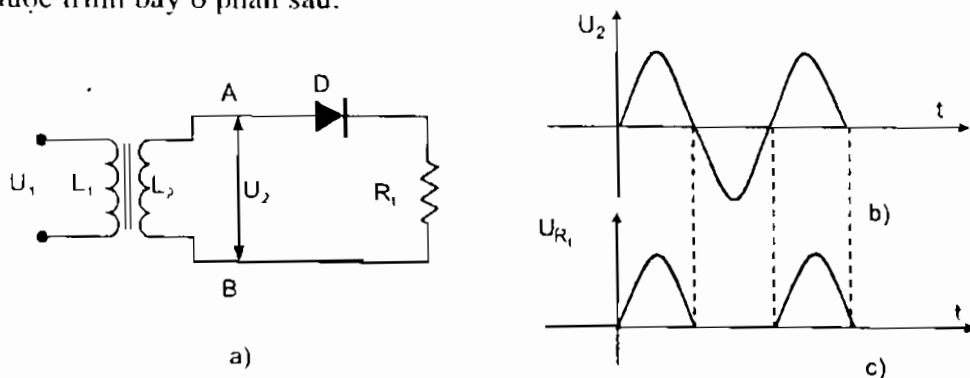
Ta lần lượt nghiên cứu các mạch chỉnh lưu thông dụng như:

- Chỉnh lưu bán kỳ;
- Chỉnh lưu toàn kỳ;
- Mạch chỉnh lưu toàn kỳ hình cầu;
- Mạch chỉnh lưu nhân đôi và nhân  $n$  lần giá trị điện áp vào.

### 1.1. MẠCH CHỈNH LƯU BÁN KỲ

#### 1.1.1. Mạch điện và tác dụng của linh kiện

Mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ chỉ sử dụng một điốt (diode) để chỉnh lưu, điốt chỉnh lưu có thể được mắc nối tiếp với cuộn dây thứ cấp biến áp hoặc mắc song song với biến áp. Ở đây ta chỉ xét mạch chỉnh lưu dùng điốt mắc nối tiếp vì trong thực tế mạch chỉnh lưu dùng điốt mắc song song ít khi được sử dụng, chỉ thường sử dụng trong chỉnh lưu bội áp, mạch này sẽ được trình bày ở phần sau.



Hình 1.1. Mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ

Mạch điện chỉnh lưu bán kỳ như hình 1.1a.

Mạch điện bao gồm:

- Biến áp có nhiệm vụ biến đổi điện áp xoay chiều đầu vào ( $U_1$ ) thành điện áp ra ( $U_2$ ) theo yêu cầu trên tải tiêu thụ.

- Điốt chỉnh lưu D.

- Điện trở tải (thiết bị tiêu thụ điện)  $R_t$ .

Sơ đồ dạng sóng được trình bày trên hình 1.1b: dạng điện áp ra của biến áp chính là điện áp vào của bộ chỉnh lưu ( $U_2$ ).

Điện áp ra của bộ chỉnh lưu:  $U_{R_t}$  trên hình 1.1c.

### 1.1.2. Nguyên lý hoạt động của mạch điện

Khi cấp điện áp xoay chiều  $U_1$  vào hai đầu cuộn  $L_1$  thì ở hai đầu cuộn  $L_2$  xuất hiện một điện áp cảm ứng xoay chiều  $U_2$  (hình 1.1b).

- Nếu ở nửa chu kỳ đầu điện thế tại A là (+), điốt D được phân cực thuận nên có dòng điện qua tải (đi từ A qua  $R_t$  tới B). Ở nửa chu kỳ tiếp theo, điện thế tại A là (-), điốt D bị phân cực ngược không cho dòng điện đi qua.

Như vậy dòng điện chỉ đi qua tải theo một chiều nhất định, (đi từ (+)  $R_t$  đến (-)  $R_t$  ở các nửa chu kỳ đầu của  $U_2$ ).

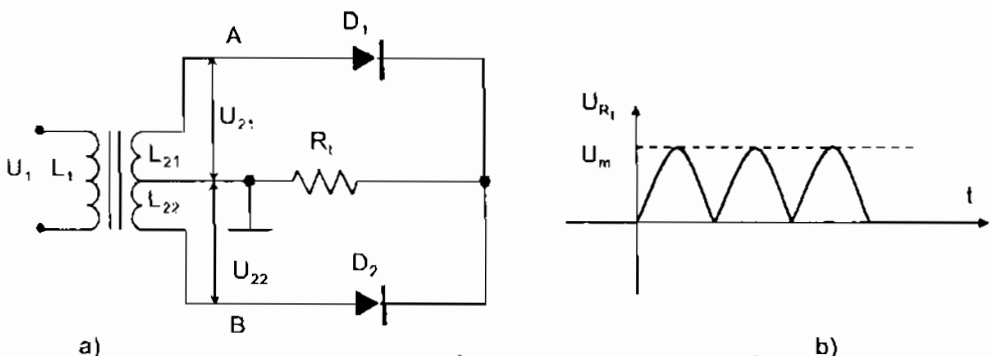
### 1.1.3. Ứng dụng của mạch điện

Mạch chỉnh lưu bán kỳ là loại mạch đơn giản, dễ dàng lắp ráp và sửa chữa. Giá thành thấp, nhưng mạch ít được sử dụng vì độ gợn sóng ở đầu ra lớn.

