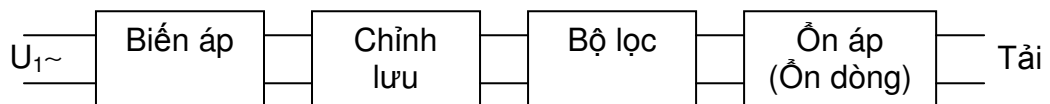


Hình 2.133: Bộ biến đổi xung tam giác thành hình sin dùng JFET

## 2.6. NGUỒN MỘT CHIỀU

### 2.6.1. Khái niệm chung

Nguồn một chiều có nhiệm vụ cung cấp năng lượng một chiều cho các mạch và các thiết bị điện tử hoạt động. Năng lượng một chiều của nó tổng quát được lấy từ nguồn xoay chiều của lưới điện thông qua một quá trình biến đổi được thực hiện trong nguồn một chiều.



Hình 2.134: Sơ đồ khối nguồn một chiều

Hình 2.134 biểu diễn sơ đồ khối của một bộ nguồn hoàn chỉnh với chức năng các khối như sau:

- Biến áp để biến đổi điện áp xoay chiều  $U_1$  thành điện áp xoay chiều  $U_2$  có giá trị thích hợp với yêu cầu. Trong một số trường hợp có thể dùng trực tiếp  $U_1$  không cần biến áp.
- Mạch chỉnh lưu có nhiệm vụ chuyển điện áp xoay chiều  $U_2$  thành điện áp một chiều không bằng phẳng  $U_t$  (có giá trị thay đổi nhấp nhô). Sự thay đổi này phụ thuộc cụ thể vào từng dạng mạch chỉnh lưu (xem 2.1.3).
- Bộ lọc có nhiệm vụ san bằng điện áp một chiều đập mạch  $U_t$  thành điện áp một chiều  $U_{01}$  ít nhấp nhô hơn.

– Bộ ổn áp một chiều (ổn dòng) có nhiệm vụ ổn định điện áp (dòng điện) ở đầu ra của nó  $U_{o2}$  ( $I_t$ ) khi  $U_{o1}$  bị thay đổi theo sự mất ổn định của  $U_{o1}$  hay  $I_t$ . trong nhiều trường hợp nếu không có yêu cầu cao thì không cần bộ ổn áp hay ổn dòng một chiều.

Tuỳ theo điều kiện và yêu cầu cụ thể mà bộ chỉnh lưu có thể mắc theo những sơ đồ khác nhau và dùng các loại van chỉnh lưu khác nhau. Bộ chỉnh lưu công suất vừa và lớn thường dùng mạch chỉnh lưu ba pha. Dưới đây khảo sát từng khối nêu trên trong bộ nguồn một chiều. Riêng phần mạch chỉnh lưu xem (2.1.3) và (2.4).

### 2.6.2. Lọc các thành phần xoay chiều của dòng điện ra tải

Trong các mạch chỉnh lưu nói trên điện áp hay dòng điện ra tải tuy có cực tính không đổi, nhưng giá trị của chúng thay đổi theo thời gian một cách có chu kỳ, gọi là sự đập mạch của điện áp hay dòng điện sau khi chỉnh lưu.

Một cách tổng quát khi tải thuần trở, dòng điện tổng hợp ra tải là:

$$i_t = I_o + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \sin n\omega t + \sum_{n=1}^{\infty} B_n \cos n\omega t$$

Trong đó  $I_o$  là thành phần một chiều và

$$\sum_{n=1}^{\infty} A_n \sin n\omega t + \sum_{n=1}^{\infty} B_n \cos n\omega t$$

là tổng các sóng hài xoay chiều có giá trị, pha và tần số khác nhau phụ thuộc vào loại mạch chỉnh lưu. Vấn đề đặt ra là phải lọc các sóng hài này để cho  $i_t$  ít đập mạch, vì các sóng hài gây sự tiêu tốn năng lượng vô ích và gây ra nhiễu loạn cho sự làm việc của tải.

