

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG.....**

# **Luận văn**

**Xây dựng hệ thống biến đổi DC/AC đốt đèn  
trong trường hợp mất  
điện lưới. Thông số :  $U_{DC}= 6V$ ,  $U_{AC}= 220V$ ,  
 $f=50Hz$**

## LỜI NÓI ĐẦU

Điện tử công suất còn có tên gọi là “Kỹ thuật biến đổi điện năng” là một ngành kỹ thuật điện tử nghiên cứu ứng dụng các phần tử bán dẫn trong các bộ biến đổi để khống chế biến đổi nguồn năng lượng điện. Các bộ biến đổi điện tử công suất thế hệ mới ngày càng thể hiện rõ các ưu việt nổi bật như: kích thước gọn nhẹ, độ tác động nhanh, làm việc ổn định với độ tin cậy cao, giá thành hạ...

Trong các bộ biến đổi điện tử công suất không thể không nhắc đến các bộ biến đổi điện áp DC/DC, DC/AC. Các bộ biến đổi này ngày càng được ứng dụng rộng rãi đặc biệt trong lĩnh vực điều khiển động cơ, truyền động điện, tiết kiệm năng lượng, sử dụng trong sinh hoạt khi mất điện lưới. Đây cũng chính là đề tài của đồ án này:

***“ Xây dựng hệ thống biến đổi DC/AC đôt đèn trong trường hợp mất điện lưới. Thông số :  $U_{DC}= 6V$ ,  $U_{AC}= 220V$ ,  $f=50Hz$  ”***

Bản đồ án gồm 3 chương:

Chương 1. Các bộ nghịch lưu.

Chương 2. Xây dựng hệ thống biến đổi DC/AC từ 6VDC lên 220VAC tần số 50Hz.

Chương 3. Xây dựng mô hình vật lý hệ thống biến đổi DC/AC từ 6VDC lên 220VAC tần số 50Hz.

Em xin chân thành cảm ơn **GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn** cùng các thầy cô giáo bộ môn đã hướng dẫn em hoàn thành đồ án này. Do đây là lần đầu tiên thực hiện làm đồ án nên không thể mắc phải sai sót, em mong được sự chỉ bảo tận tình của các thầy.

*Hải Phòng, ngày 12 tháng 07 năm 2010*

*Sinh viên thực hiện*

**Lê Văn Kiên**

# CHƯƠNG 1 : CÁC BỘ NGHỊCH LƯU

Nghịch lưu độc lập là thiết bị biến đổi dòng điện một chiều thành dòng điện xoay chiều có tần số ra có thể thay đổi được và làm việc với phụ tải độc lập.

Nguồn điện một chiều thông thường là điện áp chỉnh lưu, acquy và các nguồn điện một chiều độc lập khác.

Nghịch lưu độc lập và biến tần được sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực như cung cấp điện từ các nguồn độc lập như acquy, các hệ truyền động xoay chiều, giao thông, truyền tải điện năng, luyện kim...

Người ta thường phân loại nghịch lưu theo sơ đồ, ví dụ như nghịch lưu một pha, nghịch lưu ba pha.

Người ta cũng có thể phân loại chúng theo quá trình điện từ xảy ra trong nghịch lưu như: nghịch lưu áp, nghịch lưu dòng, nghịch lưu cộng hưởng.

Ngoài ra còn nhiều cách phân loại nghịch lưu nhưng hai cách trên là phổ biến hơn cả.

## 1.1. NGHỊCH LƯU DÒNG [3].

### 1.1.1. Nghịch lưu dòng một pha.

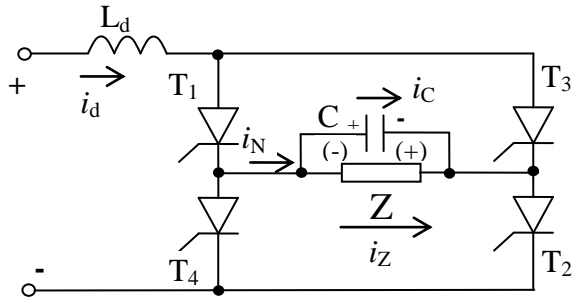
Nghịch lưu dòng là thiết bị biến đổi nguồn dòng một chiều thành dòng xoay chiều có tần số tùy ý.

Đặc điểm cơ bản của nghịch lưu dòng là nguồn một chiều cấp điện cho bộ biến đổi phải là nguồn dòng, do đó điện cảm đầu vào  $L_d$  thường có giá trị lớn vô cùng để dòng điện là liên tục.

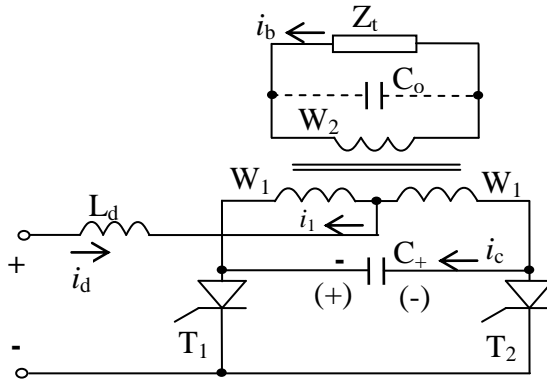
#### 1.1.1.1. Nguyên lý làm việc.

Sơ đồ nghịch lưu một pha được trình bày trên hình 1.1 sơ đồ cầu và hình 1.2 sơ đồ có điểm trung tính.

Xét sơ đồ cầu : Các tín hiệu điều khiển được đưa vào từng đôi tiristo  $T_1, T_2$  thì lệch pha với tín hiệu điều khiển đưa vào đôi  $T_3, T_4$  một góc  $180^\circ$ .



**Hình 1.1.** Sơ đồ nghịch lưu cầu một pha



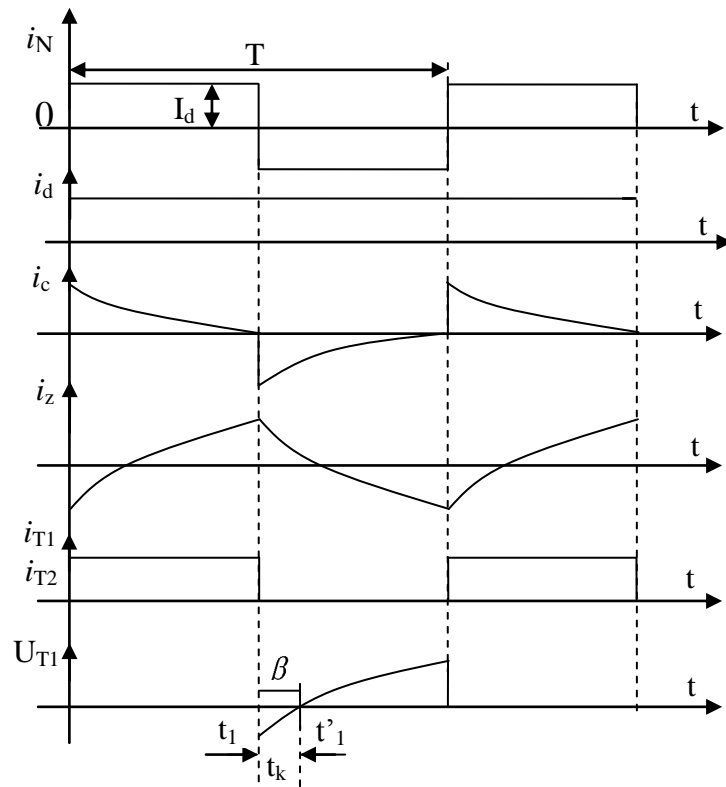
**Hình 1.2.** Sơ đồ nghịch lưu một pha có điểm trung tính

Điện cảm đầu vào nghịch lưu đủ lớn  $L_d = \infty$  do đó dòng điện đầu vào được san phẳng (hình 1.3), nguồn cấp cho nghịch lưu là nguồn dòng và dạng dòng điện của nghịch lưu  $i_N$  có dạng xung vuông.

Khi đưa xung vào mở cặp van  $T_1, T_2$ , dòng điện  $i_N = i_d = I_d$ . Đồng thời dòng qua tụ  $C$  tăng lên đột biến, tụ  $C$  bắt đầu được nạp điện với dấu “+” ở bên trái và dấu “-” ở bên phải. Khi tụ  $C$  nạp đầy, dòng qua tụ giảm về không. Do  $i_N = i_C + i_Z = I_d =$  hằng số, nên lúc đầu dòng qua tải nhỏ và sau đó dòng qua tải tăng lên.

Sau một nửa chu kỳ  $t = t_1$  người ta đưa xung vào mở cặp van  $T_3, T_4$ . Cặp  $T_3, T_4$  mở tạo ra quá trình phóng điện của tụ  $C$  từ cực “+” về cực “-”.

Dòng phóng ngược chiều với dòng qua  $T_1$  và  $T_2$  sẽ làm cho  $T_1$  và  $T_2$  bị khóa lại.



**Hình 1.3.** *Giản đồ xung của nghịch lưu cầu một pha*

Quá trình chuyển mạch xảy ra gần như tức thời. Sau đó tụ C sẽ được nạp điện theo chiều ngược lại với cực tính “ + ” ở bên phải và cực tính “ - ” ở bên trái, dòng nghịch lưu  $i_N = i_d = I_d$  nhưng đã đổi dấu. Đến thời điểm  $t = t_2$  người ta đưa xung vào mở  $T_1, T_2$  thì  $T_3, T_4$  sẽ bị khóa lại và quá trình được lặp lại như trước.

Như vậy chức năng cơ bản của tụ C là làm nhiệm vụ chuyển mạch cho các tiristo. Ở thời điểm  $t_1$ , khi mở  $T_3$  và  $T_4$ , tiristo  $T_1$  và  $T_2$  sẽ bị khóa lại bởi điện áp ngược của tụ C đặt lên ( hình 1.3). Khoảng thời gian duy trì điện áp ngược  $t_1 - t_1'$  là cần thiết để duy trì quá trình khóa và phục hồi tính chất điều khiển của van và  $t_1 - t_1' = t_k \geq t_{off}$ ;  $t_{off}$  là thời gian khóa của tiristo hay chính là thời gian phục hồi tính chất điều khiển.

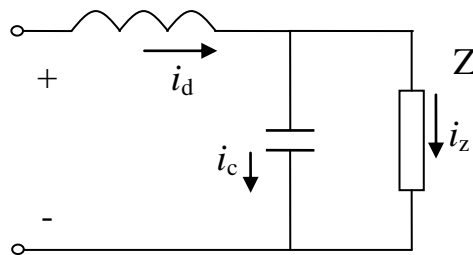
Trong đó :  $\omega \cdot t_k = \beta$  là góc khóa của nghịch lưu.

**1.1.1.2. Ảnh hưởng của phụ tải đối với chế độ làm việc của nghịch lưu.**

Ta xét trường hợp  $L_d = \infty$  (điện cảm vô cùng lớn). Sơ đồ trên hình 1.2 có thể thay thế bằng sơ đồ hình 1.4.

Từ sơ đồ thay thế có thể viết hệ phương trình sau :

$$\begin{aligned} i_d &= i_t + i_c = I_d = \text{const} \\ i_c &= C \frac{dU_c}{dt} \\ i_t &= \frac{U_t}{R_t} \end{aligned} \tag{1.1}$$



**Hình 1.4.** Sơ đồ thay thế của nghịch lưu dòng một pha.

Giải hệ phương trình trên đối với  $U_t(t)$  ta có:

$$U_t(t) = A_1 + A_2 e^{-\frac{t}{R_t C}} \tag{1.2}$$

Để tìm hệ số  $A_1$  và  $A_2$  ta sử dụng các điều kiện sau:

- Điện áp trên tải có tính chất thay đổi chu kỳ nên:

$$U_t|_{t=0} = -U_t|_{t=T/2}$$

- Giá trị trung bình của điện áp trên điện cảm  $L_d$  ở chế độ xác lập bằng không, tức là :

$$\frac{1}{T/2} \int_0^{T/2} (E - U_t) dt = 0$$

Giải các phương trình trên ta tìm được:

$$A_1 = \frac{E \frac{T}{4} \left( 1 - e^{-\frac{T}{2R_t C}} \right)}{\frac{T}{4} \left( 1 + e^{-\frac{T}{2R_t C}} \right) - R_t C \left( 1 - e^{-\frac{T}{2R_t C}} \right)} \quad (1.3)$$

$$A_2 = \frac{-E \frac{T}{2}}{\frac{T}{4} \left( 1 + e^{-\frac{T}{2R_t C}} \right) - R_t C \left( 1 - e^{-\frac{T}{2R_t C}} \right)} \quad (1.4)$$

Thay các giá trị  $A_1$  và  $A_2$  vào (1.2) ta có:

$$U_t(t) = \frac{E \left( 1 + e^{-\frac{T}{2R_t C}} - 2e^{-\frac{t}{R_t C}} \right)}{\left( 1 + e^{-\frac{T}{2R_t C}} \right) - \frac{4R_t C}{T} \left( 1 - e^{-\frac{T}{2R_t C}} \right)} \quad (1.5)$$

Biểu thức (1.5) cho thấy điện áp trên tải biến thiên theo quy luật hàm mũ cơ số  $e$ . Khi thay đổi phụ tải như giảm dòng tải, dòng qua tụ sẽ ít thay đổi vì  $\frac{dU_C}{dt} = \frac{I_C}{C} = const$  (nguồn dòng), do đó điện áp trên tải sẽ có dạng là những đường gần tuyến tính, góc khóa  $\beta = \omega \cdot t_k \approx \frac{\pi}{2}$ , với  $t_k$  là thời gian khóa của nghịch lưu.

Nghịch lưu dòng không có khả năng làm việc ở chế độ không tải, vì nếu  $R_t \rightarrow \infty$  thì  $U_t \rightarrow \infty$  và  $i_d \rightarrow \infty$ .

Trên thực tế khi  $R_t$  lớn vô cùng thì điện áp trên tải cũng tiến đến giá trị rất lớn, do đó quá trình chuyển mạch không thể thực hiện được, cũng như không có thiết bị bán dẫn nào chịu đựng nổi độ quá điện áp lớn như vậy.

Ngược lại khi tăng phụ tải nghĩa là tương đương với việc giảm  $R_t$ , lúc này dòng nạp cho tụ sẽ giảm, ngược lại dòng phóng của tụ qua tải sẽ tăng lên.

Điều đó dẫn đến giảm năng lượng tích trữ trong tụ, dạng điện áp trên tải sẽ có dạng gần với hình chữ nhật, nhưng góc  $\beta$  cũng giảm đáng kể và ảnh hưởng tới quá trình chuyển mạch của nghịch lưu.

Thời gian  $t_k$  là thời gian duy trì điện áp ngược đặt lên tiristo được xác định từ biểu thức (1.5) nếu cho  $U_t = 0$ :

$$U_t|_{t=t_k} = 0 = \frac{E \left( 1 + e^{-\frac{T}{2R_t C}} - 2e^{-\frac{t_k}{R_t C}} \right)}{\left( 1 + e^{-\frac{T}{2R_t C}} \right) - \frac{4R_t C}{T} \left( 1 - e^{-\frac{T}{2R_t C}} \right)} \quad (1.6)$$

Giải phương trình (1.6) ta tìm được:

$$t_k = R_t \cdot C \ln \frac{2}{1 + e^{-\frac{T}{2R_t C}}} \quad (1.7)$$

$$\beta = \omega \cdot t_k = k \ln \frac{2}{1 + e^{-\frac{\pi}{\alpha}}} \quad (1.8)$$

$$k = \omega \cdot R_t \cdot C \quad (1.9)$$

Biểu thức (1.8) và (1.9) cho thấy góc khóa của nghịch lưu phụ thuộc vào tần số, phụ tải và tụ chuyển mạch.

Để thỏa mãn điều kiện làm việc của nghịch lưu thì  $\beta_{\min} > \omega \cdot t_{\text{off}}$ , trong đó  $t_{\text{off}}$  là thời gian khóa của tiristo có trong trong số tay tra cứu.

### 1.1.1.3. Đặc tính của nghịch lưu dòng.

Nếu nguồn là nguồn dòng thì dạng dòng điện của nghịch lưu  $i_{NL}$  sẽ là dòng xoay chiều hình xung vuông góc (hình 1.3). Phân tích theo chuỗi Fourier và lấy thành phần điều hòa bậc 1 ta có biên độ của sóng điều hòa bậc 1 (sóng cơ bản) là:

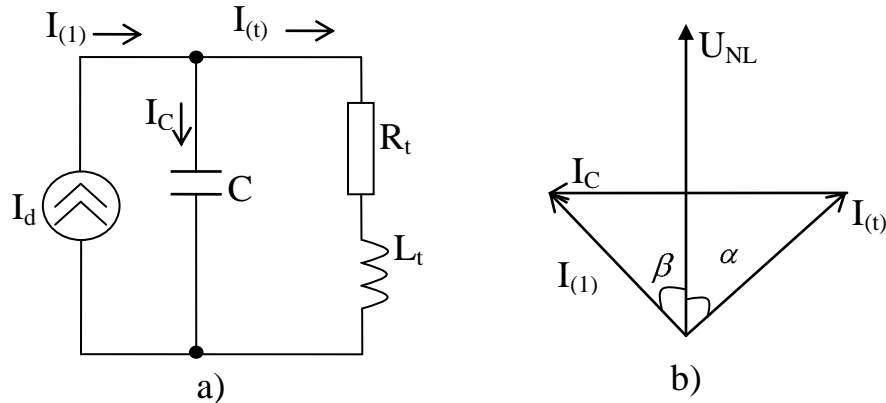
$$I_{m(1)} = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} i_{NL} \sin \theta d\theta = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} I_d \sin \theta d\theta = \frac{4}{\pi} I_d$$

Giá trị hiệu dụng của sóng cơ bản là:

$$I_{(1)} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} I_d \quad (1.10)$$



Sơ đồ thay thế của nghịch lưu nguồn dòng quy đổi về sóng điều hòa bậc 1 có dạng như ở hình 1.5a.



**Hình 1.5.** a) Sơ đồ thay thế - b) Biểu đồ véc tơ

Từ sơ đồ thay thế ta dựng được đồ thị véc tơ của nghịch lưu dòng :

$$I_{(1)} = I_C + I_t \quad (1.11)$$

Trong sơ đồ thay thế hình 1.5b  $U_{NL}$  chính là  $U_t$ .

$U_t$  - Điện áp trên tải hay là điện áp ra của nghịch lưu  $U_{NL}$ .