## 1.2. MẠCH CHỈNH LƯU TOÀN KỲ DÙNG 2 ĐIỐT

### 1.2.1. Mạch điện và tác dụng của linh kiện

Sơ đồ mạch chỉnh lưu toàn kỳ biểu diễn trên hình 1.2a.



Hình 1.2. Mạch chỉnh lưu toàn kỳ dùng 2 điốt

## Tác dụng linh kiện

– Biến áp đối xứng: yêu cầu điện áp ở đầu ra của biến áp dạng đối xứng

$$L_{21} = L_{22}$$

$$U_{21} = -U_{22}$$

– Điốt chỉnh lưu:  $D_1, D_2$

– Điện trở tải:  $R_1$

**Sơ đồ dạng sóng tín hiệu tại cửa ra như hình 1.2b.**

Đặc điểm của mạch chỉnh lưu toàn kỳ (mạch chỉnh lưu hai nửa chu kỳ) là trong cả hai nửa chu kỳ của điện áp xoay chiều đều có dòng điện qua tải.

Sơ đồ mạch chỉnh lưu toàn kỳ sử dụng 2 điốt chỉnh là 2 sơ đồ chỉnh lưu một nửa chu kỳ mắc song song có tải  $R_1$  chung.

Sơ đồ nguyên lý mạch điện hình 1.2a. Trên sơ đồ ta thấy biến áp phải có điểm giữa nối mát.

### 1.2.2. Nguyên lý làm việc của mạch chỉnh lưu

Trong bán kỳ dương giả thiết điốt  $D_1$  thông, dòng điện đi qua  $D_1 \rightarrow$  qua  $R_1$ , điốt  $D_2$  tắt.

Trong bán kỳ âm tiếp theo điốt  $D_2$  thông, dòng điện đi qua  $D_2 \rightarrow$  qua  $R_1$ , điốt  $D_1$  tắt.

Điện áp ra trên tải  $R_1$  có dạng như trên hình 1.2b.

### 1.2.3. Các tham số của mạch

Điện áp ra một chiều:  $U_0 = 0,9\sqrt{2}U_2$

Dòng điện qua điốt:  $I_d = \frac{1}{2} I_1$

Điện áp ngược đặt trên mỗi điốt:  $U_{ngc} = 3U_2$

Hệ số gợn sóng nhỏ bằng 1/2 mạch chỉnh lưu bán kỳ.

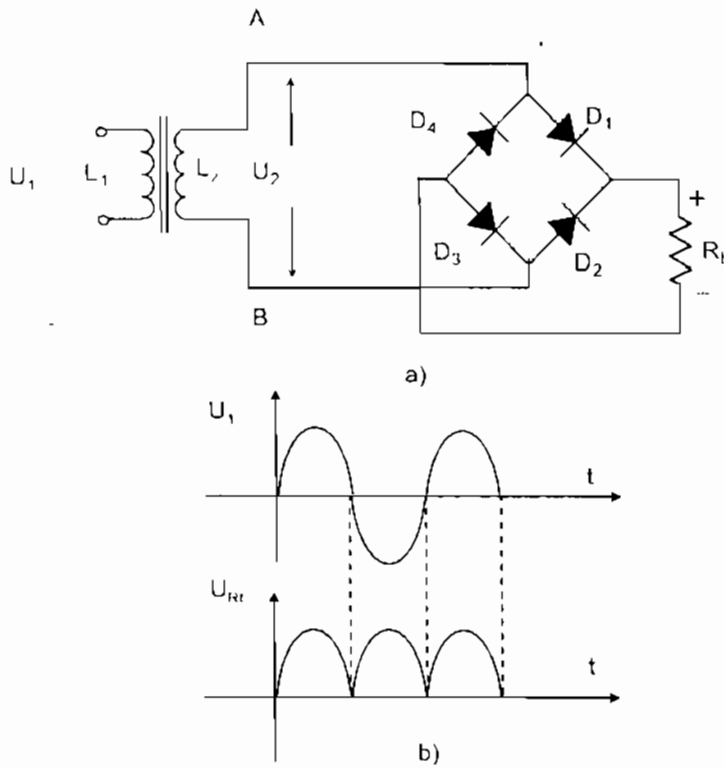
### 1.2.4. Ứng dụng của mạch điện

Do những đặc điểm trên, mạch chỉnh lưu toàn kỳ được dùng phổ biến hơn mạch chỉnh lưu bán kỳ. Tuy nhiên, mạch có hạn chế là biến áp phải có hai cuộn thứ cấp bằng nhau và trái pha nhau (đối xứng) và điểm giữa nối mát nên kết cấu của biến áp phức tạp hơn.

### 1.3. MẠCH CHỈNH LƯU TOÀN KỲ HÌNH CẦU

#### 1.3.1. Sơ đồ mạch điện

Sơ đồ mạch chỉnh lưu toàn kỳ hình cầu biểu diễn trên hình 1.3a.



Hình 1.3. Sơ đồ mạch chỉnh lưu toàn kỳ hình cầu

Sơ đồ dạng sóng tín hiệu của ra: Điện áp ra trên tải có dạng hình 1.3b.

#### 1.3.2. Nguyên lý hoạt động của mạch điện

Sơ đồ nguyên lý của mạch, hình 1.3a.