Trong mạch chỉnh lưu hai nửa chu kỳ thành một chiều  $I_o$  tăng gấp đôi so với  $\frac{1}{2}$  chu kỳ, thành phần sóng hài cơ bản ( $n=1$ ) bị triệt tiêu, chỉ còn các sóng hài có bậc  $n=2$  trở lên. Vậy mạch chỉnh lưu hai nửa chu kỳ có tác dụng lọc bớt sóng hài. Người ta định nghĩa hệ số đập mạch  $K_p$  của bộ lọc:

$K_p =$  Biên độ sóng hài lớn nhất của  $i_t$  (hay  $U_t$ ) / Giá trị trung bình của  $i_t$  (hay  $U_t$ )

$K_p$  càng nhỏ thì chất lượng của bộ lọc càng cao.

Người ta đã tính toán rằng khi chỉnh lưu  $\frac{1}{2}$  chu kỳ  $K=1,58$ , khi chỉnh lưu hai nửa chu kỳ  $K=0,667$ .

Để thực hiện nhiệm vụ lọc nói trên, các bộ lọc sau đây thường được dùng:

#### a- Bộ lọc bằng tụ điện

Trường hợp này đã được nêu trong phần bộ chỉnh lưu tải dung tính ở 2.1.3. Nhờ có tụ nối song song với tải, điện áp ra tải ít nhấp nhô hơn. Do sự nạp và phóng của tụ qua các  $\frac{1}{2}$  chu kỳ và do các sóng hài bậc cao được rẽ qua mạch C xuống điểm chung, dòng điện ra tải chỉ còn thành phần một chiều và một lượng nhỏ sóng hài bậc thấp. Việc tính toán hệ số đập mạch của bộ lọc dùng tụ dẫn tới kết quả:

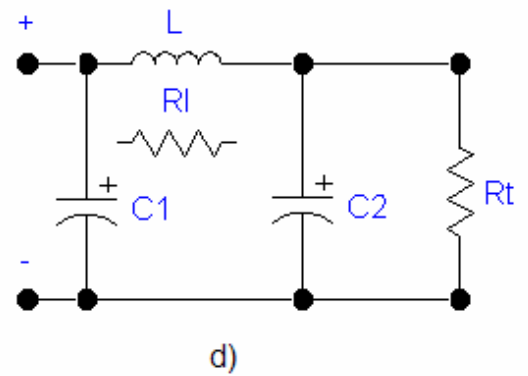
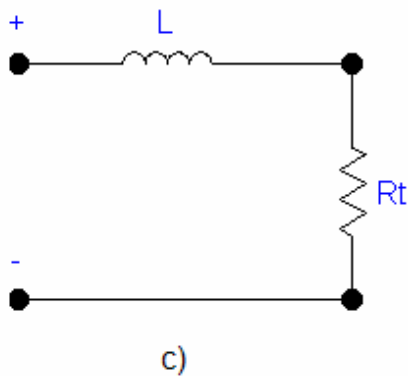
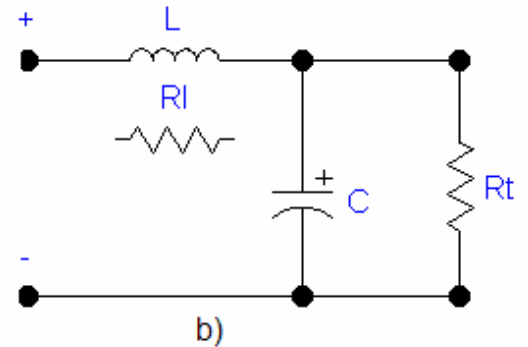
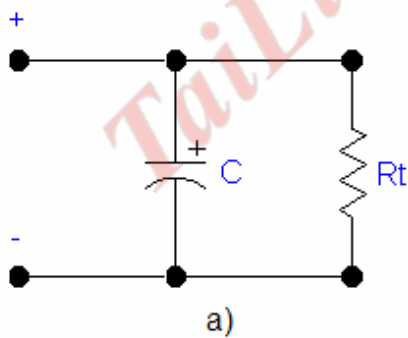
$$K_p = \frac{2}{\omega C R_t} \quad (2-265)$$