Nếu bỏ qua tổn hao trong nghịch lưu và coi  $\beta$  là góc lệch pha giữa điện áp ra của nghịch lưu và sóng cơ bản của dòng nghịch lưu, theo định luật bảo toàn năng lượng, công suất phía xoay chiều sẽ bằng phía một chiều  $P_d = P_1$ , tức là:

$$E \cdot I_d = n \cdot U_t \cdot I_{(1)} \cdot \cos \beta \quad (1.12)$$

Thay (1.10) vào (1.12) ta có:

$$E \cdot I_d = n \cdot U_t \cdot I(1) \cdot \cos \beta \quad (1.13)$$

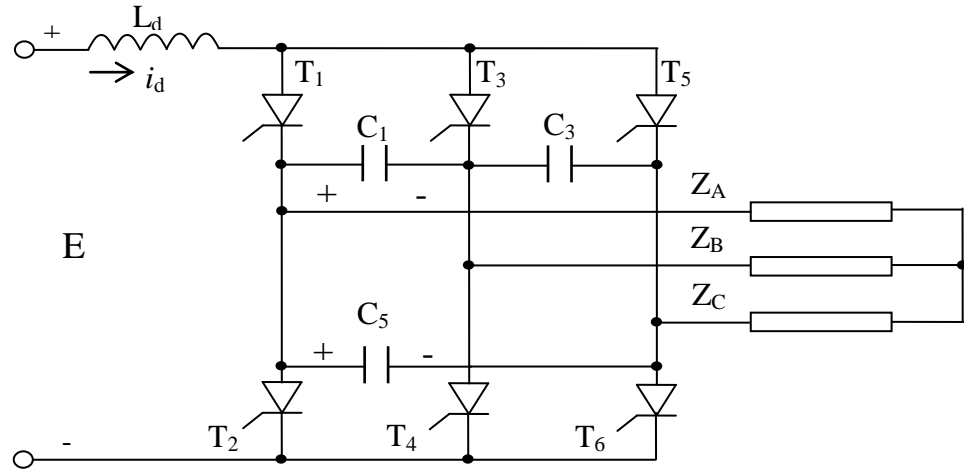
### 1.1.2. Nghịch lưu dòng ba pha.

Trong thực tế nghịch lưu dòng ba pha được sử dụng phổ biến vì công suất của nó lớn và đáp ứng được các ứng dụng trong công nghiệp.

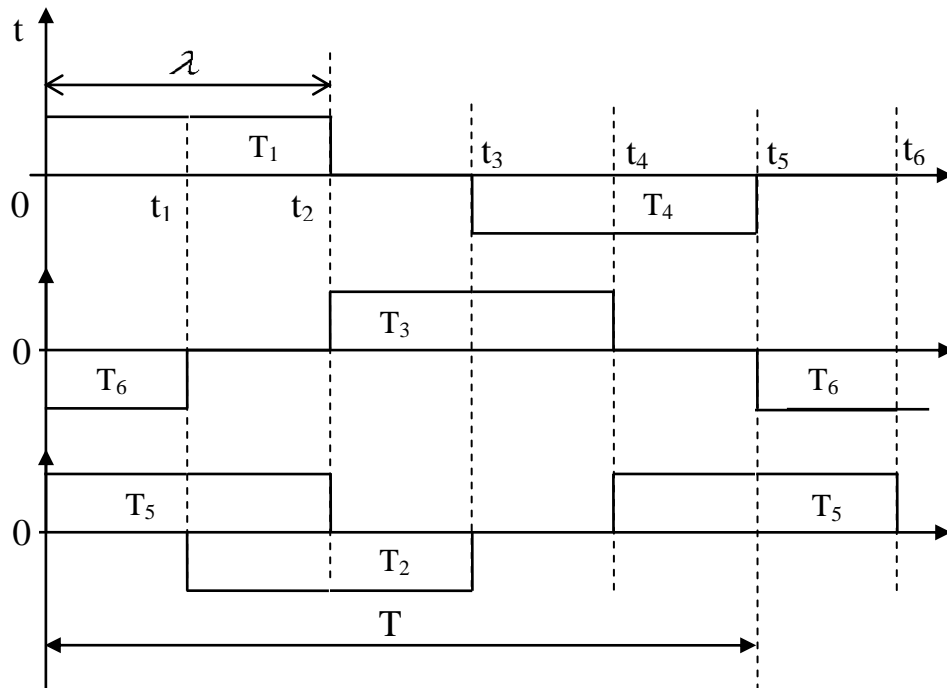
Cũng giống như nghịch lưu dòng một pha nghịch lưu dòng ba pha cũng sử dụng tiristo.

Để khoá được các tiristo thì phải có các tụ chuyển mạch  $C_1, C_3, C_5$ .

Vì là nghịch lưu dòng nên nguồn đầu vào phải là nguồn dòng, vì vậy giá trị cuộn cảm  $L_d = \infty$ .



**Hình 1.6.** Sơ đồ nghịch lưu dòng ba pha

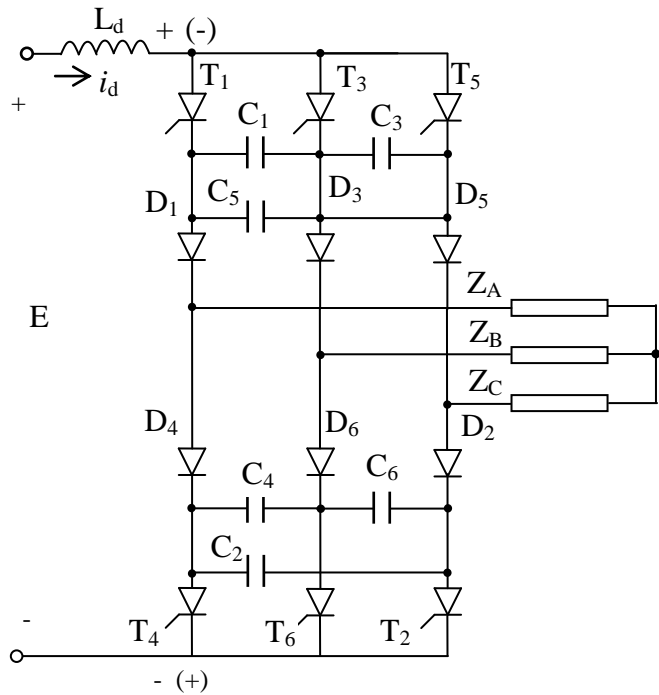


**Hình 1.7.** Giản đồ xung của nghịch lưu dòng ba pha.

Đảm bảo khoá được các tiristo chắc chắn và tạo ra dòng điện ba pha đối xứng thì luật dẫn điện của các tiristo phải tuân theo đồ thị như trên hình 1.7. Qua đồ thị ta thấy mỗi van động lực chỉ dẫn trong khoảng thời gian  $\lambda = 120^\circ$ .

Quá trình chuyển mạch bao giờ cũng diễn ra đối với các van trong cùng một nhóm.

Trong nghịch lưu nguồn dòng vì tải luôn mắc song song với tụ chuyển mạch nên giữa tải và tụ luôn có sự trao đổi năng lượng, ảnh hưởng này làm cho đường đặc tính ngoài khá dốc và hạn chế vùng làm việc của nghịch lưu dòng. Để làm giảm ảnh hưởng của tải đến quá trình nạp của tụ C, người ta sử dụng diốt ngăn cách  $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6$  (trên hình 1.8).



**Hình 1.8.** Nghịch lưu dòng ba pha có diốt ngăn cách.

Việc sử dụng các diốt này

đòi hỏi phía tụ chuyển mạch chia làm hai nhóm :

Nhóm  $C_1, C_3, C_5$  dùng để chuyển mạch cho các van  $T_1, T_3, T_5$ .

Nhóm  $C_2, C_4, C_6$  dùng để chuyển mạch cho các van  $T_2, T_4, T_6$ .

Nghịch lưu dòng như đã phân tích ở trên không chỉ tiêu thụ công suất phản kháng mà còn phát ra công suất tác dụng vì dòng  $i_d$  không đổi hướng nhưng dấu của điện áp hai đầu nguồn có thể đảo dấu. Điều đó có nghĩa là khi nghịch lưu làm việc với tải là động cơ điện xoay chiều động cơ có thể thực hiện hãm tái sinh.

## 1.2. NGHỊCH LƯU ÁP.

Nghịch lưu áp là thiết bị biến đổi nguồn áp một chiều thành nguồn áp xoay chiều với tần số tùy ý.

Nguồn áp vẫn là nguồn được sử dụng phổ biến trong thực tế. Hơn nữa điện áp ra của nghịch lưu áp có thể điều chế theo phương pháp khác nhau để có thể giảm được sóng điều hòa bậc cao.

Trước kia nghịch lưu áp bị hạn chế trong ứng dụng vì công suất của các van động lực điều khiển hoàn toàn còn nhỏ. Hơn nữa việc sử dụng nghịch lưu áp bằng tiristo khiến cho hiệu suất của bộ biến đổi giảm, sơ đồ điều khiển phức tạp.

Ngày nay công suất của các van động lực IGBT, GTO, MOSFET càng trở nên lớn và có kích thước gọn nhẹ, do đó nghịch lưu áp trở thành bộ biến đổi thông dụng và được chuẩn hóa trong các bộ biến tần công nghiệp. Do đó sơ đồ nghịch lưu áp trình bày sau đây sử dụng van điều khiển hoàn toàn.

Trong quá trình nghiên cứu ta giả thiết các van động lực là các khóa điện tử lý tưởng, tức là thời gian đóng và mở bằng không nên điện trở nguồn bằng không.

### **1.2.1. Nghịch lưu áp một pha.**

#### **1.2.1.1. Cấu tạo.**

Sơ đồ nghịch lưu áp một pha được mô tả trên hình 1.9. Sơ đồ gồm 4 van động lực chủ yếu là:  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  và các điôt  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ ,  $D_4$  dùng để trả công suất phản kháng về lưới và như vậy tránh được hiện tượng quá áp ở đầu nguồn.

Tụ C được mắc song song với nguồn để đảm bảo cho nguồn đầu vào là nguồn hai chiều (nguồn một chiều thường được cấp bởi chỉnh lưu chỉ cho phép dòng đi theo một chiều).

Như vậy tụ C thực hiện việc tiếp nhận công suất phản kháng của tải, đồng thời tụ C còn đảm bảo cho nguồn đầu vào là nguồn áp.

### 1.2.1.2. Nguyên lý làm việc.

Ở nửa chu kỳ đầu tiên ( $0 \div \theta_2$ ), cặp van  $T_1, T_2$  dẫn điện, phụ tải được đấu vào nguồn. Do nguồn là nguồn áp lên điện áp trên tải  $U_t = E$ , hướng dòng điện là đường nét đậm.

Tại thời điểm  $\theta = \theta_2$ ,  $T_1$  và  $T_2$  bị khóa, đồng thời  $T_3$  và  $T_4$  mở ra tải sẽ được đấu vào nguồn theo chiều ngược lại, tức là dấu điện áp trên tải sẽ đảo chiều và  $U_t = -E$  tại thời điểm  $\theta_2$ .

Do tải mang tính trở cảm nên dòng vẫn giữ nguyên hướng cũ (đường nét đậm)  $T_1, T_2$  bị khóa nên dòng phải khép mạch qua  $D_3, D_4$ . Suất điện động cảm ứng trên tải sẽ trở thành nguồn trả năng lượng thông qua  $D_3, D_4$  về tụ C (đường nét đứt).

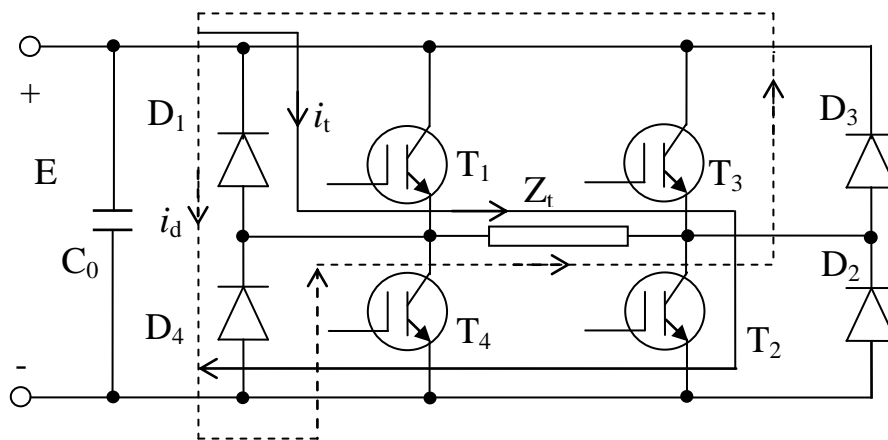
Tương tự như vậy đối với chu kỳ tiếp theo khi khóa cặp  $T_3, T_4$  dòng tải sẽ khép mạch qua  $D_1$  và  $D_2$ .

Đồ thị điện áp tải  $U_t$ , dòng điện tải  $i_t$ , dòng qua điốt  $i_D$  và dòng qua tiristo được biểu diễn trên hình 1.10.

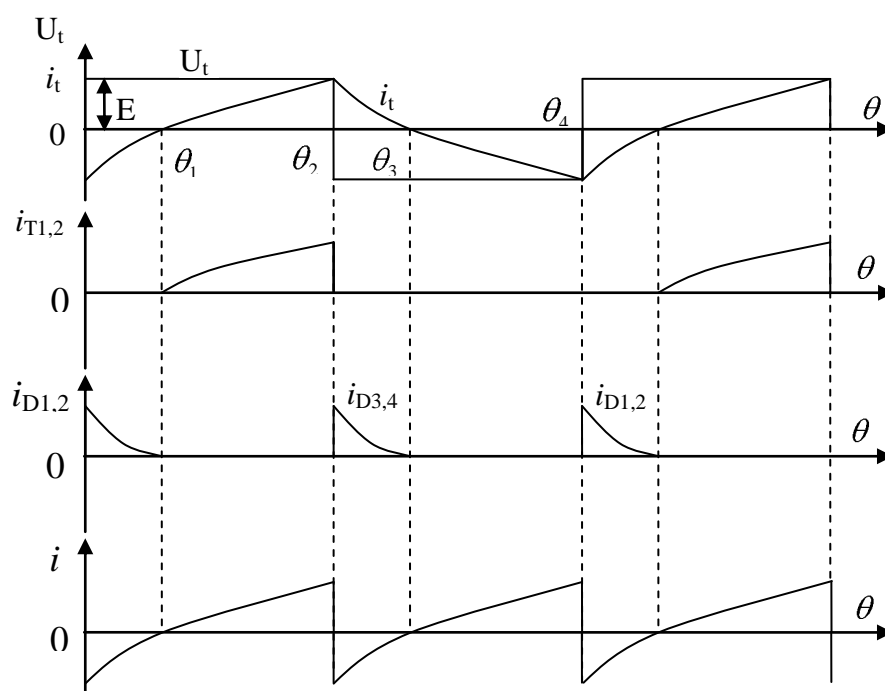
Biểu thức điện áp và dòng điện trên tải :

$$U_t = \frac{4E}{\pi} \sin \omega t$$

$$I_t = \frac{4E}{\pi \sqrt{R_t^2 + X_t^2}} \sin(\omega t - \varphi)$$



**Hình 1.9.** Sơ đồ nghịch lưu áp cầu một pha



**Hình 1.10.** Đồ thị nghịch lưu áp cầu một pha

Trên thực tế người ta thường dùng nghịch lưu áp với phương pháp điều chế độ rộng xung PWM để giảm bớt được kích thước của bộ lọc. Nguyên lý của phương pháp này sẽ được nghiên cứu ở phần sau.

### 1.2.2. Nghịch lưu áp ba pha.

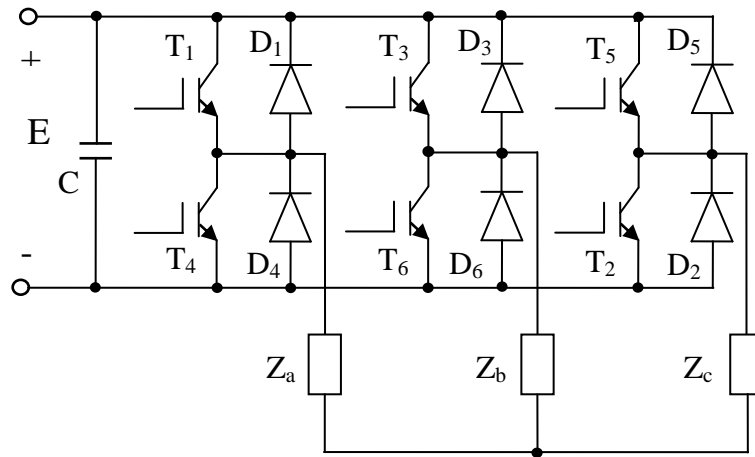
Sơ đồ nghịch lưu áp ba pha hình 1.11 được ghép từ ba sơ đồ một pha có điểm trung tính.

Để đơn giản hóa việc tính toán ta giả thiết như sau :

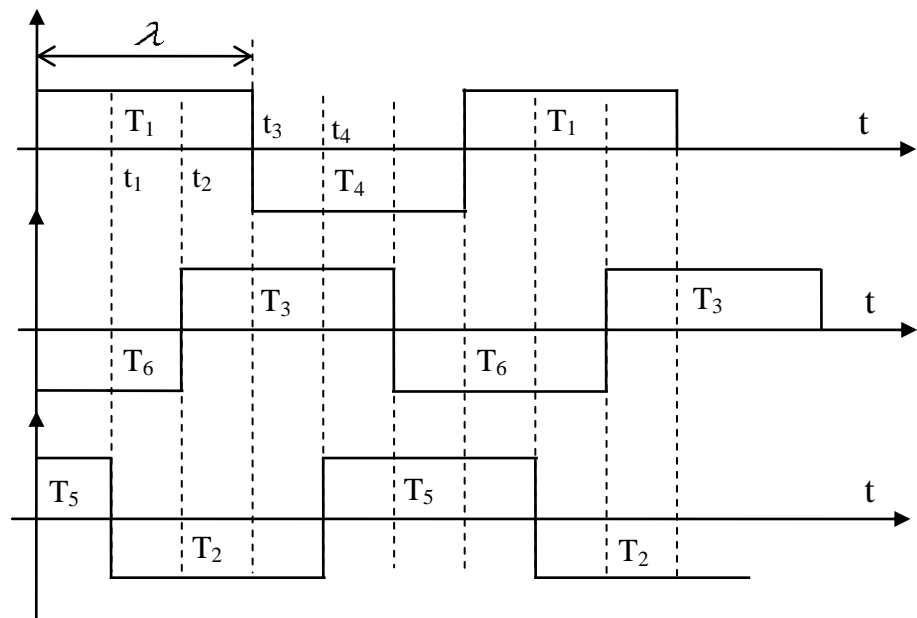
- Giả thiết các van là lý tưởng, nguồn có nội trở nhỏ vô cùng và dẫn điện theo hai chiều.
- Van động lực cơ bản  $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6$  làm việc với độ dẫn điện  $\lambda = 180^\circ, Z_a = Z_b = Z_c$ .