Đặc điểm của mạch chỉnh lưu toàn kỳ hình cầu (mạch chỉnh lưu cầu) là chỉnh lưu cả toàn kỳ điện áp đầu ra của cuộn thứ cấp, và điện áp ngược đặt lên diốt trong trường hợp này chỉ bằng một nửa điện áp ngược đặt lên mỗi diốt trong sơ đồ mạch chỉnh lưu toàn kỳ sử dụng hai diốt.

Nguyên lý làm việc của mạch như sau:

Trong bán kỳ dương (giả thiết  $A' \rightarrow B$ ):  $D_1, D_3$  thông;  $D_2, D_4$  tắt. Dòng điện chạy trong mạch theo chiều:

$$A' \rightarrow D_1 \rightarrow R_l \rightarrow D_3 \rightarrow B$$



Trong bán kỳ âm  $A^- \rightarrow B^+$ :  $D_1D_3$  tắt;  $D_2D_4$  thông. Dòng điện chạy trong mạch theo chiều sau:

$$B^- \rightarrow D_2 \rightarrow R_1 \rightarrow D_4 \rightarrow A^-$$

### 1.3.3. Đặc điểm

So với mạch chỉnh lưu toàn kỳ, mạch chỉnh lưu cầu có những đặc điểm:

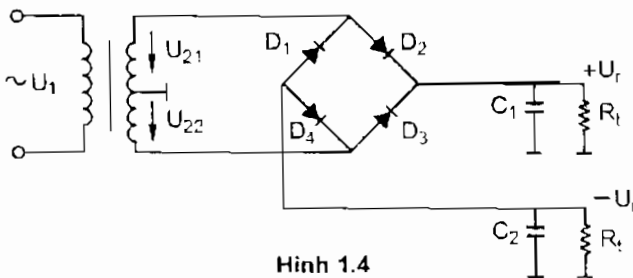
- Điện áp một chiều  $U_0$  giống nhau;
- Dòng điện qua diốt  $I_d$  giống nhau;
- Điện áp ngược đặt trên từng diốt giảm một nửa:  $U_{ngc} = 3U_2/2$ ;
- Hệ số gợn sóng giống nhau;
- Trong mạch chỉnh lưu toàn kỳ chỉ có tổn hao trên một diốt, nhưng ở mạch chỉnh lưu cầu, tổn hao trên hai diốt. Vì vậy, ở những mạch yêu cầu chỉnh lưu ra điện áp cao người ta thường dùng mạch chỉnh lưu cầu.

## 1.4. MẠCH CHỈNH LƯU TOÀN KỲ ĐIỆN ÁP ĐỐI XỨNG

### 1.4.1. Mạch điện và tác dụng của linh kiện

Ngày nay nhiều thiết bị điện tử đòi hỏi nguồn cung cấp đối xứng “+” và “-” so với điểm mát (mass) chung.

Sơ đồ mạch điện là hình 1.4.



Hình 1.4

Vẽ cấu tạo, đây là hai mạch chỉnh lưu toàn kỳ (hình 1.2) có chung biến áp có hai cuộn thứ cấp đối xứng.

Trong sơ đồ mạch chỉnh lưu cầu, nếu nối đất điểm giữa cuộn thứ cấp và mắc thêm tải sẽ được mạch chỉnh lưu có điện áp ra hai cực tính.

### 1.4.2. Nguyên lý hoạt động của mạch điện

Trong 1/2 chu kỳ dương (hình 1.4):

$D_2$  thông nạp cho  $C_1$  tạo ra điện áp  $U_0^+$ ;

$D_1$  thông nạp cho  $C_2$  tạo ra điện áp  $U_0^-$ .

Trong 1/2 chu kỳ âm:

$D_1$  thông nạp cho tụ  $C_1$ ;

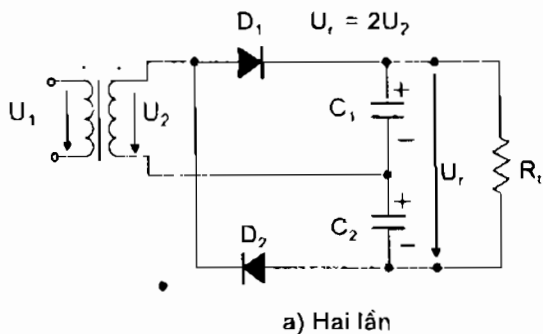
$D_2$  thông nạp cho tụ  $C_2$ .

Mạch điện này cũng cho phép ta lấy điện áp tổng  $U = 2U_0$ .