Nghĩa là tác dụng lọc càng rõ rệt khi C và  $R_t$  càng lớn ( $R_t$  tiêu thụ dòng điện nhỏ). Với bộ chỉnh lưu dòng điện công nghiệp (tần số 50Hz hay 60 Hz), trị số tụ C thường có giá trị từ vài  $\mu F$  đến vài nghìn  $\mu F$  (tụ hóa).

b - Lọc bằng cuộn dây L (cuộn chặn)

Mạch lọc bằng cuộn L được cho ở hình 2.135b. Cuộn L mắc nối tiếp với tải  $R_t$  nên khi dòng điện  $i_t$  ra tải biến thiên đập mạch, trong cuộn L sẽ xuất hiện sức điện động tự cảm chống lại. Do đó làm giảm các sóng hài (nhất là các sóng hài bậc cao). Về mặt điện kháng, các sóng hài bậc n có tần số càng cao sẽ bị cuộn L chặn càng nhiều. Do đó dòng điện ra tải chỉ có thành phần một chiều  $I_0$  và một phân lượng nhỏ sóng hài. Đó chính là tác dụng lọc của cuộn L. Hệ số đập mạch của bộ lọc dùng cuộn L là :

$$K_p = R_t / 3\omega L \quad (2-266)$$



Hình 2.135: Sơ đồ các bộ lọc

a) Lọc bằng tụ điện; b) Lọc bằng cuộn chặn; c) Lọc hình L ngược; d) Lọc hình II

Nghĩa là tác dụng lọc của cuộn L càng tăng khi  $R_t$  càng nhỏ (tải tiêu thụ dòng điện lớn). Vì vậy, bộ lọc này thích hợp với mạch chỉnh lưu công suất vừa và lớn. Giá trị cuộn L càng lớn thì tác dụng chặn càng tăng; tuy nhiên cũng không nên dùng L quá lớn, vì khi đó điện trở một chiều của cuộn L lớn, sụt áp một chiều trên nó tăng và hiệu suất bộ chỉnh lưu giảm.

*c - Bộ lọc hình L ngược và hình  $\pi$*

Các bộ lọc này sử dụng tổng hợp tác dụng của cuộn L và tụ C để lọc (h.2.135c và 2.135d), do đó các sóng hài càng bị giảm nhỏ và dòng điện ra tải (hay điện áp trên tải) càng ít nhấp nhô. Để tăng tác dụng lọc có thể mắc nối tiếp 2 hay 3 mắt lọc hình  $\pi$  với nhau. Khi đó dòng điện và điện áp ra tải gần như bằng phẳng hoàn toàn.

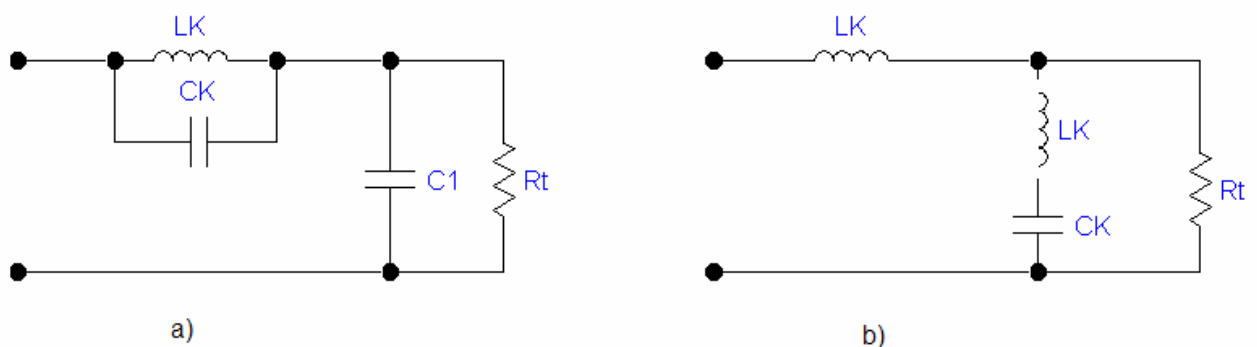
Trong một số trường hợp để tiết kiệm và giảm kích thước, trọng lượng của bộ lọc, ta có thể thay cuộn L bằng R trong các mắt lọc hình L ngược hay hình  $\pi$  (h.2.135c). Lúc đó R gây sụt áp cả thành phần một chiều trên nó dẫn tới hiệu suất và chất lượng bộ lọc thấp hơn khi dùng cuộn L. Thường người ta chọn giá trị R sao cho sụt áp một chiều trên nó bằng (10-20)%  $U_o$  khoảng vài  $\Omega$  đến vài  $k\Omega$ .