Các điôt  $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6$  làm chức năng trả năng lượng về nguồn và tụ C đảm bảo nguồn cấp là nguồn áp đồng thời tiếp nhận năng lượng phản kháng từ tải.

Ta xét cụ thể nguyên lý và luật điều khiển cho các tiristo như sau



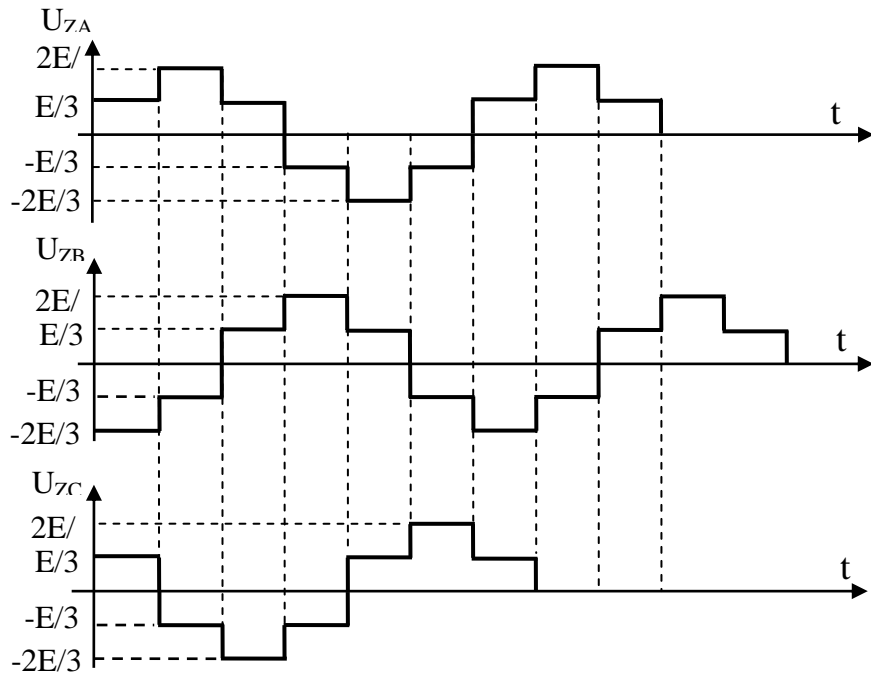
**Hình 1.11.** Sơ đồ nghịch lưu áp ba pha



**Hình 1.12.** Luật điều khiển các tiristo

Để đảm bảo tạo ra điện áp ba pha đối xứng luật dẫn điện của các van phải tuân theo đồ thị như trên hình (1.12).

Như vậy  $T_1, T_4$  dẫn điện lệch nhau  $180^\circ$  và tạo ra pha A.  $T_3, T_6$  dẫn điện lệch nhau  $180^\circ$  để tạo ra pha B.  $T_5, T_2$  dẫn điện lệch nhau  $180^\circ$  để tạo ra pha C, và các pha lệch nhau  $120^\circ$ .



**Hình 1.13.** Điện áp trên tải của mạch nghịch lưu

Dạng điện áp trên các pha  $U_{ZA}$ ,  $U_{ZB}$ ,  $U_{ZC}$  có dạng như trên hình 1.13 và có giá trị hiệu dụng được tính bởi công thức sau :

$$U_{pha} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} U_{pha}^2(\theta) d\theta} = \frac{\sqrt{2}}{3} E \quad (1.14)$$

Suy ra :

$$U_A(t) = \frac{2}{3} E \sin \omega t \quad (1.15)$$

$$U_B(t) = \frac{2}{3} E \sin(\omega t - 120^\circ) \quad (1.16)$$

$$U_C(t) = \frac{2}{3} E \sin(\omega t + 120^\circ) \quad (1.17)$$

Giá trị tụ C được tính theo công thức:  $C = \frac{ET_t}{3R_t \Delta U_C} (1 - 2 \ln 2)$  1.18

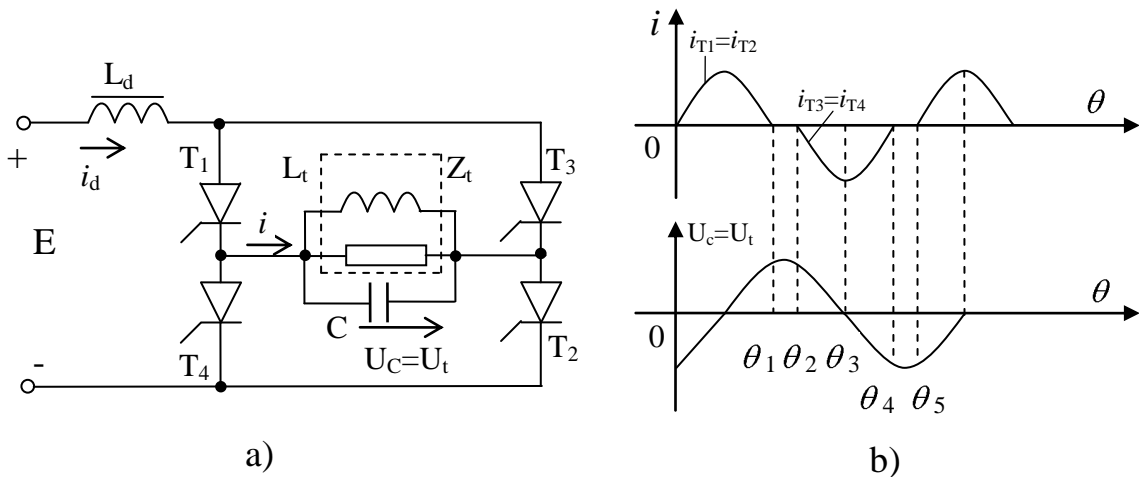


### 1.3. NGHỊCH LƯU CỘNG HƯỞNG.

Đặc điểm cơ bản của nghịch lưu cộng hưởng là quá trình chuyển mạch của van dựa vào hiện tượng cộng hưởng. Giá trị điện cảm không lớn như nghịch lưu dòng ( $L_d = \infty$ ) và không nhỏ hơn nghịch lưu áp ( $L_d = 0$ ), mà chiếm một vị trí trung gian sao cho khi kết hợp với điện cảm của tải  $L_t$  và tụ điện  $C$  thì trong mạch sẽ xuất hiện hiện tượng dao động.

#### 1.3.1. Nghịch lưu cộng hưởng song song.

Xét sơ đồ hình 1.14, khi  $t = 0$  cặp van  $T_1, T_2$  được mở ra. Tụ  $C$  được nạp qua mạch  $(+) \rightarrow L_d \rightarrow T_1 \rightarrow Z_t \rightarrow T_2 \rightarrow (-)$ . Dòng nạp cho tụ sẽ có dạng hình sin vì mạch dao động cộng hưởng.



**Hình 1.14.** a) Nghịch lưu cộng hưởng song song – b) Giải đồ xung

Tại thời điểm  $\omega.t = \theta_1$  dòng đi qua tải giảm về không do đó  $T_1$  và  $T_2$  bị khóa lại. Trong khoảng thời gian từ  $\theta_1$  đến  $\theta_2$  tất cả các tiristo đều bị khóa lại và  $L_t = 0$ . Điện áp trên  $T_1, T_2$  bằng nửa điện áp trên tụ  $U_c$  và điện áp nguồn  $E$ . Điện áp trên tụ trong khoảng thời gian  $\theta_1 \div \theta_2$  phải lớn hơn nguồn  $E$  đảm bảo khóa  $T_1$  và  $T_2$  chắc chắn. Tại thời điểm  $\omega.t = \theta_2$  cặp van  $T_3$  và  $T_4$  được mở ra. Điện áp trên  $T_1$  và  $T_2$  bằng điện áp nghịch của tụ  $C$  đặt lên ( $= U_c$ ), tụ được nạp theo chiều ngược lại và đảo dấu. Dòng nạp của tụ  $C$  cũng mang tính dao động

và giảm về không ở thời điểm  $\theta_4$ . Lúc này  $T_3, T_4$  khóa lại. Dòng qua tiristo có thể coi là xung sin :

$$I_t = I_m \cdot \sin \omega_0 t \quad (1.19)$$

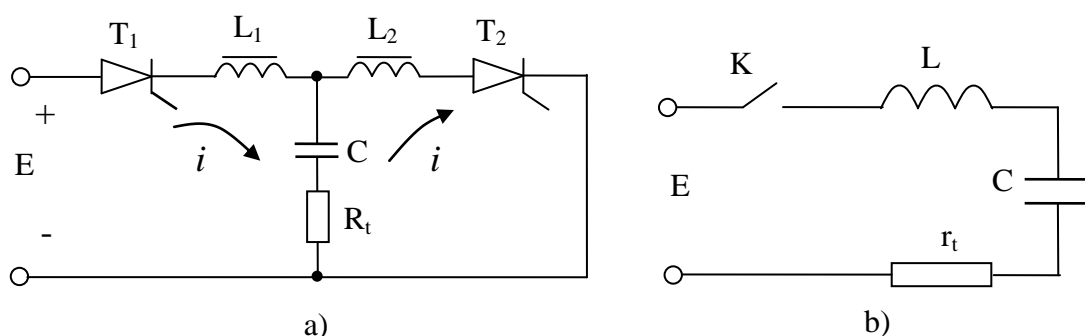
### 1.3.2. Nghịch lưu cộng hưởng nối tiếp.

Sơ đồ gồm hai cuộn cảm  $L_1$  và  $L_2$  được quấn trên cùng một lõi thép để tạo ra hiện tượng cảm ứng, tụ  $C$  được mắc nối tiếp với tải.

Các giá trị của  $L_1, L_2, C$  và  $R_t$  được chọn sao cho dòng qua tiristo là dòng dao động.

Nghịch lưu nối tiếp có ba chế độ làm việc :

a) Chế độ khóa tự nhiên :  $f_0 > f$ , dòng qua  $T_1$  giảm về không sau một thời gian mới mở  $T_2$ , chế độ này tương tự như chế độ làm việc của nghịch lưu song song.



**Hình 1.15.** Mạch nghịch lưu cộng hưởng nối tiếp và sơ đồ thay thế.

b) Chế độ giới hạn :  $f_0 = f$  dòng qua  $T_1$  giảm về không thì  $T_2$  được mở ra vì vậy chế độ này đảm bảo dòng tải  $i_t$  và điện áp trên tải  $U_t$  là hình sin.

c) Chế độ chuyển mạch cưỡng bức:  $f_0 < f$  khi  $T_1$  còn chưa khóa đã kích xung mở cho  $T_2$ .

Sở dĩ nghịch lưu nối tiếp có thể làm việc ở chế độ 2 và 3 là do hiện tượng cảm ứng của hai cuộn  $L_1$  và  $L_2$ .

Khi  $T_1$  còn đang dẫn đã mở cho  $T_2$ , dòng phóng qua tụ C qua  $L_2$  và  $T_2$  sẽ gây nên hiện tượng cảm ứng trong cuộn  $L_2$ . Sức điện động này có dấu chống lại sự tăng của dòng, tức là (+) ở bên trái và (-) ở bên phải.

Do  $L_1$  và  $L_2$  quấn trên cùng một lõi thép nên sức điện động này cảm ứng nên  $L_1$ . Như vậy  $T_1$  sẽ chịu một điện áp  $U_T$  :

$$U_T = E - (U_{L1} + U_{L2})$$

Các tham số được chọn sao cho  $U_t < 0$  nên  $T_1$  sẽ bị khóa lại.

Nghịch lưu chủ yếu làm việc ở hai chế độ trên. Nghịch lưu nối tiếp làm việc với dải phụ tải thay đổi tương đối rộng.

Để giữ cho điện áp trên tải là không đổi khi phụ tải thay đổi, cần thay đổi tần số của xung điều khiển  $f$ .

Chế độ  $f > f_0$  là chế độ mà nghịch lưu cộng hưởng làm việc như chế độ nghịch lưu dòng điện.

#### **1.4. NGHỊCH LƯU ĐIỀU BIẾN ĐỘ RỘNG XUNG PWM [1].**

Các bộ nghịch lưu đã trình bày ở trên có điện áp ra có chứa nhiều sóng hài. Để nâng cao chất lượng điện áp và dòng điện đầu ra của bộ nghịch lưu, bộ nghịch lưu điều biến độ rộng xung PWM (Pulse Width Modulation) được đưa ra nghiên cứu và ứng dụng.

Tiêu chuẩn đánh giá chất lượng của một bộ nghịch lưu là mức độ gần sin chuẩn của điện áp và dòng điện đầu ra. Trong tất cả các bộ nghịch lưu thì bộ nghịch lưu điều biến độ rộng xung được đánh giá là bộ nghịch lưu cho phép đưa ra dạng sóng gần sin nhất.

Nội dung cơ bản của kỹ thuật này là mỗi nửa chu kỳ dòng điện hay điện áp ra gồm nhiều đoạn hình chữ nhật có độ rộng thích hợp.

Ưu điểm của kỹ thuật này là :

Các thành phần điều hoà của điện áp hoặc dòng điện ra bị đẩy sang phía tần số cao do đó dễ lọc.

Cho phép thay đổi điện áp ra bằng sơ đồ có hai khoá chuyển mạch trong một pha.

Luật điều khiển của phương pháp điều biến độ rộng xung PWM được sử dụng nhiều nhất là luật so sánh. Tín hiệu điều khiển hình sin có tần số mong muốn sẽ được so sánh với các xung hình tam giác. Tần số chuyển mạch của nghịch lưu  $f_{cm}$  bằng tần số xung tam giác  $f_x$  có giá trị không đổi; tần số xung tam giác còn gọi là tần số mang.

Tần số tín hiệu điều khiển  $f_1$  có tên là tần số điều biến sẽ xác định tần số cơ bản của điện áp ra nghịch lưu.

Hệ số điều biến biên độ được định nghĩa là:

$$m_a = \frac{U_{dkm}}{U_{xm}} \quad (1.20)$$

Trong đó :

$U_{dkm}$  – biên độ của tín hiệu điều khiển.

$U_{xm}$  – biên độ của tín hiệu xung tam giác.

Hệ số điều biến tần số là :

$$m_x = \frac{f_x}{f_1} \quad (1.21)$$

Xét một chu kỳ điện áp mang ( hình 1.16).

Khi xếp chồng  $u_{dk}$  và  $u_x$  chúng cắt nhau tại các

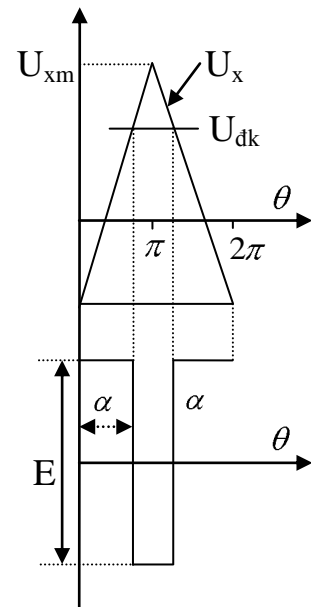
hoành độ  $\alpha$  và  $(2\pi-\alpha)$ . Các giao điểm của

chúng quyết định giá trị trung bình của điện áp ra.

$$U_{tb} = \frac{1}{2\pi} \left[ \int_0^{\alpha} \frac{E}{2} d\theta - \int_{\alpha}^{2\pi-\alpha} \frac{E}{2} d\theta + \int_{2\pi-\alpha}^{2\pi} \frac{E}{2} d\theta \right] = \frac{E}{2} \left( \frac{2\pi}{\alpha} - 1 \right) \quad (1.22)$$

Mặt khác ta có :

$$\alpha = \frac{\pi}{2} \left( 1 + m_a \right) \quad (1.23)$$



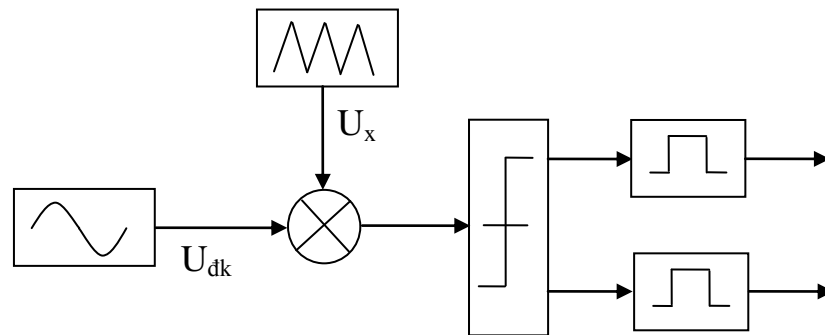
**Hình 1.16.**

*Luật điều khiển*

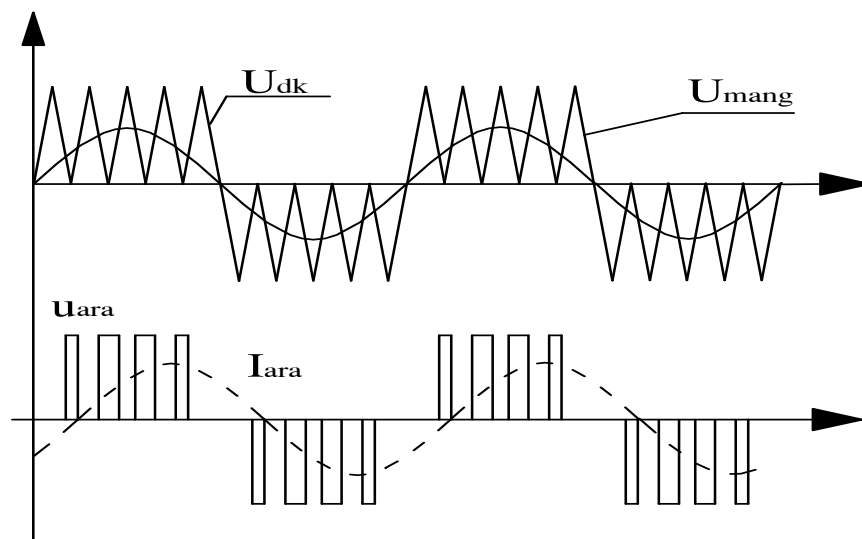
Do đó : 
$$\frac{2U_{tb}}{E} = m_a \quad (1.24)$$

Qua biểu thức (1.24) ta thấy rằng : giá trị trung bình của điện áp ra trong một chu kỳ điện áp mang tỉ lệ với điện áp điều khiển. Nếu điện áp điều khiển có dạng hình sin thì  $U_{tb}$  dạng hình sin. Người ta có thể điều chỉnh biên độ điện áp ra bằng cách tác động vào tỉ số  $U_{dkm}/U_{xm}$ .