## 1.5. MẠCH CHỈNH LƯU NHÂN ĐÔI VÀ NHÂN $n$ ĐIỆN ÁP

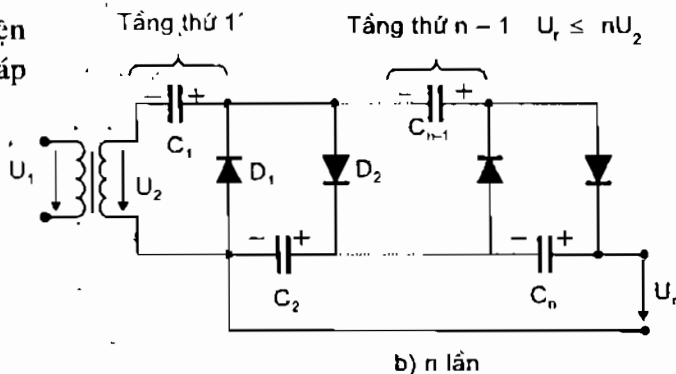
### 1.5.1. Sơ đồ mạch điện

Mạch chỉnh lưu nhân đôi điện áp là hình 1.5a:



a) Hai lần

Mạch chỉnh lưu điện áp ra bằng  $n$  lần điện áp vào là hình 1.5b:



b)  $n$  lần

Hình 1.5. Mạch bội áp

a) Mạch nhân 2 điện áp vào; b) Mạch nhân  $n$  lần điện áp vào

### 1.5.2. Nguyên lý hoạt động của mạch điện

Mạch nhân đôi điện áp được dùng trong những trường hợp đặc biệt, ví dụ khi yêu cầu điện áp ra cao mà dòng tiêu thụ lại nhỏ (cỡ  $\mu A$ ).

Nếu dùng một tầng (hình 1.5a) thì điện áp một chiều ở đầu ra gấp đôi trị số đỉnh của điện áp xoay chiều ở đầu vào, vì  $C_1$  và  $C_2$  được nạp đến giá trị đỉnh của điện áp vào qua  $D_1$  và  $D_2$  trong hai nửa chu kỳ (-) và (+).

Trên hình 1.5b trong nửa chu kỳ (-) của điện áp  $U_2$ ,  $C_1$  được nạp đến giá trị đỉnh  $U_2$  thông qua  $D_1$ . Trong nửa chu kỳ tiếp theo  $C_1$  được nạp thông qua  $C_2$  và  $D_2$  với giá trị  $U_{C_1} = U_{C_1} + U_2 = 2U_2$ .

Khi có  $n$  tầng như vậy thì điện áp ra tải  $U_1 \leq nU_2$ . Thường chọn  $n \leq 10$ .

## 1.6. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Nêu định nghĩa mạch chỉnh lưu, vai trò của mạch chỉnh lưu trong bộ nguồn cung cấp.

2. Vẽ mạch, trình bày sự khác và giống nhau giữa mạch chỉnh lưu toàn kỳ và mạch chỉnh lưu toàn kỳ hình cầu.

3. Trong trường hợp nào thì sử dụng mạch chỉnh lưu nhân đôi và nhân  $n$  lần giá trị điện áp vào? Số lượng diốt có trong mạch chỉnh lưu nhân  $n$  lần là bao nhiêu?

4. Biết điện áp một chiều ra sau bộ chỉnh lưu là  $U_{dc} = 20V$ .

Hãy vẽ, phân tích mạch điện, tính điện áp gợn sóng khi bộ chỉnh lưu là:

a) Bộ chỉnh lưu nửa chu kỳ.

b) Bộ chỉnh lưu hai nửa chu kỳ.

# MẠCH LỌC NGUỒN CƠ BẢN

## 2.1. TỔNG QUAN VỀ MẠCH LỌC

### 2.1.1. Khái niệm

Chức năng của bộ chỉnh lưu là chuyển đổi điện áp xoay chiều thành điện áp một chiều. Đầu ra của bộ chỉnh lưu ta thu được điện áp một chiều. Tuy nhiên điện áp này chưa được ổn định như mong muốn. Vì vậy ta phải cho qua bộ lọc để được điện áp một chiều ổn định hơn.

### 2.1.2. Độ gợn sóng điện áp đầu ra của mạch lọc

Tín hiệu ra sau khi lọc được biểu diễn như hình vẽ gồm thành phần một chiều và thành phần thay đổi (độ gợn sóng) thành phần này có giá trị nhỏ.

Để đánh giá điện áp đầu ra của bộ lọc ta sử dụng vôn mét một chiều (DC voltmeter) và vôn mét xoay chiều (AC voltmeter). DC voltmeter cho ta giá trị trung bình hoặc giá trị của điện áp một chiều  $U_{dc}$ , AC voltmeter cho ta giá trị thành phần thay đổi  $U_{(rms)}$ , ta xác định được độ gợn sóng như sau:

$$r = \frac{U_{(rms)}}{U_{dc}} 100\%$$

*Ví dụ 2.1:* Sử dụng vôn mét một chiều và vôn mét xoay chiều đo tín hiệu ra của một mạch lọc ta đọc được từ vôn mét một chiều là 25V và vôn mét xoay chiều là 1,5V. Độ gợn sóng ở đầu ra của bộ lọc khi đó sẽ là:

$$r = \frac{U_{(rms)}}{U_{dc}} 100\% = \frac{1,5V}{25V} 100\% = 6\%$$

-- Hệ số ổn định điện áp.

*Sự ổn định điện áp:* Một nhân tố quan trọng khác trong bộ nguồn cung cấp đó là lượng chênh lệch điện áp một chiều giữa đầu ra của bộ nguồn và yêu cầu thực tế của mạch điện. Điện áp cung cấp ở đầu ra của bộ nguồn khi chưa có tải sẽ bị giảm đi khi có tải. Lượng chênh lệch điện áp trong trường hợp không tải  $U_{kt}$  và có tải  $U_{ct}$  được xác định bởi hệ số ổn định điện áp  $\Delta U_R$ :

$$\Delta U_R = \frac{U_{kt} - U_{ct}}{U_{ct}} 100\%$$

Ví dụ 2.2: Nguồn điện áp một chiều cung cấp 60V khi đầu ra không có tải. Khi nối với tải, điện áp thực tế trên đó là 56V.