*d - Bộ lọc cộng hưởng*

Hình 2.136a 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. Ngoài ra tụ  $C_1$  còn có tác dụng lọc thêm.

Hình 2.136b 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 nó rất nhỏ nên nó ngắn mạch các sóng hài có tần số bằng hay gần bằng tần số cộng hưởng.



*Hình 2.136: Mạch điện các bộ lọc cộng hưởng*

### 2.6.3. Đặc tuyến ngoài của bộ chỉnh lưu

Trong mạch chỉnh lưu do có điện trở thuần của các cuộn dây biến áp của các điôt và của các phần tử bộ lọc mắc nối tiếp với tải nên khi dòng điện tải  $I_o$  tăng, điện áp 1 chiều ra tải  $U_o$  giảm.

Đường biểu thị quan hệ giữa  $U_o$  và  $I_o$  gọi là đặc tuyến ngoài của bộ chỉnh lưu. Ta có thể biểu thị giá của điện áp ra  $U_o$  như sau:

$$U_o = E_o - (\Sigma \Delta U_D + I_a r_{b-a} + I_o R_L) \quad (2-267)$$

$U_D$  là giá trị trung bình của điện áp hạ trên các điôt của một vế chỉnh lưu:  $I_a r_{b-a}$  là giá trị trung bình của sụt áp trong các cuộn sơ cấp và thứ cấp biến áp khi có dòng điện qua 1 vế,  $I_o R_L$  là sụt áp trên phần tử lọc mắc nối tiếp.

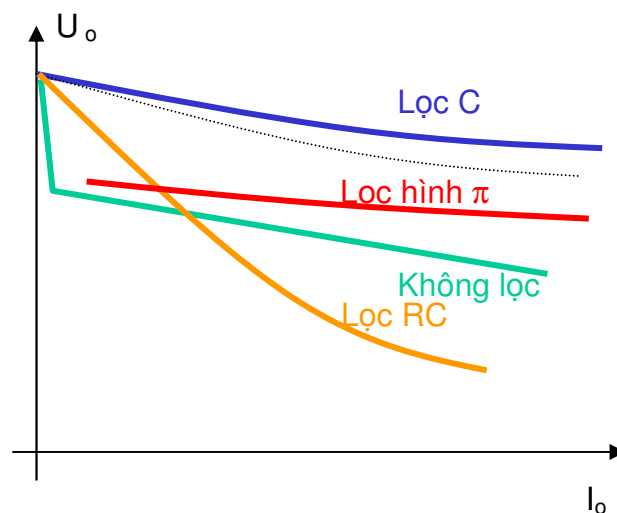
Hình 2.137 biểu thị các đặc tuyến ngoài của bộ chỉnh lưu hai nửa chu kì với các bộ lọc khác nhau.

Để so sánh các trường hợp trên, có thể căn cứ vào:

- Điện áp ra khi không tải  $E_o$
- Độ dốc của đặc tuyến và dạng của chúng

Trường hợp không lọc, điện áp không tải bằng trị số hiệu dụng của dạng một nửa hình sin tần số 100Hz. Trong các trường hợp khác, do điện trở trong của van phụ thuộc vào dòng điện tải nên đặc tuyến hơi cong, độ dốc của đặc tuyến phụ thuộc điện trở ra của bộ chỉnh lưu.

Đường 2 ứng với trường hợp tụ lọc C. Do có tụ lọc nên điện áp không tải tăng lên khi dòng  $I_o$  tăng, ngoài ra ảnh hưởng của van, biến áp, sự phóng nhanh của tụ C qua tải cũng làm cho  $U_o$  giảm nhanh hơn khi giảm giá trị tụ lọc.