Trên hình 1.17 biểu diễn sơ đồ khối điều khiển các tiristo của PWM. Từ sơ đồ cho ta thấy: hai tín hiệu điều khiển  $U_{dk}$  và tín hiệu sóng mang  $U_x$  đưa vào bộ so sánh. Khi hai điện áp này bằng nhau sẽ cho một xung, qua bộ chia xung ta đưa tới để điều khiển các tiristo tương ứng.



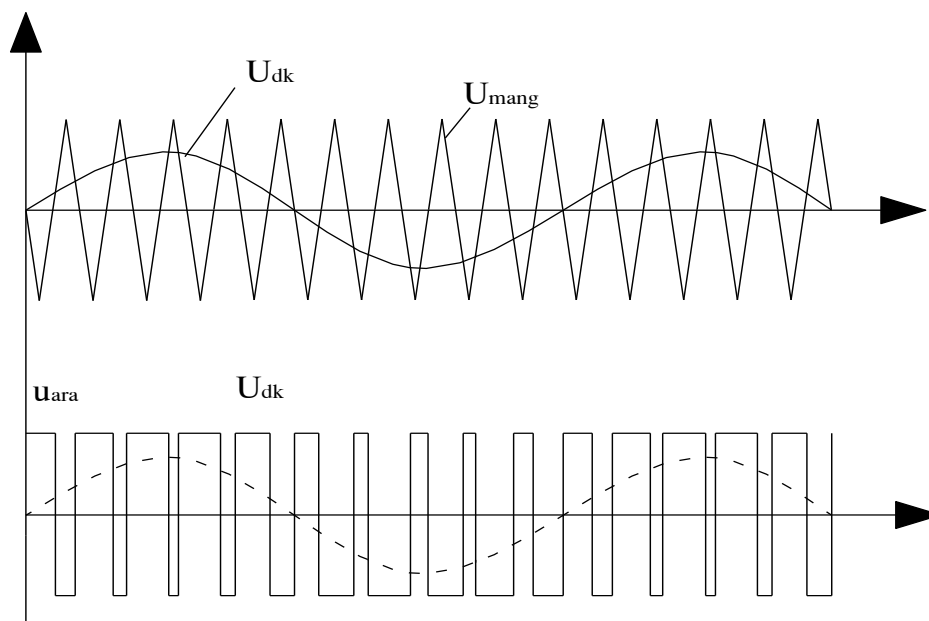
**Hình 1.17.** Sơ đồ khối bộ điều khiển các van của PWM.



**Hình 1.18.** Điện áp ra bộ nghịch lưu điều khiển bởi xung đơn cực.

Trên hình 1.17 biểu diễn phương pháp tạo điện áp ra bằng so sánh điện áp điều khiển hình sin và điện áp tam giác cân. Ở hình 1.18 là cách tạo ra điện áp bằng các xung đơn cực (điện áp mang trong trường hợp này chỉ có xung đơn cực dương hoặc âm).

Trong khi đó hình 1.19 là phương pháp tạo điện áp ra bằng các xung lưỡng cực (điện áp mang lúc này có xung với hai cực tính khác nhau).



**Hình 1.19.** Điện áp ra bộ nghịch lưu điều khiển bởi xung lưỡng cực.

Ưu điểm của sơ đồ điều biến độ rộng xung điện áp đơn cực là tần số điện áp ra gấp đôi tần số chuyển mạch và điện áp đầu ra khi chuyển mạch thay đổi với trị số  $U_d$  so với  $2U_d$  ở sơ đồ chuyển mạch điện áp lưỡng cực. Do tần số điện áp gấp đôi tần số chuyển mạch nên dải tần số thành phần sóng hài gấp đôi so với sơ đồ nghịch lưu điều biến với chuyển mạch điện áp lưỡng cực.

Một số lưu ý khi chọn trị số  $m_f$  và  $m_a$ :

### **Trị số $m_f$**

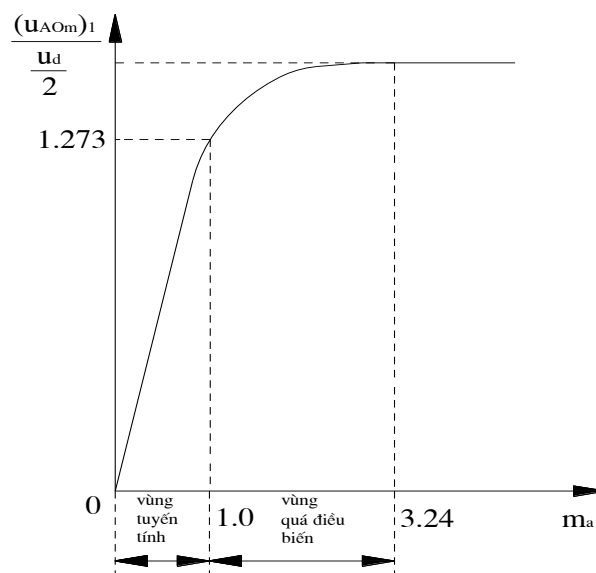
Với  $m_f$  là số lẻ, các thành phần sóng hài bậc chẵn sẽ không tồn tại và các hệ số hàm cos sẽ bằng không.

Lựa chọn tần số chuyển mạch và hệ số điều biến tần số: để giảm thành phần sóng hài bậc cao, do đó giảm kích thước và giá thành bộ lọc, tần số chuyển mạch nên chọn trị số lớn. Tuy nhiên tổn hao do chuyển mạch của nghịch lưu sẽ tăng tỉ lệ với tần số chuyển mạch.

### **Trị số $m_a$**

Khi  $m_a < 1$  phương pháp điều khiển có ưu thế tạo được quan hệ tuyến tính giữa biên độ điện áp thành phần cơ bản và hệ số tuyến tính. Tuy nhiên không thể tăng trị số điện áp đó lên cao được.

Khi  $m_a > 1$  thì có thể tăng biên độ điện áp tần số cơ bản, phương pháp này là quá điều biến, so với phương pháp  $m_a < 1$  thì phương pháp  $m_a > 1$  có nhiều sóng hài hơn.



**Hình 1.20.** Quan hệ điện áp và  $m_a$

Mạch nghịch lưu ba pha PWM gồm ba mạch nghịch lưu một pha ghép lại với nhau.

Trong sơ đồ nghịch lưu ba pha ta có thể sử dụng chung một bộ phát dao động sóng mang. Còn điện áp điều khiển để so sánh thì phải có 3 bộ phát dao động hình sin có cùng biên độ nhưng lệch pha nhau  $120^\circ$  theo thứ tự pha.

## **CHƯƠNG 2: XÂY DỰNG HỆ THỐNG BIẾN ĐỔI DC/AC TỪ 6VDC LÊN 220VAC TẦN SỐ 50Hz**

### **2.1. LỰA CHỌN HỆ THỐNG BIẾN ĐỔI DC/AC.**

Ta đưa ra thông số và yêu cầu bộ nghịch lưu cần thiết kể như sau:

Nguồn cấp là Acquy 6VDC/20Ah.

Công suất 100W.

Điện áp đầu ra 220VAC/50Hz.

Với nguồn cấp là Acquy nên ta sử dụng mạch nghịch lưu độc lập. Như vậy ta có ba sự chọn lựa : Nghịch lưu độc lập nguồn áp, nguồn dòng và cộng hưởng.

Mạch nghịch lưu độc lập dòng điện được cấp từ nguồn dòng, ở đây ta sử dụng nguồn cấp là acquy nên không phù hợp.

Mạch nghịch lưu độc lập cộng hưởng có dạng điện áp ra gần sin nhất, tuy nhiên với tần số lớn từ 500Hz trở lên do vậy không phù hợp để sử dụng cho mạch mà ta cần thiết kế.

Như vậy ta sử dụng mạch nghịch lưu độc lập nguồn áp, có hai lựa chọn:

Nghịch lưu độc lập nguồn áp một pha.

Nghịch lưu độc lập nguồn áp ba pha sau đó lấy một pha để sử dụng.

Nghịch lưu độc lập nguồn áp ba pha có dạng hình sin hơn so với nghịch lưu độc lập nguồn áp một pha, tuy nhiên với mục đích sử dụng như ban đầu ta đưa ra thì hoàn toàn không cần thiết phải dùng như vậy, bởi bộ nghịch lưu áp ba pha cho chi phí cao hơn và tính toán điều khiển cũng phức tạp hơn rất nhiều, trong khi đó ta chỉ cần sử dụng một pha cho nhu cầu sinh hoạt hàng ngày.

Do vậy ta sẽ chọn mạch nghịch lưu độc lập nguồn áp một pha với các thông số và yêu cầu đã đề ra.

Bộ biến đổi DC/AC sẽ gồm hai thành phần chính như sau :



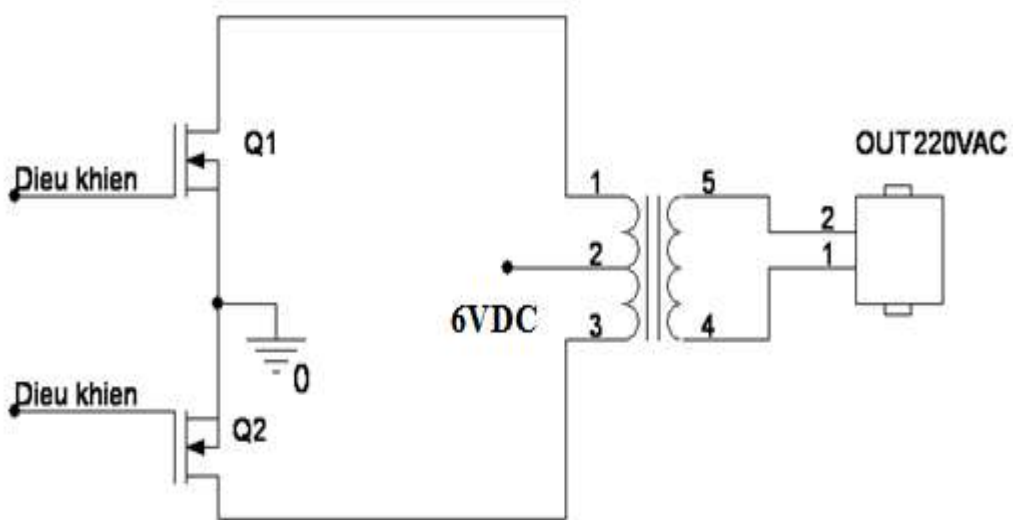
Mạch điều khiển : Có nhiệm vụ phát xung vuông dao động với tần số 50 Hz cấp xung mở cho transistor, transistor dẫn sẽ làm cho mosfet dẫn.

Mạch lực bộ nghịch lưu một pha : có nhiệm vụ đẩy kéo điện áp 6V DC lên 220VAC tần số 50Hz.

## 2.2. THIẾT KẾ MẠCH BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP DC/AC TỪ 6VDC LÊN 220VAC TẦN SỐ 50Hz

### 2.2.1. Nguyên lý mạch biến đổi điện áp.

Nguyên lý mạch nâng điện áp ac quy có thể trình bày như sau:



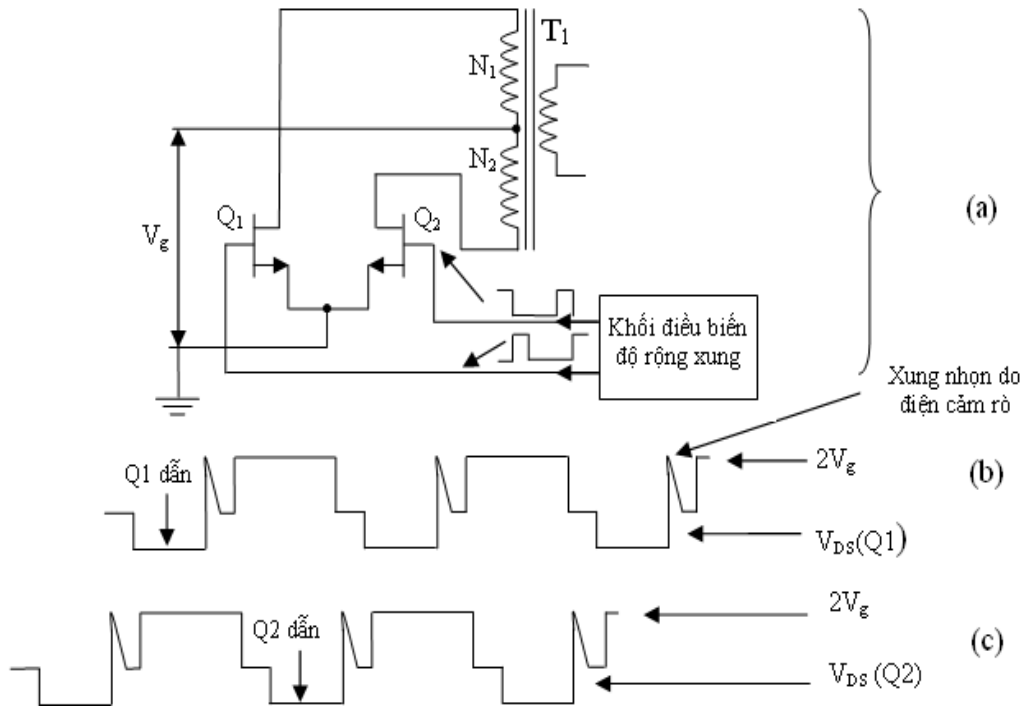
*Hình 2.1. Sơ đồ nguyên lý mạch nâng điện áp.*

Điện áp acquy được đưa tới điểm trung tính của cuộn sơ cấp biến áp  $T_1$ , hai Mosfet  $Q_1$  và  $Q_2$  nối chung cổng nguồn S để nối tới cực âm của acquy, các cổng máng D của  $Q_1$  và  $Q_2$  nối với các đầu còn lại của sơ cấp máy biến áp rồi được nối với cực dương của acquy

### 2.2.2. Mạch khuếch đại đẩy kéo ( push-pull ).

#### 2.2.2.1. Giới thiệu về mạch push-pull [9].

Nguyên lý mạch đẩy kéo dạng xung dòng, áp được trình bày như sau:



**Hình 2.2.** Sơ đồ nguyên lý mạch Push-pull và đồ thị các dạng xung.

a) Sơ đồ nguyên lý

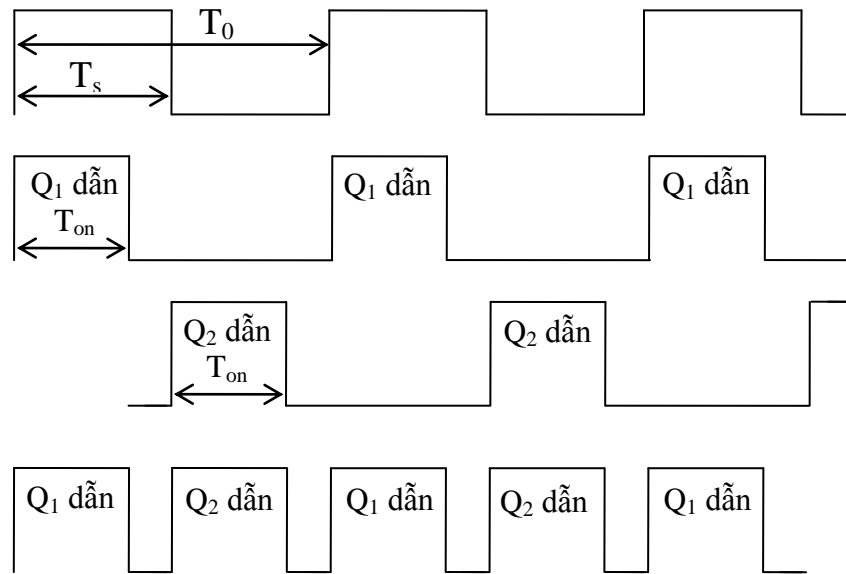
b) Xung điện áp  $V_{DS}$  của van  $Q_1$

c) Xung điện áp  $V_{DS}$  của van  $Q_2$

Sơ đồ gồm một máy biến áp với một hoặc nhiều cuộn thứ cấp. Cuộn thứ cấp cung cấp một cặp xung vuông lệch nhau  $180^\circ$  mà biên độ của nó được xác định bởi số vòng dây cuộn thứ cấp. Hai van động lực  $Q_1$  và  $Q_2$  là loại mosfet. Khi hai van mở sẽ làm điện áp rơi trên cuộn sơ cấp giảm đi một lượng là  $V_{DS}$  ( là điện áp rơi trên hai cực D và S của van ).

Điện áp  $V_{DS}$  phụ thuộc vào nội trở  $R_{DS-on}$  của van khi dẫn và dòng chảy qua van.

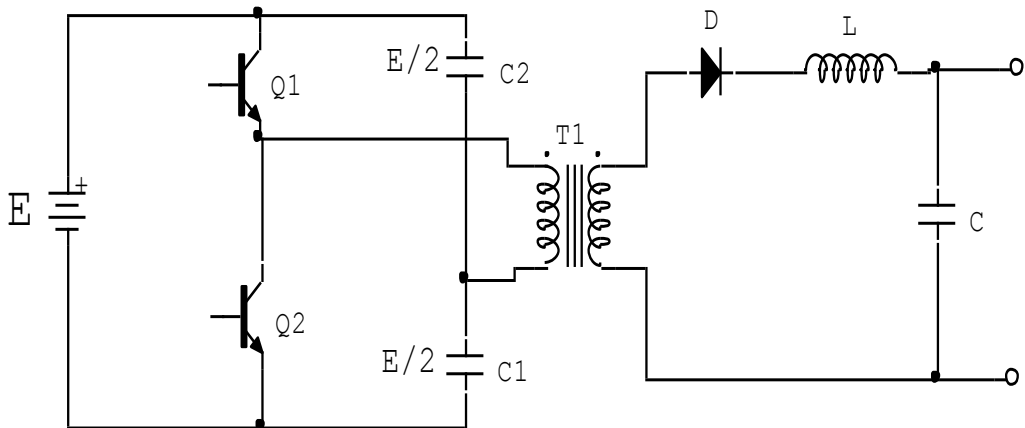
Khi một trong hai van mở nó sẽ đặt một xung áp hình vuông có trị số  $V_g - V_{DS}$  đến nửa cuộn sơ cấp.



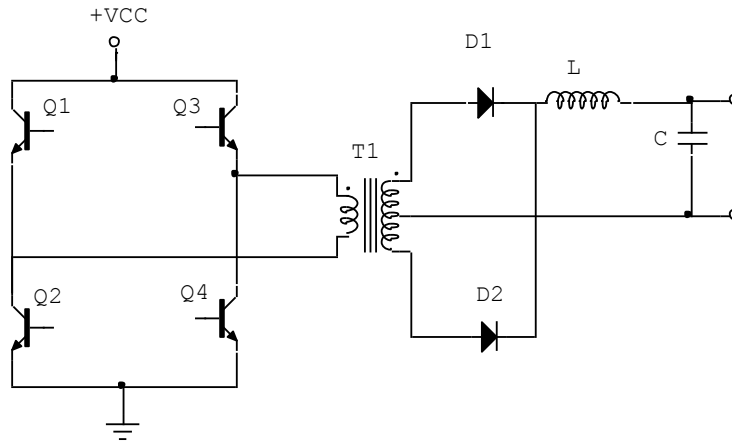
**Hình 2.3.** Dạng sóng điện áp ra.