Tính giá trị ổn định điện áp.

Bài giải:

$$\Delta U_R = \frac{U_{kt} - U_{ct}}{U_{ct}} 100\% = \frac{60 - 56}{56} 100\% = 7,1\%$$

Nếu giá trị của điện áp có tải bằng giá trị của điện áp khi không có tải thì sự ổn định điện áp là 0%, đây cũng chính là điều mong muốn đạt được.

Hệ số gợn sóng của các bộ chỉnh lưu:

Điện áp sau khi đã được chỉnh lưu bao gồm thành phần một chiều và thành phần hài (gợn sóng).

+ Đối với tín hiệu chỉnh lưu nửa chu kỳ, điện áp một chiều đầu ra là:

$$U_{dc} = 0,318U_m$$

Giá trị của điện áp gợn sóng là:

$$U_{r(m)} = 0,385U_m$$

Độ gợn sóng r của mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ được tính:

$$r = \frac{U_{r(m)}}{U_{dc}} 100\% = \frac{0,385U_m}{0,318U_m} 100\% = 121\%$$

+ Đối với mạch chỉnh lưu hai nửa chu kỳ, điện áp một chiều đầu ra là:

$$U_{dc} = 0,636U_m$$

Giá trị của điện áp gợn sóng là:

$$U_{r(m)} = 0,308U_m$$

Độ gợn sóng r của tín hiệu chỉnh lưu hai nửa chu kỳ được tính:

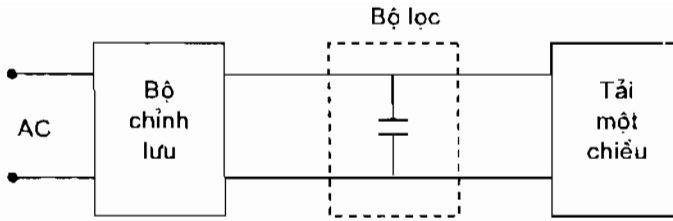
$$r = \frac{U_{r(m)}}{U_{dc}} 100\% = \frac{0,308U_m}{0,636U_m} 100\% = 48\%$$

Tóm lại: Điện áp chỉnh lưu toàn kỳ có độ gợn sóng nhỏ hơn tín hiệu chỉnh lưu bán kỳ.

## 2.2. MẠCH LỌC DÙNG TỤ ĐIỆN

### 2.2.1. Sơ đồ mạch điện và tác dụng của linh kiện

Mạch lọc thông dụng nhất hiện nay là mạch lọc tụ điện, bao gồm một tụ điện mắc với đầu ra của bộ chỉnh lưu và mắc song song với tải một chiều (hình 2.1).



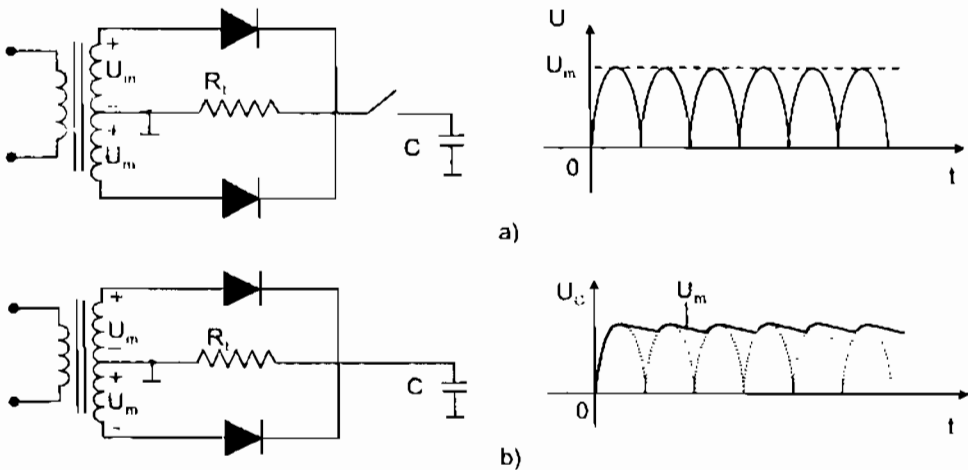
Hình 2.1. Sơ đồ khối bộ lọc dùng tụ điện

Hình 2.2a chỉ ra dạng điện áp của bộ chỉnh lưu cả hai nửa chu kỳ trước khi lọc.

Hình 2.2b là dạng điện áp ra của bộ chỉnh lưu sau khi đã được nối với tụ điện. Ta thấy rằng (dạng sóng) dạng điện áp sau khi đã lọc là điện áp một chiều nhưng vẫn còn nhấp nhô (còn thay đổi).