Hình 2.137: Đặc tuyến ngoài của bộ chỉnh lưu

Đường 3 ứng với trường hợp lọc RC. Khi  $I_o$  tăng, sụt áp trên điện trở lọc R tăng nhanh nên điện áp ra tải  $U_o$  giảm nhanh nhất so với các trường hợp nêu ở đây.

Đường 4 ứng với trường hợp lọc LC (hình L ngược). Phần đặc tuyến giảm nhanh do đó dòng từ hóa cho cuộn L chưa đủ để gây sụt áp cảm tính. Sau đó cùng với sự tăng của dòng từ hóa cuộn L, sụt áp cảm tính trên cuộn L và ảnh hưởng của nó tăng lên làm cho  $U_o$  giảm chậm nhưng vẫn có độ dốc lớn hơn khi không lọc do cuộn L có điện trở 1 chiều.

Đường 5 ứng với bộ lọc hình  $\Pi$  gần giống với trường hợp lọc tụ C do đặc tuyến chịu ảnh hưởng chủ yếu của tụ C.

Nhìn chung, độ dốc của đặc tuyến ngoài phản ánh điện trở ra (điện trở trong) của bộ chỉnh lưu. Do yêu cầu chung đối với một nguồn áp, chúng ta mong muốn điện trở này càng nhỏ càng tốt.

#### 2.6.4. Ổn định điện áp và dòng điện

##### a - Ổn định điện áp

Nhiệm vụ ổn định điện áp (gọi tắt là ổn áp) một chiều ra tải khi điện áp và tần số lưới điện thay đổi, khi tải biến đổi (nhất là đối với bán dẫn) rất thường gặp trong thực tế. Điện trở ra của bộ nguồn cung cấp yêu cầu nhỏ, để hạn chế sự ghép kí sinh giữa các tầng, giữa các thiết bị dùng chung nguồn chỉnh lưu.

Việc ổn định điện áp xoay chiều bằng các bộ ổn áp xoay chiều có nhiều hạn chế nhất là khi điện áp lưới thay đổi nhiều. Dùng bộ ổn áp một chiều bằng phương pháp điện tử được sử dụng phổ biến hơn đặc biệt khi công suất tải yêu cầu không lớn và tải tiêu thụ trực tiếp điện áp 1 chiều.

Các chỉ tiêu cơ bản của một bộ ổn áp là:

- Hệ số ổn áp xác định bằng tỉ số giữa lượng biến thiên tương đối của điện áp đầu vào và điện áp đầu ra khi giữ tải ở một giá trị không đổi.

$$K_{\text{ổ.đ}} = \frac{dU_{\text{vào}}/U_{\text{vào}}}{dU_{\text{ra}}/U_{\text{ra}}} \Big|_{R_t = \text{const}} \quad (2-268)$$

Phân biệt hệ số ổn áp theo đường dây:

$$K_{\text{dây}} = \frac{\Delta U_{\text{ra1}}}{U_{\text{ra}}} \% \text{ là hệ số ổn áp theo tải } K_{\text{tải}} = \frac{\Delta U_{\text{ra2}}}{U_{\text{ra}}} \%$$

Ở đây  $\Delta U_{\text{ra1}}$  được xác định khi  $dU_{\text{vào}}/U_{\text{vào}} = 10\%$

$\Delta U_{\text{ra2}}$  được xác định khi  $\Delta I_{\text{tải}} = I_{\text{tmax}}$ .