**2.2.2.2. Nguyên nhân sự lựa chọn đẩy kéo cho bộ biến đổi điện áp.**

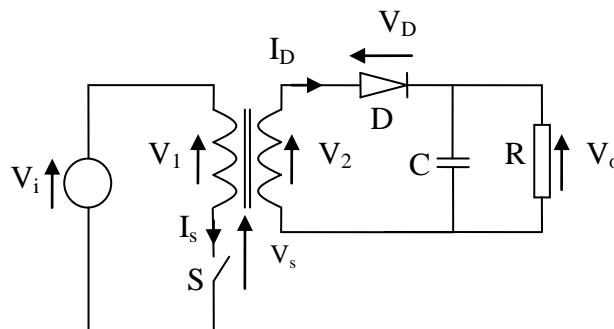
Để nâng điện áp từ điện áp acquy lên thành điện áp cao có thể dùng rất nhiều mạch biến đổi như là: bộ Push-pull như đã trình bày ở trên, bộ Half bridge, bộ Full-bridge, hay bộ Flyback.



**Hình 2.4.** Sơ đồ nguyên lý mạch Half bridge.



**Hình 2.5.** Sơ đồ nguyên lý mạch Full bridge



**Hình 2.6.** Sơ đồ nguyên lý mạch Flyback

Tuy nhiên bộ Flyback chỉ dùng cho mạch công suất bé dưới 100W. Với cùng một lõi biến áp thì bộ Half bridge và bộ Full bridge có công suất cao hơn so với bộ Push -pull. Nhưng trong mạch Half bridge thì cần có thêm hai tụ và vì điện áp trên cuộn dây chỉ bằng nửa điện áp nguồn cấp cho nên với cùng một điện áp ra cuộn thứ cấp trong biến áp của bộ Half bridge có số vòng dây lớn gấp đôi của bộ Push pull.

Bộ Full bridge khắc phục được nhược điểm có số vòng thứ cấp lớn của bộ half bridge nhưng nó cần tới 4 Mosfet trong mạch lực, khiến mạch trở nên phức tạp, cồng kềnh, tăng chi phí cho sản phẩm. Với công suất không lớn (150W) ta sẽ sử dụng mạch push pull là hợp lý, vì mạch này tuy có tới hai cuộn sơ cấp nhưng cuộn sơ cấp có số vòng nhỏ nên sẽ kinh tế hơn .

#### 2.2.4. Tính toán biến áp động lực [4].

Thiết kế biến áp động lực với tổng tổn thất nhỏ nhất, sẽ gồm một số bước cơ bản như sau:

Bước 1. Xác định các thông số tính toán.

Điện trở suất dây quấn  $\rho(\Omega\text{-cm})$ .

Dòng điện hiệu dụng tổng đã quy đổi về bên sơ cấp  $I_{tot}$  (A).

Tỉ số biến áp  $N_2/N_1$ .

Từ thông cuộn sơ cấp  $\lambda_1$  (Vs).

Tổng tổn hao  $P_{tot}$  (W).

Hệ số lấp đầy  $K_u$ .

Hằng số và số mũ tổn hao lõi  $K_{Fe}$  ( $\text{W/cm}^3 \cdot \text{T}^\beta$ ).  $\beta$

Bước 2. Chọn loại lõi thích hợp.

Áp dụng công thức sau tính được  $K_{gfe}$ .

$$K_{gfe} \geq 10^8 \cdot \frac{\rho \lambda_1^2 \cdot I_{0t}^2 \cdot K_{fe}^{\left(\frac{2}{\beta}\right)}}{4 \cdot K_u \cdot P_{tot}^{\left(\frac{\beta+2}{\beta}\right)}} \quad (2.2)$$

Tra bảng chọn loại lõi và tên lõi.

Bước 3. Kiểm tra mật độ từ cảm đỉnh.

Với lõi đã chọn ở bước 2 ta có các kích thước hình học của lõi như MTL,  $A_c$ ,  $l_m$ ,  $W_A$ .

Tính được mật độ từ cảm đỉnh theo công thức sau:

$$\Delta B_{th} = \left[ 10^8 \frac{\rho \lambda_1^2 \cdot I_{tot}^2}{2 \cdot K_u} \cdot \frac{(MTL)}{W_A \cdot A_c^3 \cdot l_m} \cdot \frac{1}{\beta \cdot K_{fe}} \right]^{\frac{1}{\beta+2}} \quad (2.3)$$

Kiểm tra nếu  $\Delta B$  nhỏ hơn mật độ từ cảm bão hòa của lõi thì lõi đã chọn thỏa mãn. Ngược lại thì ta phải chọn một lõi có kích thước lớn hơn so với lõi đã chọn.

Bước 4. Tính số vòng các cuộn dây và kích thước dây quấn.

Số vòng cuộn sơ cấp tính theo công thức:

$$n_1 = 10^4 \cdot \frac{\lambda_1}{2 \cdot \Delta B \cdot A_c} \quad (2.4)$$

Chọn số vòng cuộn thứ cấp theo tỉ số biến áp:

$$n_2 = n_1 \cdot \left( \frac{n_2}{n_1} \right) \quad (2.5)$$

$$n_3 = n_1 \cdot \left( \frac{n_3}{n_1} \right)$$

.....

Tính các hệ số  $\alpha_i$  theo các công thức sau:

$$\alpha_1 = \frac{n_1 \cdot I_1}{n_1 \cdot I_{tot}}$$

$$\alpha_2 = \frac{n_2 \cdot I_2}{n_1 \cdot I_{tot}}$$

.....

$$\alpha_k = \frac{n_k \cdot I_k}{n_1 \cdot I_{tot}}$$

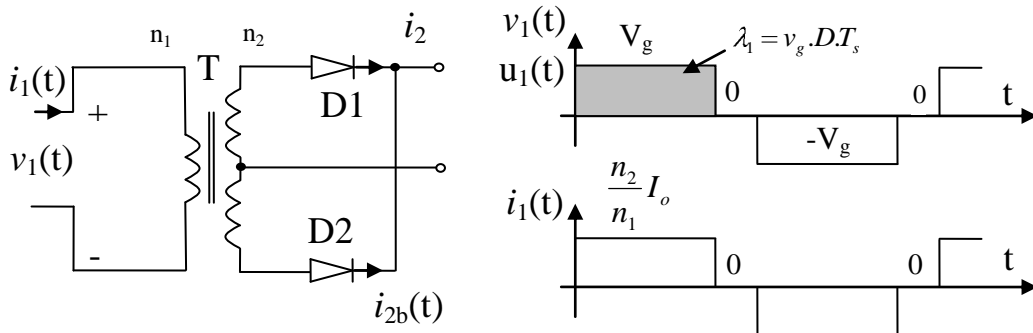
(2.6)

Chọn tiết diện dây quấn theo công thức:

$$A_{w1} \leq \frac{\alpha_1 \cdot K_u \cdot W_A}{n_1}$$

$$A_{w1} \leq \frac{\alpha_2 \cdot K_u \cdot W_A}{n_2}$$

(2.7)



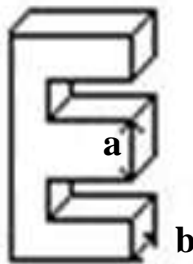
**Hình 2.7.** Dạng xung áp và dòng của biến áp mạch push-pull.

Với bộ nghịch lưu mà chúng ta thiết kế theo thông số thực nghiệm đo được thì công suất ra của biến áp phải là 110W.

Với mạch push pull ta có giản đồ xung như hình 2.7. Biến áp thiết kế dùng cho mạch push pull nên bên sơ cấp có hai cuộn. Tuy nhiên để dễ tính toán ta quy về một cuộn như hình vẽ. Thực tế dạng sóng  $i_{2b}(t)$  cũng giống như  $i_{2a}(t)$  nhưng lệch pha  $180^\circ$ .

Trong trường hợp này điện áp  $V_g$  chính là điện áp trên hai cực của acquy. Acquy dùng cho bộ nghịch lưu là loại acquy chì 6V-20Ah.  $V_{gmax}$  khi acquy nạp đầy là V. Chọn tần số chuyển mạch  $f_s = 50 \text{ Hz}$ , như vậy tần số hoạt động của biến áp là  $f_0 = 50\text{Hz}$ .

Biến áp thực tế sử dụng trong mạch:



Biến áp có kích thước :  $a = 3(\text{cm})$ ,  $b = 5,5 (\text{cm})$

Công thức tính số vòng cho một volt là : 
$$N = \frac{10^8}{4.44 \times S \times F \times B}$$

Với :  $S$  tính =  $\text{cm}^2$

$F$  tính = Hezt

$B$  tính = Gausse (chọn 10.000)

Biến áp có điện thế nguồn là 6 Volt, điện thế ra là 220 Volt dòng thứ cấp là 0.5 (A), ta sử dụng sắt từ có lõi điện tích là  $16,5 \text{ cm}^2$ , tần số 50 Hz.

Tính công suất và dòng sơ cấp :

Công suất cuộn thứ cấp là : 220 Volt x 0,5 Ampere = 110 Watt

Nguồn 6 Volt do đó dòng sơ cấp  $I = 110 \text{ Watt} / 6 \text{ Volt} = 18,3 \text{ (A)}$

Tính số vòng dây:

Thay trị số vào công thức trên ta có :

$$N = \frac{10^8}{4.44 \times 16.5 \times 50 \times 10.000} = 2,73 \text{ vòng / volt}$$

Do đó ta quấn thứ cấp : 220 volt x 2,73 vòng = 600 vòng

Sơ cấp : 6 volt x 2.73 vòng = 16,4 vòng

Tính cỡ dây :

$$D(mm) = \frac{\sqrt{I}}{2} \quad (2)$$

Thay giá trị vào công thức (2) tìm được cỡ dây thứ cấp là :

$$\frac{\sqrt{0.5}}{2} = 0.35(mm)$$

Thay giá trị vào công thức (2) tìm được cỡ dây sơ cấp là :

$$\frac{\sqrt{18,3}}{2} = 2,1(mm)$$

### 2.2.5. Giới thiệu về IC chuyên dụng sử dụng trong mạch [13]

Trong mạch điều khiển bộ nghịch lưu ta hoàn toàn có thể sử dụng các mạch riêng rẽ ghép lại với nhau. Mỗi một mạch sẽ thực hiện một khâu riêng: có thể là tạo xung, so sánh hoặc là một khâu khuếch đại. Tuy nhiên điều này sẽ làm cho mạch trở nên cồng kềnh, tăng chi phí cho sản phẩm, hơn nữa việc dùng nhiều các phần tử như vậy sẽ làm cho mạch thiếu tính ổn định. Điều này là rất quan trọng đối với một mạch điện tử công suất.



Dựa trên nguyên lý điều khiển chung như đã trình bày ở trên, hiện nay các hãng đã chế tạo ra IC chuyên dụng điều biến độ rộng xung PWM dùng cho các nguồn chuyên mạch. Chúng đã tạo ra được một cuộc cách mạng trong việc chế tạo bộ nguồn chuyên mạch.

Ngoài IC CD4047BC trên thị trường hiện nay còn có một số loại IC chuyên dụng điều biến độ rộng xung như LT1524, SG3524, HCF4047B, HCC4047B, SG3525, TL494.

Loại IC chuyên dụng này có nhiều ưu điểm vượt trội như :

Làm việc với dải điện áp rộng:  $3.0V \div 15V$  đối với CD4047BC ,  $3.0 \div 18V$  với HCC4047B.

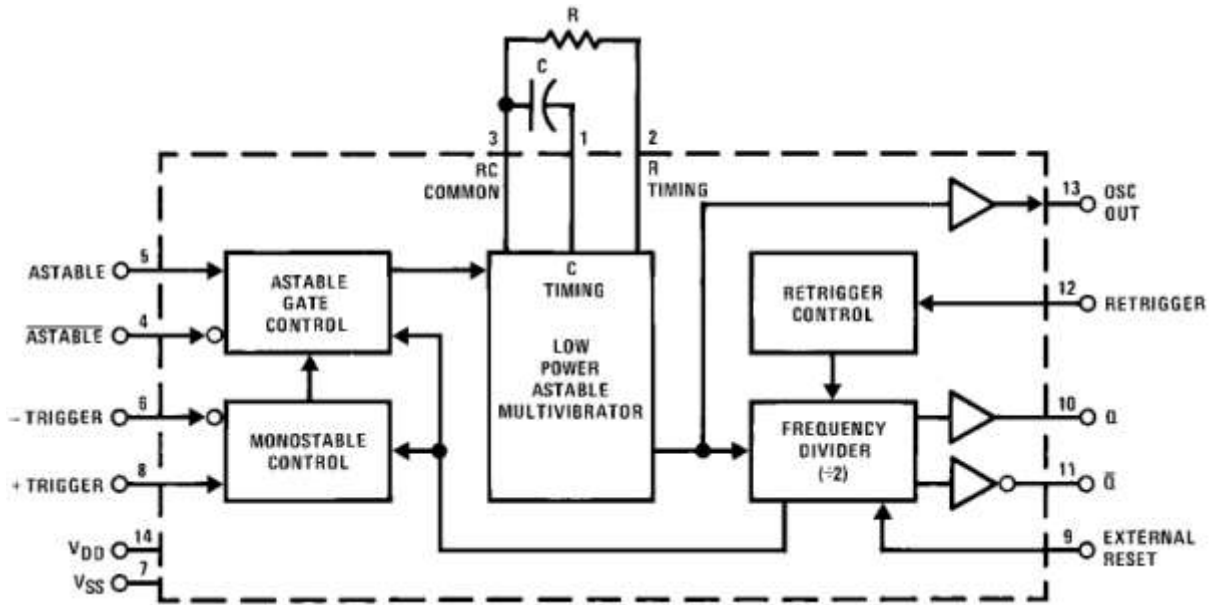
Có khả năng chống nhiễu cao.

Hoạt động ổn định trong dải nhiệt độ khá rộng:  $-65^{\circ}C \div 150^{\circ}C$  với CD4047BC.

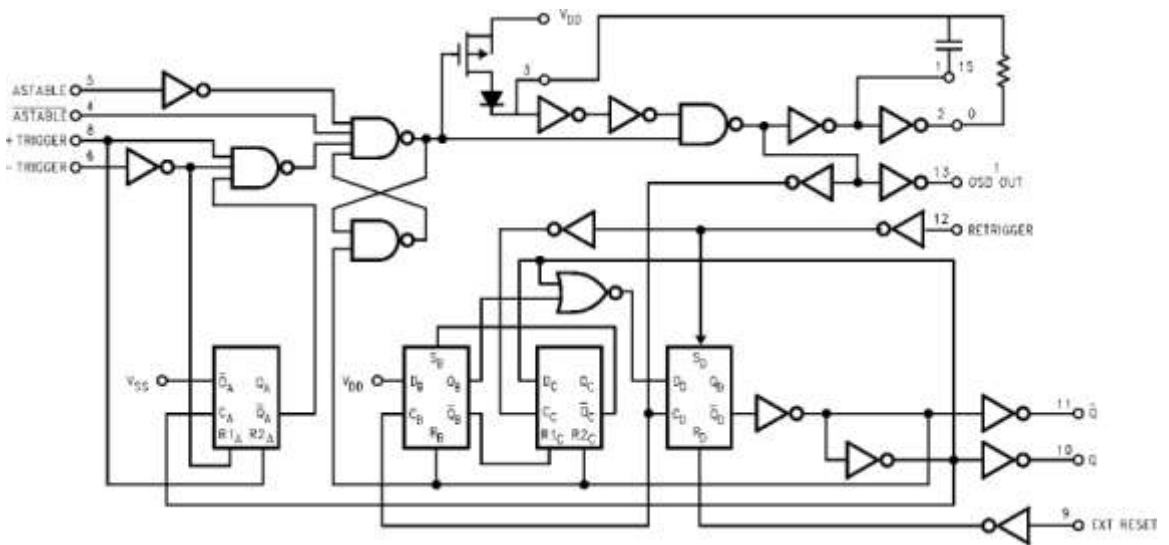
Tạo được sóng ra với tần số khá cao 300 kHz.

Tiêu thụ năng lượng rất thấp 100 mW.

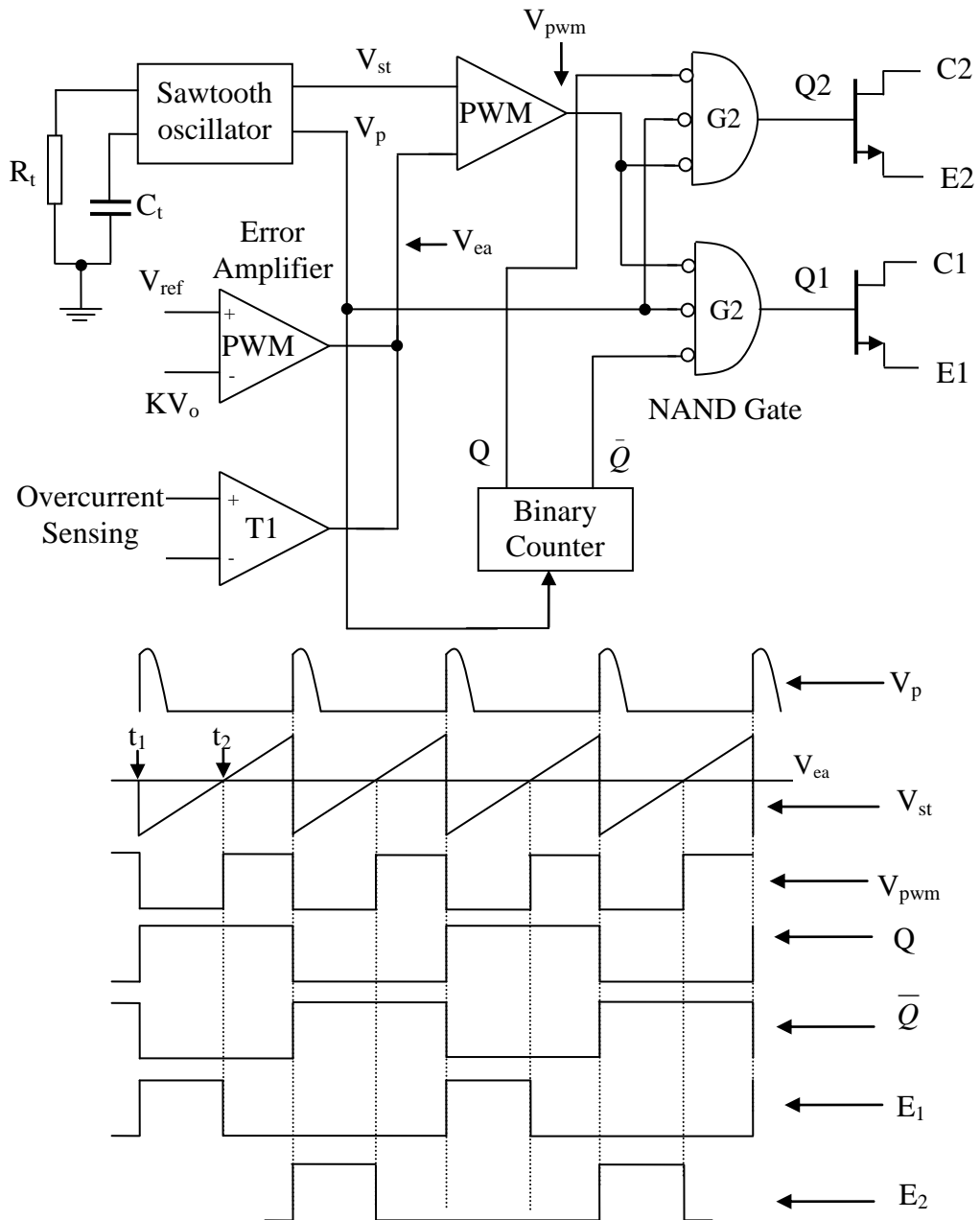
Mỗi hãng chế tạo các IC này có đôi chút khác nhau song sơ đồ cấu tạo và nguyên lý hoạt động của chúng đều có những điểm giống nhau cơ bản và được trình bày như hình 2.21. Do vậy trong thiết kế mạch điều khiển bộ nghịch lưu ta hoàn toàn có thể thay thế các IC này cho nhau khi cần thiết.