### 2.2.2. Nguyên lý hoạt động của mạch điện

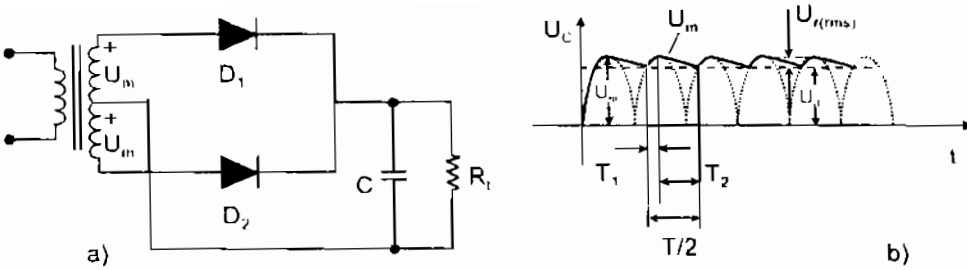
Hình 2.2a là bộ chỉnh lưu hai nửa chu kỳ và dạng sóng đầu ra của mạch khi được kết nối với tải ( $R_L$ ). Nếu không có tải, đầu ra của bộ chỉnh lưu được nối với tụ điện  $C$ , dạng sóng đầu ra lý tưởng sẽ là một hằng số và có giá trị bằng biên độ  $U_m$  của bộ chỉnh lưu.



Hình 2.2

a) Mạch chỉnh lưu khi chưa có tụ; b) Mạch chỉnh lưu khi có tụ.

Hình 2.3b là giản đồ dạng sóng đầu ra của bộ lọc tụ điện, thời gian  $T_1$  là khoảng thời gian tụ đang nạp điện và nạp đến giá trị bằng biên độ điện áp đầu ra bộ chỉnh lưu  $U_m$ . Thời gian  $T_2$  là khoảng thời gian và điện áp bộ chỉnh lưu giảm từ  $U_m$  và đồng thời tụ phóng điện vào tải.



**Hình 2.3. Bộ lọc tụ điện**  
a) Sơ đồ mạch ; b) Dạng sóng đầu ra

Như vậy dạng sóng đầu ra gồm điện áp một chiều  $U_{dc}$  và hài  $U_{r(rms)}$  chính là sự nạp và phóng của tụ điện.

### 2.2.3. Tính toán các thông số của mạch điện

Điện áp gợn sóng  $U_{r(rms)}$ :

Điện áp gợn sóng  $U_{r(rms)}$  được tính theo công thức:

$$U_{r(rms)} = \frac{I_{dc}}{4\sqrt{3}.f.C}$$

Điện áp một chiều  $U_{dc}$ :

Ta có thể tính được giá trị điện áp một chiều ở đầu ra bộ lọc dùng tụ điện:

$$U_{dc} = U_m - \frac{I_{dc}}{4.f.C}$$

Trong đó  $U_m$ : Biên độ điện áp sau bộ chỉnh lưu;

$I_{dc}$ : Dòng điện tải tính bằng mA;

C: Điện dung tụ lọc tính bằng  $\mu F$ ;

f: Tần số tín hiệu vào tính bằng kHz.

**Ví dụ 2.3:** Tính toán điện áp gợn sóng, điện áp một chiều đầu ra và độ gợn sóng của bộ chỉnh lưu hai nửa chu kỳ với bộ lọc dùng tụ  $C = 100\mu F$  nối với tải tiêu thụ dòng 50mA, tần số tín hiệu vào là 60Hz.

**Bài giải:**

Ta có điện áp gợn sóng:  $U_{r(rms)} = \frac{I_{dc}}{4\sqrt{3}.f.C}$

Thay số vào ta có:  $U_{r(rms)} = \frac{50}{4\sqrt{3}.60.10^{-3}.100} = 1,2V$ .

Ta có điện áp một chiều đầu ra:

$$U_{dc} = U_m - \frac{I_{dc}}{4.f.C} = 30 - \frac{50}{4.60.10^{-3}.100} = 27,9V$$

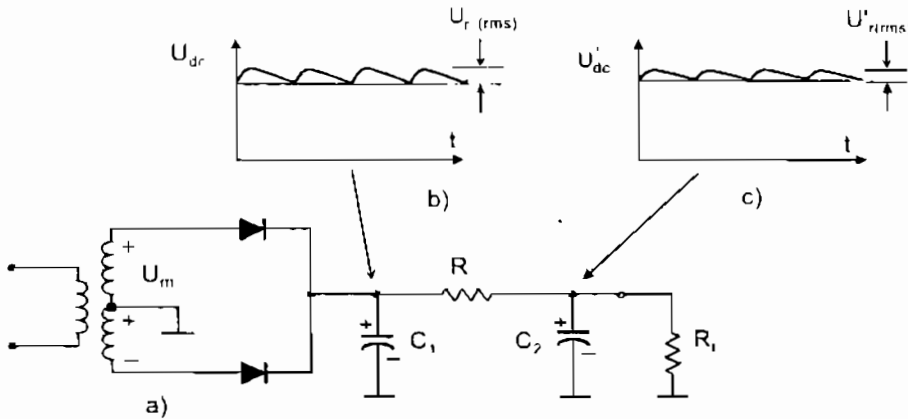
Độ gợn sóng:  $r = \frac{U_{r(rms)}}{U_{dc}} 100\%$

Thay số:  $r = \frac{1,2V}{27,9V} 100\% = 4,3\%$

### 2.3. MẠCH LỌC RC

#### 2.3.1. Sơ đồ mạch điện

Để giảm nhỏ độ gợn sóng ở đầu ra bộ lọc tụ điện ta mắc thêm khâu lọc RC (hình 2.4a). Tín hiệu đầu ra của khâu lọc được chỉ ra trên hình 2.4b và 2.4c.