- Điện trở ra đặc trưng cho sự biến thiên của điện áp ra khi dòng điện tải thay đổi (lấy giá trị tuyệt đối vì thường  $\Delta U_{\text{ra}} > 0$  khi  $\Delta I_t > 0$ )

$$R_{ra} = \left. \frac{dU_{ra}}{dt_t} \right|_{U_v = \text{const}} \quad (2-269)$$

- Hiệu suất: đo bằng tỉ số công suất ra tải và công suất danh định ở đầu vào:

$$\eta = \frac{U_{ra} \cdot I_t}{U_{vào} \cdot I_v} \quad (2-270)$$

- Lượng trôi (lượng không ổn định) của dòng (điện áp) một chiều ra tải:

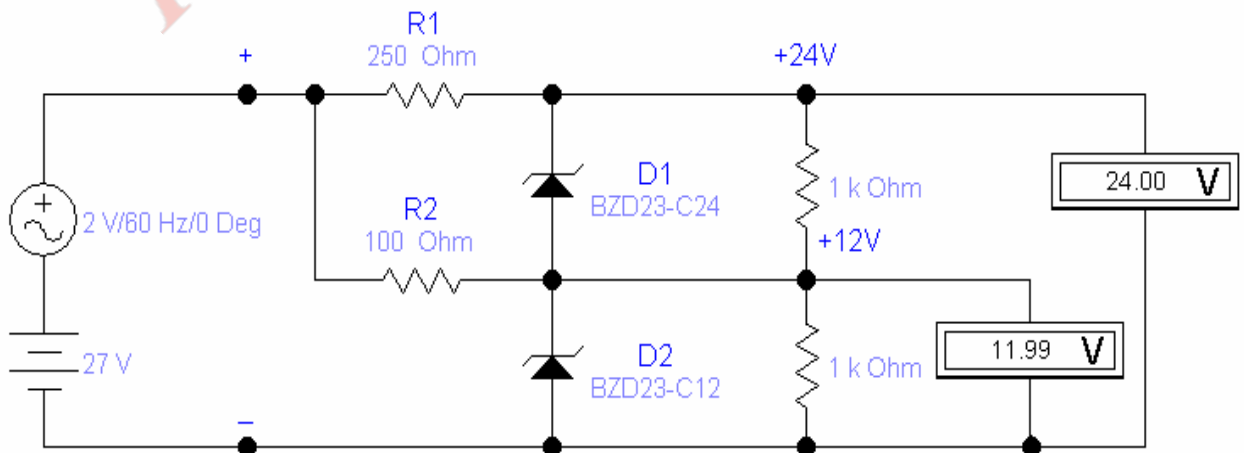
$$\Delta U_{trôi} = \Delta U_{vào} / K_{ô.đ}$$

Các dạng bộ ổn áp trên thực tế được chia thành ba loại chính: ổn áp kiểu tham số, ổn áp kiểu bù tuyến tính và ổn áp kiểu bù xung.

**Ổn áp kiểu tham số.** Nguyên lý và đặc tuyến của bộ ổn áp kiểu tham số dùng điôt zener đã được nêu ở 2.1.3. Ở đây, chỉ cần nhắc lại vài nhận xét chính sau:

+ Khi điện áp vào  $U_1$  biến đổi lượng  $\Delta U_1$  khá lớn, từ đặc tuyến điôt ổn áp silic, ta thấy điện áp ổn định biến đổi rất ít và dòng điện qua điôt  $I_o$  tăng lên khá lớn. Vậy toàn bộ lượng tăng giảm của  $U_1$  hầu như hạ trên  $R_{hc}$  điện áp ra tải hầu như không đổi.

+ Trường hợp nếu như  $U_1 = \text{const}$  và chỉ có dòng tải ít tăng sẽ gây nên sự phân phối lại dòng điện. Khi đó  $I_o$  giảm xuống. Kết quả là dòng điện  $I_r$  hầu như không thay đổi và  $U_2$  giữ không đổi.



Hình 2.138: Mạch dùng nhiều điôt ổn áp mắc nối tiếp cho nhiều mức theo yêu cầu

+ Hệ số ổn định của mạch tỷ lệ với tỷ số  $R_{hc}/r_i$  ( $r_i$  là điện trở trong của phần tử ổn định lúc làm việc) nghĩa là  $r_i$  càng nhỏ càng tốt và giới hạn trên của  $R_{hc}$  do dòng  $I_{min}$  của phần tử ổn định quyết định. Khi cần ổn định điện áp cao quá điện áp ổn định của điôt có thể mắc nối tiếp 2 hay nhiều điôt ổn áp, khi đó có thể nhận được nhiều mức điện áp ổn định (h. 2.138).