Hình 2.8 . Sơ đồ khối của IC CD4047BC.



Hình 2.9 . Sơ đồ logic của IC CD4047BC.



**Hình 2.10 . Sơ đồ cấu tạo và nguyên lý hoạt động của IC chuyên dụng.**

Một bộ dao động răng cưa sinh ra một xung răng cưa (hình 2.21) có biên độ khoảng  $3,3V$ ,  $V_{st}$ .

Mức điện áp một chiều ở nền xung răng cưa vào khoảng  $0,5V$  và ở đỉnh là  $4,5V$ .

Chu kỳ xung răng cưa được xác định bởi thành phần điện trở và tụ điện bên ngoài  $R_t$  và  $C_t$ , giá trị xấp xỉ :  $T = R_t.C_t$

Một bộ khuếch đại sai số so sánh một phần điện áp ngõ ra  $KV_0$  với điện áp chuẩn  $V_{ref}$  và sinh ra điện áp sai số  $V_{ea}$ ,  $V_{ea}$  được so sánh với điện áp răng cưa  $V_{st}$  trong bộ điều biến độ rộng xung PWM. Chú ý rằng trong bộ khuếch đại sai số, một phần của điện áp ngõ ra  $KV_0$  được cấp đến ngõ đảo để khi  $V_0$  tăng thì điện áp sai số  $V_{ea}$  giảm.

Trong bộ điều biến độ rộng xung PWM xung răng cưa được cấp vào ngõ vào không đảo và  $V_{ea}$  được cấp đến ngõ vào đảo. Do đó ngõ ra khối PWM là xung vuông  $V_{pwm}$ . Giá trị của  $V_{pwm}$  âm trong suốt khoảng thời gian mà giá trị của điện áp răng cưa  $V_{st}$  nhỏ hơn  $V_{ea}$  hay từ  $t_1$  đến  $t_2$ . Khi điện áp ngõ ra tăng,  $KV_0$  cũng tăng tương ứng và lúc đó  $V_{ea}$  sẽ giảm,  $V_{ea}$  sẽ đi xuống phần đáy của xung răng cưa. Dẫn tới thời gian âm của  $V_{pwm}$  giảm và do đó thời gian mở của transistor giảm và sẽ làm giảm điện áp ra. Ngược lại khi điện áp ngõ ra giảm,  $KV_0$  giảm tương ứng và lúc đó  $V_{ea}$  sẽ tăng, nó sẽ đi lên phần đỉnh của xung răng cưa. Dẫn tới thời gian âm của  $V_{pwm}$  tăng và do đó thời gian mở của transistor tăng và như vậy sẽ làm tăng điện áp ra. Từ đây ta thấy rằng điện áp ra đã được ổn định nhờ vòng hồi tiếp âm điện áp.

IC CD4047BC được thiết kế cho mạch đẩy kéo do đó xung âm đơn có độ rộng điều chỉnh được  $V_{pwm}$  xảy ra mỗi lần trong một chu kỳ xung răng cưa phải được chuyển đổi thành hai xung lệch pha nhau  $180^\circ$  với cùng độ rộng. Điều này thực hiện được nhờ bộ đếm nhị phân và cổng logic NAND  $G_1$ ,  $G_2$ . Xung dương  $V_p$  xảy ra ở cuối mỗi xung răng cưa được sinh ra từ bộ dao động răng cưa, xung dương này được sử dụng để khởi động bộ đếm nhị phân.

Ngõ ra của bộ đếm nhị phân  $Q$  và  $\bar{Q}$  gồm hai sóng vuông ngược pha ở trong một chu kỳ xung răng cưa. Những sóng vuông này và  $V_{pwm}$  sẽ được kết hợp trong hai bộ NAND  $G_1$  và  $G_2$ . Vì vậy cực B và cực E của hai transistor  $Q_1$  và  $Q_2$  chỉ dương trong một nửa chu kỳ luân phiên.

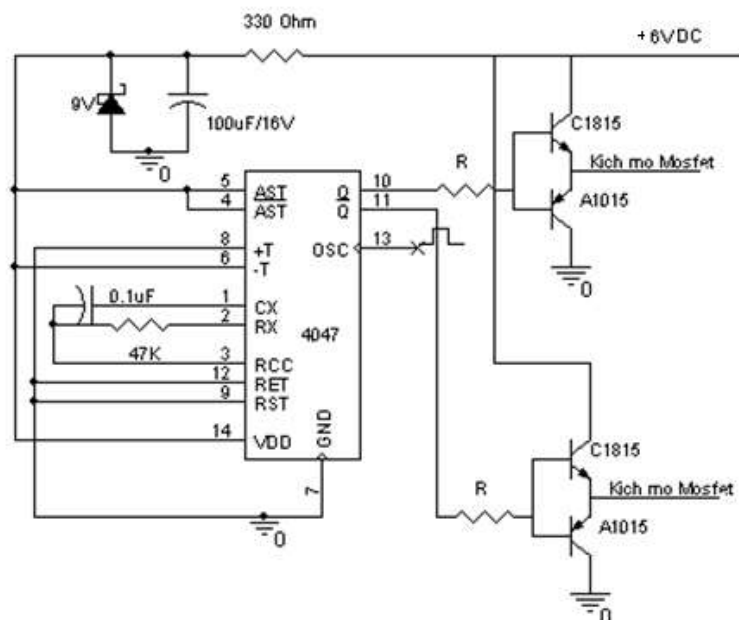
Thời gian mở của các transistor công suất chính là khoảng thời gian điện áp  $V_{pwm}$  ở mức thấp. Khi  $V_p$  ở mức cao trong khoảng thời gian rất ngắn thì cả

hai cực B của  $Q_1$  và  $Q_2$  đều ở mức thấp khiến cả hai transistor lực đều bị khóa. Điều này đảm bảo rằng nếu độ rộng xung  $V_{pwm}$  lớn nhất, tức là  $V_{pwm}$  ở mức thấp trong cả chu kỳ xung răng cưa thì hai van động lực không mở đồng thời ở thời điểm cuối mỗi chu kỳ. Việc mở đồng thời hai transistor lực cho dù chỉ trong thời gian ngắn là rất nguy hiểm có thể sẽ làm phá hủy transistor lực.

### 2.3. THIẾT KẾ MẠCH TẠO XUNG BỘ NGHỊCH L $\square$ U MỘT PHA

Xung vuông với tần số 50Hz từ được tạo ra từ IC CD4047BC được đưa vào chân B của 2 transistor C1815 và A1015.

#### 2.3.1. Nguyên lý hoạt động của mạch tạo xung dao động tần số 50Hz.



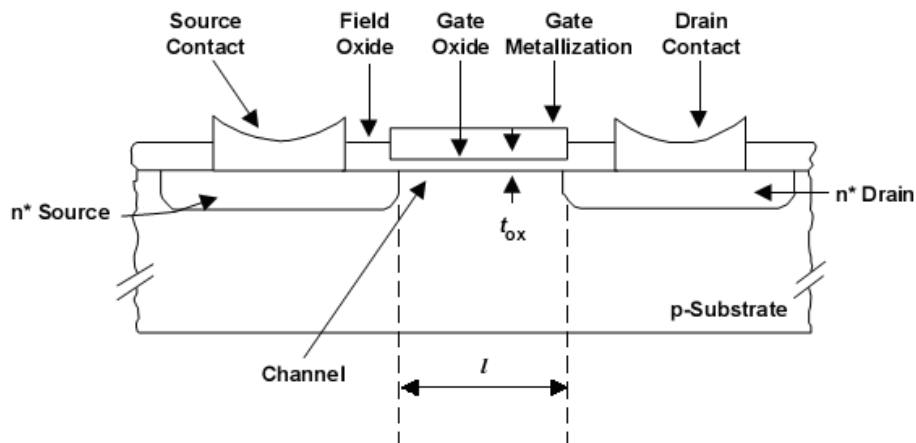
*Hình 2.11. Sơ đồ mạch tạo xung dao động tần số 50Hz.*

IC CD4047BC được cấp nguồn 6VDC từ bình Acquy qua trở  $330\Omega$  trước khi cấp vào IC. Do khi mạch hoạt động điện áp cấp cho IC sẽ dao động không ổn định. Để cho IC hoạt động với một điện áp ổn định và không quá

cao, ta mắc song song một tụ điện có điện dung là  $100\mu\text{F}/16\text{V}$ , diot zener 9V trước khi cấp cho IC.

Để tạo ra tần số 50Hz tại chân 1 của IC CD4047BC ta mắc tụ điện có điện dung là  $0.1\mu\text{F}$ , chân số 2 của IC được mắc trở có điện trở là 47k và được nối chung với chân số 3. Xung vuông ra với tần số 50Hz tại chân số 10 và 11 của IC. Xung này sẽ được đưa vào chân 2 chân B của transistor C1815 và A1015 được mắc như hình vẽ trên .

### 2.3.2. Cấu tạo và nguyên lý điều khiển của Mosfet



**Hình 2.12.** Cấu trúc bán dẫn của Mosfet .

Khác với cấu trúc của BJT, Mosfet có cấu trúc bán dẫn cho phép điều khiển bằng điện áp với dòng điều khiển cực nhỏ. Trong đó cực G là cực điều khiển được cách ly hoàn toàn với cấu trúc bán dẫn còn lại bởi lớp điện môi cực mỏng nhưng có độ cách điện cực lớn dioxide-silic ( $\text{SiO}_2$ ). Hai cực còn lại là cực gốc S và cực máng D. Cực máng là cực đón các hạt mang điện. Nếu kênh dẫn là n thì các hạt mang điện là điện tử (electron), do đó cực tính điện áp của cực máng sẽ là dương so với cực gốc.

Cấu trúc bán dẫn Mosfet kiểu p cũng tương tự nhưng các lớp bán dẫn sẽ có kiểu dẫn điện ngược lại. Tuy nhiên đa số các Mosfet công suất là loại kênh dẫn kiểu n. Một trong các ưu điểm khi dùng Mosfet là tần số đóng cắt

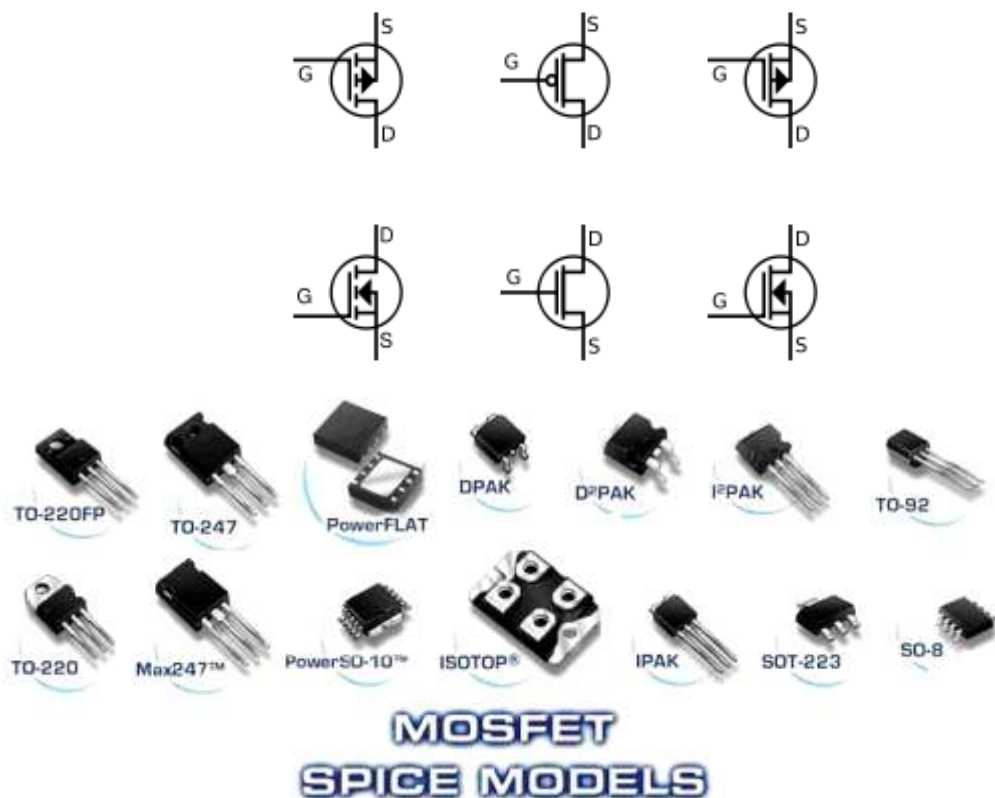
lớn, mạch điều khiển đơn giản vì Mosfet điều khiển bằng điện áp, dòng điện điều khiển hoàn toàn cách ly với dòng dẫn trên cực máng do đó khi Mosfet dẫn không cần dòng điện duy trì như đối với transistor lưỡng cực.

Một thông số quan trọng của Mosfet công suất đó là tồn tại điện trở tự nhiên bên trong Mosfet. Điện áp rơi trên cực máng D và cực gốc S tỉ lệ tuyến tính với dòng trên kênh dẫn.

Mối liên hệ đó được đặc trưng bởi thông số  $R_{DS(on)}$  được ghi trong các datasheet của Mosfet.

Điện trở  $R_{DS(on)}$  là hằng số tương ứng với một điện áp  $V_{gs}$  nhất định và nhiệt độ nhất định của Mosfet.

Khi dòng điện qua Mosfet tăng thì nhiệt độ trên lớp bán dẫn tăng và do đó điện trở  $R_{DS(on)}$  cũng tăng theo.



**Hình 2.13.** Kí hiệu quy ước và hình dáng của Mosfet

### Các thông số của Mosfet công suất.

Khi ứng dụng Mosfet trong các thiết bị điện tử công suất thì thông số quan trọng nhất mà ta quan tâm đến đó là thời gian đóng cắt của Mosfet, thông thường thời gian đóng cắt của Mosfet từ 10ns – 60ns.

Bên cạnh đó còn có các thông số quan trọng khác như:

Điện áp lớn nhất trên hai cực D, S của Mosfet :  $V_{DS(max)}$  (V).

Dòng điện lớn nhất mà van chịu được :  $I_D$  (A).

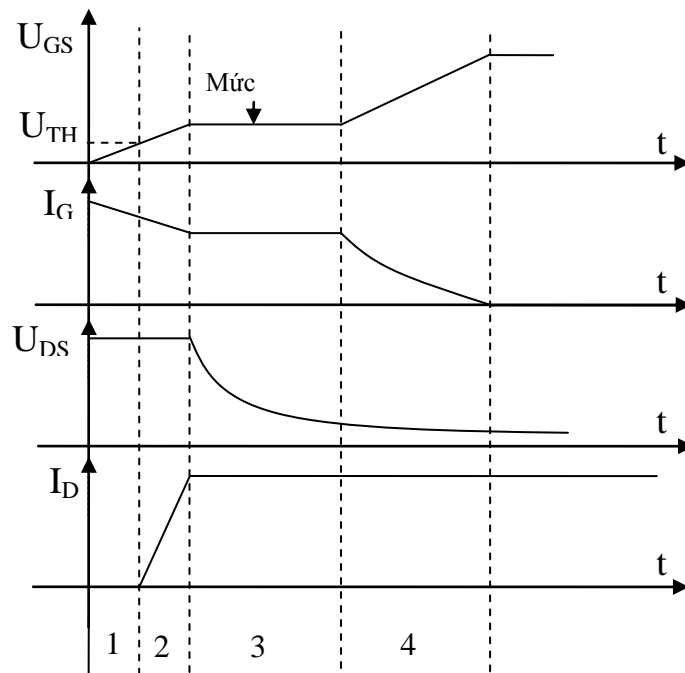
Điện trở trong của van :  $R_{DS(ON)}$  ( $\Omega$ ).

Dải nhiệt độ hoạt động của van.

Các thông số này rất quan trọng khi ta thiết kế mạch điều khiển van.

### 2.3.3. Quá trình mở và khóa của Mosfet

Khi cấp vào cực G (Gate) của Mosfet một điện áp thông qua mạch Driver thì quá trình mở Mosfet được thể hiện trong đồ thị sau:



*Hình 2.14. Quá trình mở của Mosfet*



### 2.3.3.1. Quá trình mở của Mosfet.

Giai đoạn thứ nhất: Điện dung đầu vào của Mosfet được nạp từ điện áp 0V đến giá trị  $U_{TH}$ , trong suốt quá trình đó hầu hết dòng điện vào cực G được nạp cho tụ  $C_{GS}$ , một lượng nhỏ nạp cho tụ  $C_{GD}$ . Quá trình này được gọi là quá trình mở trễ bởi vì cả dòng  $I_D$  và điện áp trên cực D (Drain) đều không đổi.. Sau khi cực G được nạp tới giá trị điện áp giữ mẫu  $U_{TH}$ , mosfet sẵn sàng để dẫn dòng điện.