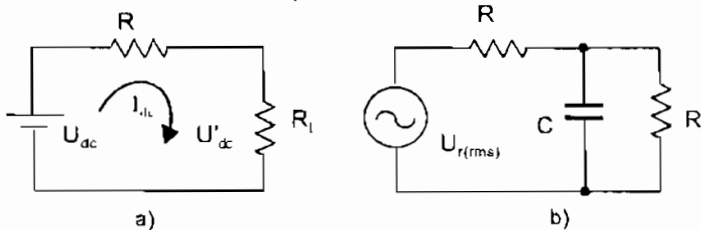


Hình 2.4. Mạch lọc RC và dạng sóng đầu ra

#### 2.3.2. Tính toán các thông số của mạch điện

Xét ảnh hưởng của bộ lọc RC đối với thành phần DC, điện áp một chiều trên tải được tính như sau:

$$U'_{dc} = \frac{R_1}{R + R_1} U_{dc}$$



Hình 2.5. Sơ đồ tương đương của mạch lọc RC



*Ví dụ 2.4:* Tính điện áp một chiều ra tải có điện trở  $R_t = 1k\Omega$ . Khâu lọc RC có thông số  $R = 120\Omega$ ,  $C = 10\mu F$ . Điện áp  $U_{dc}$  qua bộ lọc tụ điện  $U_{dc} = 60V$ .

Ta có: 
$$U'_{dc} = \frac{R_t}{R + R_t} U_{dc} = \frac{1000}{120 + 1000} 60 = 53,6V$$

Xét ảnh hưởng của bộ lọc RC đối với thành phần AC, độ gợn sóng được biểu hiện như sơ đồ hình 2.4c.

Khi đó độ gợn sóng được xác định như sau:

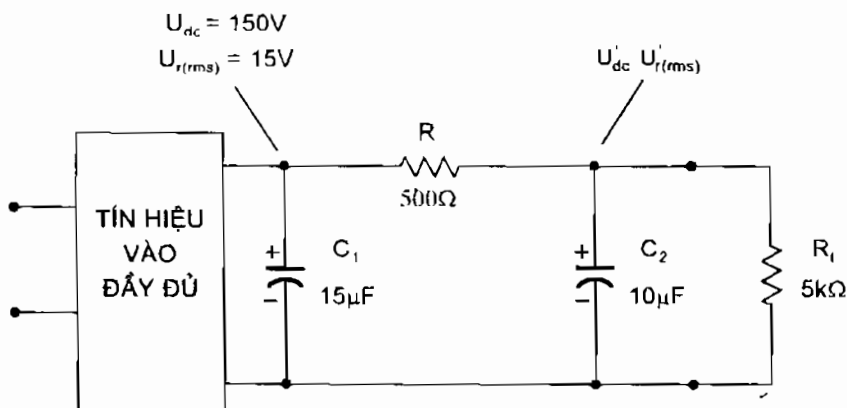
$$U'_{r(rms)} \approx \frac{X_C}{R} \cdot U_{r(rms)}$$

Đối với một bộ chỉnh lưu cả chu kỳ, có gợn sóng ở tần số 120Hz, trở kháng của tụ điện được tính theo công thức:

$$X_C = \frac{1,3}{C}$$

Với đơn vị của C là  $\mu F$ , đơn vị của  $X_C$  là  $k\Omega$ .

*Ví dụ 2.5:* Tính toán các thành phần một chiều và xoay chiều của tín hiệu ra tải  $R_t$  của mạch sau:



Hình 2.6. Mạch lọc RC

*Bài giải:*

Tính toán thành phần DC:

$$U'_{dc} = \frac{R_t}{R + R_t} U_{dc} = \frac{5k\Omega}{500\Omega + 5k\Omega} \cdot 150V = 136,4V$$

Tính toán thành phần AC:

$$X_C = \frac{1,3}{C} = \frac{1,3}{10} = 0,13k\Omega = 130\Omega$$

Trở kháng bộ lọc là thành phần xoay chiều AC điện áp đầu ra:

$$U_{r(rms)} \approx \frac{X_C}{R} \cdot U_{r(rms)} = \frac{130}{500} \cdot 15V = 3,9V$$

Độ gợn sóng đầu ra:

$$r = \frac{U_{r(rms)}}{U_{dc}} \cdot 100\% = \frac{3,9V}{136,4V} \cdot 100\% = 2,86\%$$

Ứng dụng của mạch lọc RC:

Mạch lọc RC có kích thước gọn, dễ dàng lắp ráp, sửa chữa nên được sử dụng trong hầu hết các mạch lọc điện.

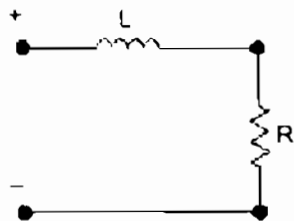
## 2.4. MẠCH LỌC DÙNG CUỘN DÂY L

### 2.4.1. Tác dụng của mạch điện

Mạch lọc sử dụng cuộn cảm còn gọi là mạch chỉnh lưu với tải điện cảm, có tác dụng duy trì, ổn định dòng điện ra. Khác với mạch tải điện dung là điện áp ra là đại lượng được ổn định.