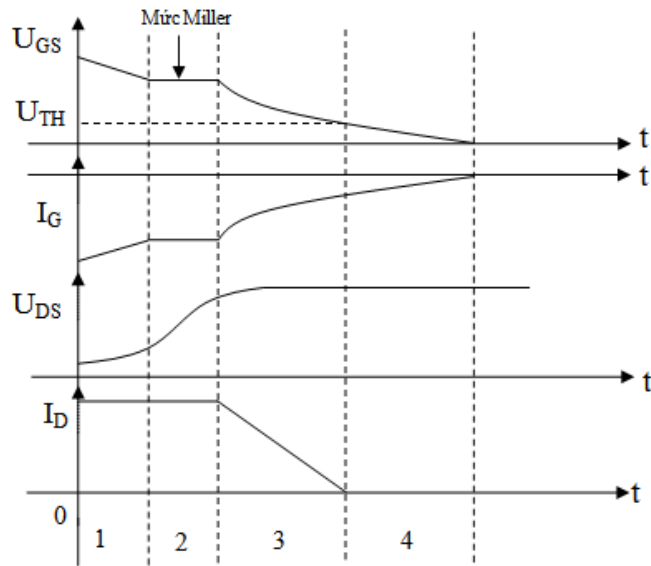
Giai đoạn thứ hai: Điện áp cực G tiếp tục tăng từ  $U_{TH}$  đến giá trị  $U_{Miller}$  đây là quá trình tăng một cách tuyến tính; dòng điện  $I_D$  tăng tỉ lệ với điện áp của cực G trong khi đó điện áp giữa hai cực  $U_{DS}$  vẫn giữ nguyên giá trị.

Giai đoạn thứ ba: Điện áp cực G giữ nguyên ở mức điện áp Miller  $V_{GS,Miller}$  trong khi đó điện áp trên cực D bắt đầu giảm. Dòng điện  $I_D$  trên Mosfet giữ nguyên ở một giá trị nhất định.

Giai đoạn thứ tư: Đây là giai đoạn Mosfet dẫn bão hòa khi cấp một điện áp cao  $U_{DRV}$  (giá trị của  $U_{DVR}$  nằm trong khoảng  $10 \div 20V$  ) vào cực G của Mosfet.

Giá trị cuối cùng của  $V_{GS}$  sẽ quyết định điện trở trong  $R_{DS(ON)}$  của van trong quá trình mở. Do đó trong giai đoạn thứ tư điện áp trên cực Gate tăng từ giá trị  $U_{Miller}$  đến giá trị của mạch Driver  $U_{DRV}$ . Trong khi đó điện áp giữa cực D, S ( $U_{DS}$ ) giảm mạnh gần về giá trị 0V, dòng điện  $I_D$  giữ không đổi.

### 2.3.3.2. Quá trình khóa của Mosfet.



**Hình 2.15.** Quá trình khóa của Mosfet

Quá trình khóa của mosfet cũng được chia làm bốn giai đoạn :

Giai đoạn thứ nhất: Là quá trình xả điện tích trên tụ  $C_{GS,DS}$  từ giá trị ban đầu đến giá trị miller, điện áp trên cực D của Mosfet bắt đầu tăng dần nhưng rất nhỏ, dòng điện trên cực D ( $I_D$ ) không đổi.

Giai đoạn thứ hai: Điện áp giữa hai cực D - S của Mosfet sẽ tăng từ giá trị  $U_{DS} = I_D \cdot R_{DS(on)}$  tới giá trị cuối  $U_{DS(off)}$ .

Trong suốt giai đoạn này dòng điện trên cực D vẫn giữ không đổi. Dòng điện của cực G hoàn toàn là dòng xả của tụ trên các cực của Mosfet.

Giai đoạn thứ ba: Điện áp cực G giảm từ giá trị Miller đến giá trị giữ mẫu  $U_{TH}$ . Phần lớn dòng điện xả trên cực G là phóng trên tụ  $C_{GS}$ .

Giai đoạn này điện áp  $U_{GS}$  và dòng điện  $I_D$  đều giảm tuyến tính. Trong khi đó điện áp  $U_{DS}$  vẫn giữ nguyên giá trị  $U_{DS(OFF)}$ .

Giai đoạn thứ tư: Giai đoạn này là quá trình phóng điện hoàn toàn của tụ điện trên các cực của Mosfet,  $U_{GS}$  giảm đến giá trị 0V. Dòng điện trên cực D giảm về giá trị 0 và không đổi.

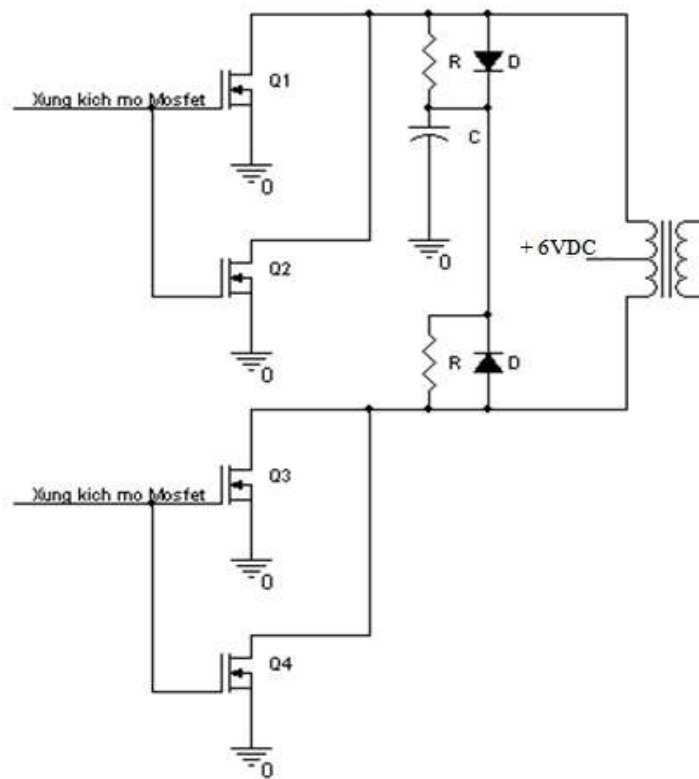
Tóm lại quá trình mở - khóa của Mosfet là quá trình chuyển mạch giữa trạng thái trở kháng cao và trạng thái trở kháng thấp được thực hiện trong bốn giai đoạn.

Độ dài khoảng thời gian của các giai đoạn được quyết định bởi giá trị điện dung giữa các cực, điện áp đặt vào cực điều khiển, và dòng điện nạp xả của các tụ điện trên cực G. Đây là thông số quan trọng để thiết kế mạch điều khiển Mosfet trong các ứng dụng có tần số đóng cắt lớn.

### 2.3.4. Mạch lái Mosfet.

Mạch khuếch đại có nhiệm vụ tạo xung phù hợp để mở transistor. Sự phù hợp ở đây là phù hợp về công suất và cách ly giữa mạch điều khiển với mạch động lực khi mạch động lực có điện áp cao.

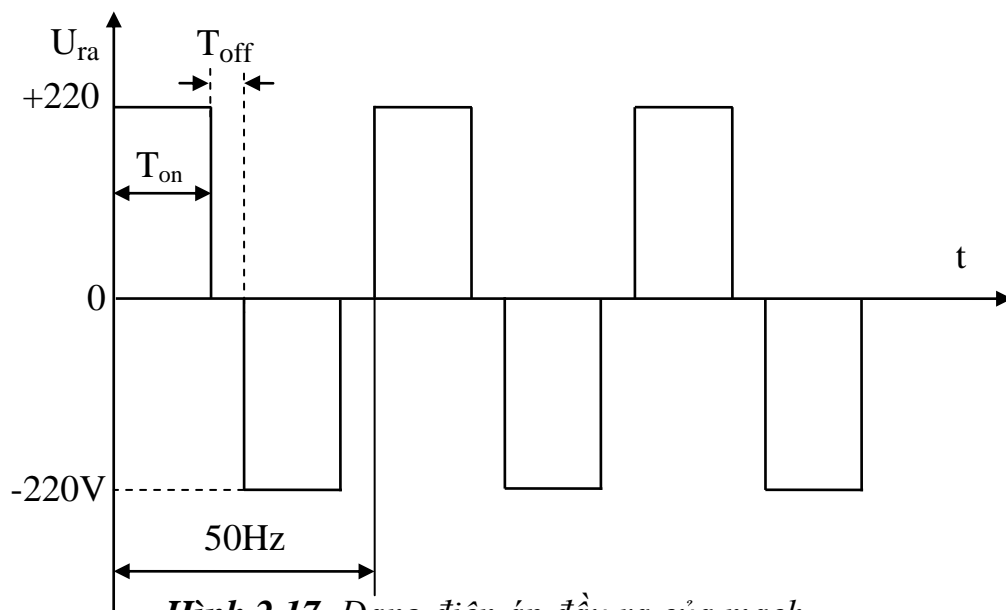
Tín hiệu lái van sẽ được cấp từ IC điều khiển. Vấn đề cách ly giữa mạch lực với mạch điều khiển là không cần thiết do mạch lực có điện áp thấp.



**Hình 2.16.** Mạch lái Mosfet.

Trong nửa chu kỳ tiếp đầu cặp van  $Q_1, Q_2$  mở với độ rộng xung nhất định cặp van  $Q_3, Q_4$  khóa, dòng điện đi từ  $V_{DC}$  qua van  $Q_1, Q_2$  rồi xuống 0V.

Trong các chu kỳ sau thực hiện tương tự, ta được dạng điện áp ra trên tải là dạng bậc thang. Tần số đóng cắt của các cặp van được điều khiển sao cho bằng tần số của nguồn điện lưới là 50Hz.



*Hình 2.17. Dạng điện áp đầu ra của mạch .*

Độ rộng xung của một cặp van được tính toán sao cho điện áp trung bình trên tải  $U_{ra} = 220V_{AC}$ .

### **2.3.5. Tính toán mạch động lực.**

Mạch động lực của bộ biến đổi điện áp một chiều thành điện áp xoay chiều cho tải. Điện áp xoay chiều tần số  $f = 50 \text{ Hz}$  trên cuộn thứ cấp biến áp động lực được lọc qua bộ lọc LC sau đó đưa vào tải.

Từ thông số mạch nghịch lưu như sau:

$$P = 100 \text{ W}$$

$$V_{AC} = 220V$$

$$\text{Tần số của điện áp là : } f = 50\text{Hz.}$$

$$\rightarrow \text{Dòng điện trên tải : } I_d \leq 100/220 \approx 0,46 \text{ A}$$

Như vậy với yêu cầu thực tế về các thông số mạch ta chọn van động lực loại transistor trường công suất kênh N (Mosfet ): FQA10N60C với các ưu điểm như sau:

Tốc độ đóng cắt nhanh.

Điện trở trong rất nhỏ :  $R_{DS(on)} = 0,6 (\Omega)$ .

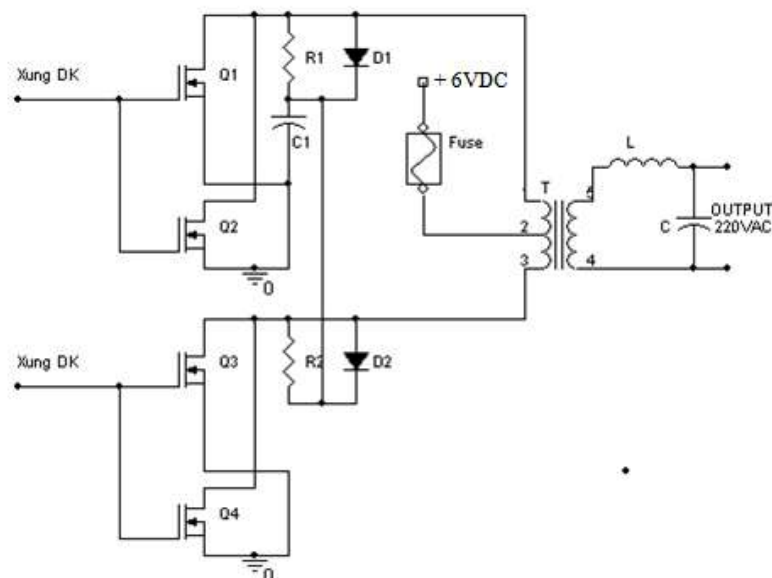
Dòng điện cực đại :  $I_{DS} = 10 (A)$ .

Tích hợp điôt ( $D_{DS}$ ) xả trên van.



**Hình 2.18.** Hình dáng thực và kí hiệu của Mosfet FQA10N60C.

Ta sử dụng 4 Mosfet làm van lực.



**Hình 2.19.** Sơ đồ động lực của mạch biến đổi điện áp DC /AC

Bảo vệ các van bán dẫn động lực khỏi các xung điện áp đánh thủng van và giảm tổn hao do đóng cắt trên van ta dùng mạch RC và điôt mắc song song với Mosfet.

Ngoài ra để bảo vệ chống ngắn mạch, quá tải ta mắc nối tiếp cầu chì vào đầu vào điểm giữa của biến áp động lực như hình vẽ trên.

Chọn thông số của mạch bảo vệ như sau:

Giá trị dòng điện định mức của cầu chì được chọn lớn hơn dòng định mức của tải:  $I_{CC} = k_{IV} \cdot I_{t\grave{a}i}$ .

Với  $k_{IV}$  là hệ số dòng điện làm việc

Chọn giá trị  $k_{IV} = 4 \div 5$

Giá trị điện trở  $R_1, R_2$  thông thường chọn trở  $5600 \Omega, 2W$ .

Giá trị  $C_1$  nằm trong khoảng:  $C_S = 47 \div 100 \mu F / 350V$ .

Giá trị  $D_1, D_2$  thông thường chọn điôt FMS IN5408 chịu được dòng điện 5A.

Như vậy ta chọn :

$$R_1, R_2 = 5600 \Omega / 2W.$$

$$C_1 = 100 \mu F / 3500V.$$

$$D_1, D_2 \text{ chọn : FMS IN5408}$$

### **2.3.6. Tính toán mạch lọc điện áp đầu ra của bộ biến đổi [2]**

Với mục đích cải thiện được chất lượng điện áp ra của bộ biến đổi điện áp có thể dùng filt lọc xoay chiều.

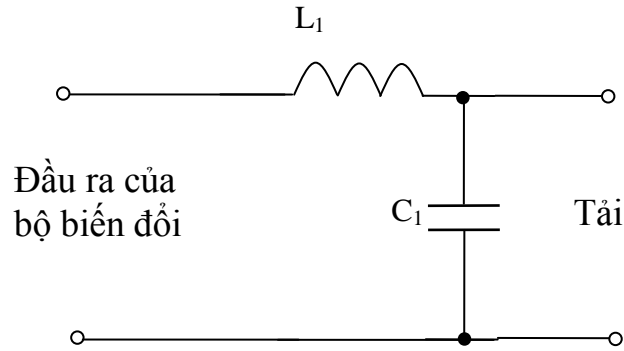
Để tính filt lọc ta xuất phát từ các thông số sau :

Điện áp ra sau filt lọc:  $U_{AK} (V)$ .

Công suất ra của bộ nghịch lưu:  $P (W)$ .

Tần số ra của bộ nghịch lưu:  $f (Hz)$ .

Hệ số  $\cos \varphi$  của tải.



**Hình 2.20.** Sơ đồ filt lọc xoay chiều

Tính toán thông số của filt lọc gồm 4 bước cơ bản như sau:

\* Bước 1. Tính điện trở tải :

$$R = \frac{U_{AK}^2 \cdot \cos^2 \varphi}{P}$$

\* Bước 2. Tính điện kháng tải:

$$X = \frac{R}{\cos \varphi} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$$

$$\Rightarrow |Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

\* Bước 3. Tính tổng trở của filt lọc:

$$|Z_D| = \frac{|Z|}{2}$$

\* Bước 4. Tính thông số của filt lọc:

$$C_1 = \frac{1}{6|Z_D| \cdot \omega_D}$$

$$L_1 = \frac{9 \cdot |Z_D|}{2 \cdot \omega_D}$$

Áp dụng các bước trên để tính filt lọc cho bộ biến đổi điện áp với các thông số như sau:  $U_{ra} = U_{AK} = 220V$ ,  $P_{ra} = 110W$ ,  $f = 50Hz$ ,  $\cos \varphi = 0.8$  (với tải cảm kháng) :

$$\text{Giá trị điện trở tải : } R = \frac{220^2 \times 0.8^2}{110} = 281.6(\Omega).$$

$$\text{Giá trị điện kháng tải : } X = \frac{281.6}{0.8} \sqrt{1-0.8^2} = 211.2 \Omega .$$

$$\Rightarrow |Z| = \sqrt{281.6^2 + 211.2^2} = 350.3 \Omega$$

$$\text{Nhận } |Z_D| = \frac{|Z|}{2} \leq \frac{175.15}{2} \approx 87.575 (\Omega)$$

$$\Rightarrow \text{Ta lấy quy chuẩn : } |Z_D| = 56 (\Omega).$$

$$\text{Với } \omega_D = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot 3.14 \cdot 50 = 314 \text{ (rad/s).}$$

$$\rightarrow C_1 = \frac{1}{3 \cdot |Z_D| \cdot \omega_D} = \frac{1}{3 \cdot 56 \cdot 314} = 1.8 \cdot 10^{-6} (F)$$

$$\rightarrow L_1 = \frac{9 \cdot |Z_D|}{2 \cdot \omega_D} = \frac{9 \cdot 56}{2 \cdot 314} = 0.8 (H)$$

## 2.4. ACQUY

### 2.4.1. Khái niệm acquy

Ắc quy là một nguồn điện được trữ năng lượng điện dưới dạng hoá.

Ắc quy là một nguồn điện một chiều cung cấp điện cho các thiết bị điện trong công nghiệp cũng như trong đời sống hàng ngày: như động cơ điện, bóng đèn điện, là nguồn nuôi của các linh kiện điện tử... Ắc quy là nguồn cung cấp điện cho các động cơ khởi động.

Trong thực tế có nhiều loại ắc qui nhưng phổ biến nhất là hai loại ắc qui chì và ắc qui axit.

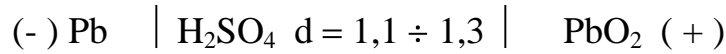
### 2.4.2. Quá trình biến đổi năng lượng trong ắc qui

Ắc qui là nguồn năng lượng có tính chất thuận nghịch: nó tích trữ năng lượng dưới dạng hoá năng và giải phóng năng lượng dưới dạng điện năng. Quá trình ắc qui cấp điện cho mạch ngoài được gọi là quá trình phóng điện, quá trình ắc qui dự trữ năng lượng được gọi là quá trình nạp điện.