### 2.4.2. Sơ đồ mạch điện

Mạch lọc dùng cuộn cảm L có sơ đồ như hình 2.7:



Hình 2.7

### 2.4.3. Tính toán các thông số của mạch điện

Cuộn dây L trên hình 2.7 lọc làm bằng phẳng dòng điện ra của mạch chỉnh lưu, với quan hệ theo công thức sau:

$$L \approx \frac{U}{2 \cdot \omega_g \cdot I_{mm}}$$

Trong đó:

L là điện cảm của cuộn dây;

U là điện áp ra một chiều;

$I_{\min}$  là dòng điện ra một chiều nhỏ nhất;

$\omega_p$  là tần số góc của dao động cơ bản.

Điện áp và dòng vào hiệu dụng được tính:

$$U_1 \approx 1,11.U$$

$$I_1 \approx 1,11.I$$

Dòng điốt hiệu dụng:

$$I_D \approx \frac{I_1}{\sqrt{2}} \approx 0,7.I$$

Điện áp gợn sóng được tính:

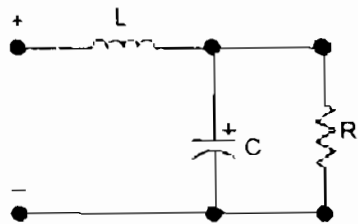
$$U_{\text{gợn sóng}} \approx 0,6.U.$$

## 2.5. MẠCH LỘC LC

### 2.5.1. Tác dụng của mạch điện

Để tăng hiệu suất của bộ lọc và để hiệu suất ra ít phụ thuộc vào tải hơn nữa vì điện trở thuần của cuộn cảm rất nhỏ, nên người ta sử dụng bộ lọc LC.

### 2.5.2. Sơ đồ mạch điện (hình 2.8)



Hình 2.8

### 2.5.3. Tính toán các thông số của mạch điện

Mạch lọc LC (hình 2.8) làm việc như một bộ chia áp phụ thuộc vào tần số. Vì điện trở thuần của cuộn dây rất nhỏ, tụ C có trở kháng rất lớn với thành phần 1 chiều nên xuất hiện ở đầu ra.

Khi đầu vào có độ gợn sóng, do  $X_L$  đủ lớn,  $X_C$  đủ nhỏ, nên điện áp gợn sóng bị suy hao gần hết trên cuộn cảm, hiệu ứng lọc đạt được với chất lượng cao.

Hệ số lọc  $k$  được tính:

$$k = \frac{U_{w1}}{U_{w2}} = \frac{I_1 \left( \omega L - \frac{1}{\omega C} \right)}{I_2 \frac{1}{\omega C}} = \left( \omega L - \frac{1}{\omega C} \right) \cdot \omega C$$

$$k = \omega_p^2 \cdot L \cdot C - 1$$

Thông thường giá trị của  $k \gg 1$  nên có thể viết lại là:

$$k = \omega_p^2 \cdot L \cdot C - 1$$

Mạch lọc LC cho phép dòng điện có trị số lớn đi qua.

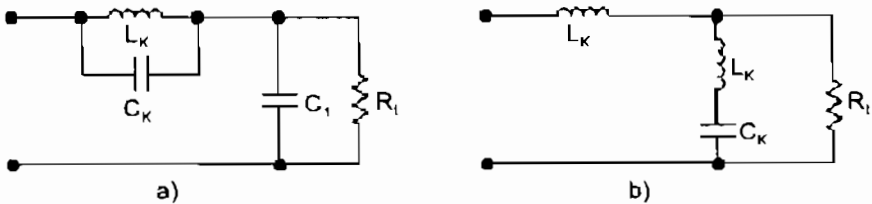
## 2.5.4. Ứng dụng của mạch lọc LC

Mạch lọc LC có chất lượng cao nên được sử dụng trong các trường hợp yêu cầu chất lượng cao, dòng điện cung cấp cho tải lớn.

## 2.6. MẠCH LỌC CÔNG HƯỞNG

### 2.6.1. Sơ đồ mạch điện

Mạch điện các bộ lọc cộng hưởng có sơ đồ như hình 2.9.



Hình 2.9. Mạch điện các bộ lọc cộng hưởng

### 2.6.2. Tác dụng của mạch điện

Hình 2.9a biểu thị bộ lọc cộng hưởng dùng mạch cộng hưởng song song  $L_k, C_k$  mắc nối tiếp với tải  $R_t$ , nhờ vậy sẽ chặn sóng hài có tần số bằng tần số cộng hưởng của nó.

Hình 2.9b biểu thị bộ lọc cộng hưởng dùng mạch cộng hưởng nối tiếp  $L_k, C_k$  mắc song song với tải  $R_t$ , ở tần số cộng hưởng nối tiếp của mạch  $L_k C_k$  trở kháng của mạch rất nhỏ, nên nó ngắn mạch các sóng hài có tần số bằng hay gần bằng tần số cộng hưởng.

### 2.6.3. Ứng dụng của mạch lọc cộng hưởng

Mạch lọc cộng hưởng có độ tổn hao nhỏ, được ứng dụng trong những mạch có dòng tiêu thụ nhỏ, công suất nhỏ.