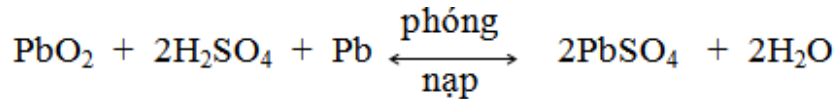


### 2.4.2.1. Quá trình biến đổi năng lượng trong ắc qui axit:

Trong ắc qui axit có các bản cực dương là đioxit chì ( $\text{PbO}_2$ ), các bản âm là chì ( $\text{Pb}$ ), dung dịch điện phân là axit sunfuaric ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) nồng độ  $d = 1,1 \div 1,3 \%$



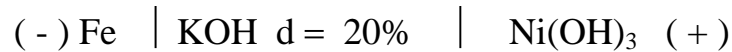
Phương trình hoá học biểu diễn quá trình phóng nạp của ắc qui axit :



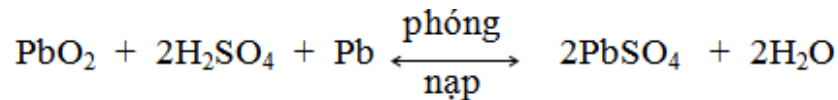
Thế điện động  $e = 2,1 \text{ V}$ .

### 2.4.2.2 Quá trình biến đổi năng lượng trong ắc qui kiềm:

Trong ắc qui kiềm có bản cực dương là  $\text{Ni(OH)}_3$ , bản cực âm là  $\text{Fe}$ , dung dịch điện phân là:  $\text{KOH}$  nồng độ  $d = 20 \%$



Phương trình hoá học biểu diễn quá trình phóng nạp của ắc qui kiềm :



Thế điện động  $e = 1,4 \text{ V}$ .

*Nhận xét:* Từ những điều đã trình bày ở trên ta nhận thấy trong các quá trình phóng nạp nồng độ dung dịch điện phân là thay đổi. Khi ắc qui phóng điện nồng độ dung dịch điện phân giảm dần. Khi ắc qui nạp điện nồng độ dung dịch điện phân tăng dần. Do đó ta có thể căn cứ vào nồng độ dung dịch điện phân để đánh giá trạng thái tích điện của ắc qui.

### 2.4.3. Các thông số cơ bản của ắc qui:

#### 2.4.3.1. Sức điện động của ắc qui:

Sức điện động của ắc qui kiềm và ắc qui axit phụ thuộc vào nồng độ dung dịch điện phân. Người ta thường sử dụng công thức kinh nghiệm

$$E_0 = 0,85 + \rho \quad (\text{V})$$

trong đó:  $E_0$  - sức điện động tĩnh của ắc qui ( V )

$\rho$ - nồng độ dung dịch điện phân ở 15 °C ( g/cm<sup>3</sup> )

Trong quá trình phóng điện thì sức điện động  $E_p$  của ắc qui được tính theo công thức:

$$E_p = U_p + I_p.r_b$$

trong đó :  $E_p$  - sức điện động của ắc qui khi phóng điện ( V )

$I_p$  - dòng điện phóng ( A )

$U_p$  - điện áp đo trên các cực của ắc qui khi phóng điện (V)

$r_b$  - điện trở trong của ắc qui khi phóng điện (  $\Omega$  )

Trong quá trình nạp điện thì sức điện động  $E_n$  của ắc qui được tính theo công thức:

$$E_n = U_n - I_n.r_b$$

trong đó :  $E_n$  - sức điện động của ắc qui khi nạp điện ( V )

$I_n$  - dòng điện nạp ( A )

$U_n$  - điện áp đo trên các cực của ắc qui khi nạp điện ( V )

$r_b$  - điện trở trong của ắc qui khi nạp điện (  $\Omega$  )

#### **2.4.3.2. Dung lượng của ắc qui:**

Dung lượng phóng của ắc qui là đại lượng đánh giá khả năng cung cấp năng lượng điện của ắc qui cho phụ tải, và được tính theo công thức :

$$C_p = I_p.t_p$$

trong đó :  $C_p$  - dung dịch thu được trong quá trình phóng ( Ah )

$I_p$  - dòng điện phóng ổn định trong thời gian phóng điện  $t_p$  ( A )

$t_p$  - thời gian phóng điện ( h ).

Dung lượng nạp của ắc qui là đại lượng đánh giá khả năng tích trữ năng lượng của ắc qui và được tính theo công thức :

$$C_n = I_n.t_n$$

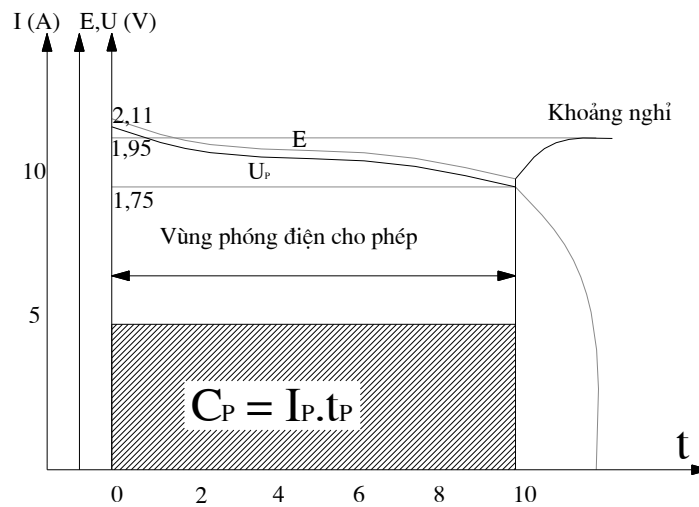
trong đó :  $C_n$  - dung dịch thu được trong quá trình nạp ( Ah )

$I_n$  - dòng điện nạp ổn định trong thời gian nạp  $t_n$  ( A )

$t_n$  - thời gian nạp điện ( h ).

## 2.4.4. Đặc tính phóng nạp của ắc qui.

### 2.4.4.1. Đặc tính phóng acqui.



**Hình 2.21** . Đặc tính phóng của acqui

Đặc tính phóng của ắc qui là đồ thị biểu diễn quan hệ phụ thuộc của sức điện động, điện áp ắc qui và nồng độ dung dịch điện phân theo thời gian phóng khi dòng điện phóng không thay đổi .

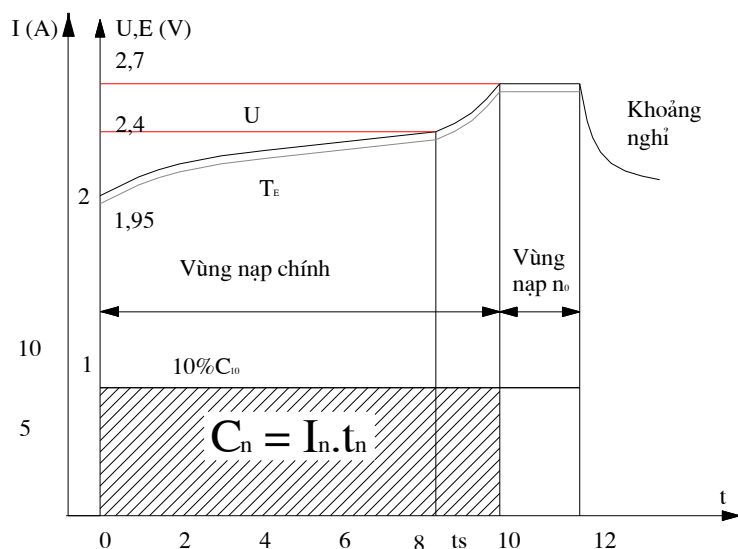
Từ đặc tính phóng của ắc qui như trên hình vẽ ta có nhận xét sau:

Trong khoảng thời gian phóng từ  $t_p = 0$  đến  $t_p = t_{gh}$ , sức điện động, điện áp, nồng độ dung dịch điện phân giảm dần, tuy nhiên trong khoảng thời gian này độ dốc của các đồ thị không lớn, ta gọi đó là giai đoạn phóng ổn định hay thời gian phóng điện cho phép tương ứng với mỗi chế độ phóng điện của ắc qui ( dòng điện phóng ).

Từ thời gian trở đi độ dốc của đồ thị thay đổi đột ngột .Nếu ta tiếp tục cho ắc qui phóng điện sau  $t_{gh}$  thì sức điện động ,điện áp của ắc qui sẽ giảm rất nhanh .Mặt khác các tinh thể sun phát chì ( $PbSO_4$ ) tạo thành trong phản ứng sẽ có dạng thô rắn rất khó hoà tan ( biến đổi hoá học) trong quá trình nạp điện trở lại cho ắc qui sau này. Thời điểm  $t_{gh}$  gọi là giới hạn phóng điện cho phép của ắc qui, các giá trị  $E_p$ ,  $U_p$ ,  $\rho$  tại  $t_{gh}$  được gọi là các giá trị giới hạn phóng điện của ắc qui. ắc qui không được phóng điện khi dung lượng còn khoảng 80%.

Sau khi đã ngắt mạch phóng một khoảng thời gian nào, các giá trị sức điện động, điện áp của ắc qui, nồng độ dung dịch điện phân lại tăng lên, ta gọi đây là thời gian hồi phục hay khoảng nghỉ của ắc qui. Thời gian hồi phục này phụ thuộc vào chế độ phóng điện của ắc qui (dòng điện phóng và thời gian phóng ).

#### 2.4.4.2.Đặc tính nạp ắc qui.



**Hình 2.22 . Đặc tính nạp ắc qui.**

Đặc tính nạp của ắc qui là đồ thị biểu diễn quan hệ phụ thuộc giữa sức điện động , điện áp và nồng độ dung dịch điện phân theo thời gian nạp khi trị số dòng điện nạp không thay đổi .

Từ đồ thị đặc tính nạp ta có các nhận xét sau :

Trong khoảng thời gian từ  $t_n = 0$  đến  $t_n = t_{gh}$  thì sức điện động, điện áp, nồng độ dung dịch điện phân tăng dần.

Tới thời điểm  $t_s$  trên bề mặt các bản cực âm xuất hiện các bọt khí (còn gọi là hiện tượng " sôi " ) lúc này hiệu điện thế giữa các bản cực của ắc qui đơn tăng đến 2,4 V . Nếu vẫn tiếp tục nạp giá trị này nhanh chóng tăng tới 2,7 V và giữ nguyên. Thời gian này gọi là thời gian nạp  $n_0$ , nó có tác dụng cho phân các chất tác dụng ở sâu trong lòng các bản cực được biến đổi tuần hoàn, nhờ đó sẽ làm tăng thêm dung lượng phóng điện của ắc qui.

Trong sử dụng thời gian nạp no cho ắc qui kéo dài từ 2 ÷ 3 h trong suốt thời gian đó hiệu điện thế trên các bản cực của ắc qui và nồng độ dung dịch điện phân không thay đổi. Như vậy dung lượng thu được khi ắc qui phóng điện luôn nhỏ hơn dung lượng cần thiết để nạp no ắc qui.

Sau khi ngắt mạch nạp, điện áp, sức điện động của ắc qui, nồng độ dung dịch điện phân giảm xuống và ổn định. Thời gian này cũng gọi là khoảng nghỉ của ắc qui sau khi nạp.

Trị số dòng điện nạp ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng và tuổi thọ của ắc qui. Dòng điện nạp định mức đối với ắc qui là  $I_n = 0,1C_{10}$ .

Trong đó  $C_{10}$  là dung lượng của ắc qui mà với chế độ nạp với dòng điện định mức là  $I_n = 0,1C_{10}$  thì sau 10 giờ ắc qui sẽ đầy.

Ví dụ với ắc qui  $C = 180 \text{ Ah}$  thì nếu ta nạp ổn dòng với dòng điện bằng 10% dung lượng ( tức  $I_n = 18 \text{ A}$  ) thì sau 10 giờ ắc qui sẽ đầy.

#### 2.4.5. Sự khác nhau giữa ắc qui kiềm và ắc qui axit.

Cả hai loại ắc qui này đều có một đặc điểm chung đó là tính chất tải thuộc loại dung kháng và sức phản điện động. Nhưng chúng còn có một số đặc điểm khác biệt sau :

Acquy axit	Acquy kiềm
- Khả năng quá tải không cao, dòng nạp lớn nhất đạt được khi quá tải là $I_{nmax} = 20\%C_{10}$	-Khả năng quá tải rất lớn dòng điện nạp lớn nhất khi đó có thể đạt tới: $I_{nmax} = 50\%C_{10}$
-Hiện tượng phồng lớn, do đó ắc qui nhanh hết điện ngay cả khi không sử dụng.	-Hiện tượng tự phóng nhỏ.
-Sử dụng rộng rãi trong đời sống, công nghiệp đặc biệt ở những nơi có nhiệt độ cao và đập lớn nhưng công suất và quá tải vừa phải.	-Sử dụng ở những nơi có yêu cầu công suất lớn quá tải thường xuyên, được sử dụng với các thiết bị công suất lớn.

-Dùng trong ô tô, xe máy và các động cơ máy nổ công suất vừa và nhỏ. -Giá thành thấp	-Dùng phổ biến trong công nghiệp hàng không, hàng hải và những nơi nhiệt độ môi trường thấp. -Giá thành cao.
---	---

#### 2.4.6. Các phương pháp nạp ắc qui tự động.

Có ba phương pháp nạp ắc qui là.

Phương pháp dòng điện.

Phương pháp điện áp.

Phương pháp dòng áp.

##### 2.4.6.1. Phương pháp nạp ắc qui với dòng điện không đổi.

Đây là phương pháp nạp cho phép chọn được dòng nạp thích hợp với mỗi loại ắc qui, bảo đảm cho ắc qui được no. Đây là phương pháp sử dụng trong các xưởng bảo dưỡng sửa chữa để nạp điện cho ắc qui hoặc nạp sử chữa cho các ắc qui bị Sunfat hoá. Với phương pháp này ắc qui được mắc nối tiếp nhau và phải thoả mãn điều kiện :

$$U_n \geq 2,7.N_{aq}$$

Trong đó:  $U_n$  - điện áp nạp

$N_{aq}$  - số ngăn ắc qui đơn mắc trong mạch

Trong quá trình nạp sức điện động của ắc qui tăng dần lên, để duy trì dòng điện nạp không đổi ta phải bố trí trong mạch nạp biến trở  $R$ . Trị số giới hạn của biến trở được xác định theo công thức :

$$R = \frac{U_n - 2,0N_{aq}}{I_n}$$

Nhược điểm của phương pháp nạp với dòng điện không đổi là thời gian nạp kéo dài và yêu cầu các ắc qui đưa vào nạp có cùng dung lượng định mức. Để khắc phục nhược điểm thời gian nạp kéo dài, người ta sử dụng phương pháp nạp với dòng điện nạp thay đổi hai hay nhiều nấc. Trong trường hợp hai

nắc, dòng điện nạp ở mức thứ nhất chọn bằng  $(0,3 \div 0,6)C_{10}$  tức là nạp cường bức và kết thúc ở mức một khi ắc qui bắt đầu sôi. Dòng điện nạp ở mức thứ hai là  $0,1C_{10}$

#### **2.4.6.2. Phương pháp nạp với điện áp không đổi.**

Phương pháp này yêu cầu các ắc qui được mắc song song với nguồn nạp. Hiệu điện thế của nguồn nạp không đổi và được tính bằng  $(2,3V \div 2,5V)$  cho mỗi ngăn đơn. Phương pháp nạp với điện áp không đổi có thời gian nạp ngắn, dòng nạp tự động giảm theo thời gian. Tuy nhiên dùng phương pháp này ắc qui không được nạp no. Vì vậy nạp với điện áp không đổi chỉ là phương pháp nạp bổ xung cho ắc qui trong quá trình sử dụng.

#### **2.4.6.3. Phương pháp nạp dòng áp.**

Đây là phương pháp tổng hợp của hai phương pháp trên. Nó tận dụng được những ưu điểm của mỗi phương pháp.

Đối với yêu cầu của đề bài là nạp ắc qui tự động tức là trong quá trình nạp mọi quá trình biến đổi và chuyển hoá được tự động diễn ra theo một trình tự đã đặt sẵn thì ta chọn phương án nạp ắc qui là phương pháp dòng áp.

Đối với ắc qui axit: Để bảo đảm thời gian nạp cũng như hiệu suất nạp thì trong khoảng thời gian  $t_n = 8h$  tương ứng với  $75 \div 80\%$  dung lượng ắc qui ta nạp với dòng điện không đổi là  $I_n = 0,1$ . Vì theo đặc tính nạp của ắc qui trong đoạn nạp chính thì khi dòng điện không đổi thì điện áp, sức điện động tải ít thay đổi, do đó bảo đảm tính đồng đều về tải cho thiết bị nạp. Sau thời gian 8h ắc qui bắt đầu sôi lúc đó ta chuyển sang nạp ở chế độ ổn áp. Khi thời gian nạp được 10 h thì ắc qui bắt đầu no, ta nạp bổ xung thêm 2 đến 3h.

Đối với ắc qui kiềm : Trình tự nạp cũng giống như ắc qui axit nhưng do khả năng quá tải của ắc qui kiềm lớn nên lúc ổn dòng ta có thể nạp với dòng nạp  $I_n = 0,2C_{10}$  hoặc nạp cường bức để tiết kiệm thời gian với dòng nạp  $I_n = 0,5C_{10}$ .

Các quá trình nạp ắc quy tự động kết thúc khi bị cắt nguồn nạp hoặc khi nạp ổn áp với điện áp bằng điện áp trên 2 cực của ắc quy, lúc đó dòng nạp sẽ từ từ giảm về không.

#### 2.4.7. Tính toán bộ ắc quy.

Ta sẽ chọn loại ắc quy axit loại 6V, điện trở trong  $R_{aq}=0.09\ \Omega$ .

áp  $U_{cl}$  chính là điện áp nạp cho ắc quy

Khi đó

$$E = 6V$$

$$R_{aq} = 0.09\ \Omega$$

$$U_p I_p = P$$

$$\text{Mà } U_p = E - I_p \cdot R_{aq} = 6 - 0.09 \cdot I_p$$

$$\text{Suy ra } (6 - 0.09 \cdot I_p) \cdot I_p = 110\ \text{W}$$

$$\rightarrow I_p = 33\ \text{A}$$

Gọi C là dung lượng thực tế của ắc quy, để đảm bảo ắc quy hoạt động bình thường ta phải chọn hệ số dự trữ là 1.5

$$C = 1.5 \cdot I_p \cdot t_{\text{phong}} = 2.33\text{A} \cdot 0.5\text{h} = 33\text{Ah}$$

Để cho bộ chỉnh lưu nhỏ gọn ta chọn dòng nạp nhỏ hơn nhiều so với dòng phóng, điều đó có nghĩa thời gian nạp lớn hơn nhiều so với thời gian phóng, ta chọn thời gian nạp là  $t_{\text{nạp}}=10\text{h}$

Khi đó:  $C = I_n \cdot t_{\text{nạp}} = 3 \cdot I_p \cdot t_{\text{phong}} = 33\ \text{Ah}$ , Mà  $t_{\text{nạp}}=10\text{h} \rightarrow I_n = 3,3\text{A}$

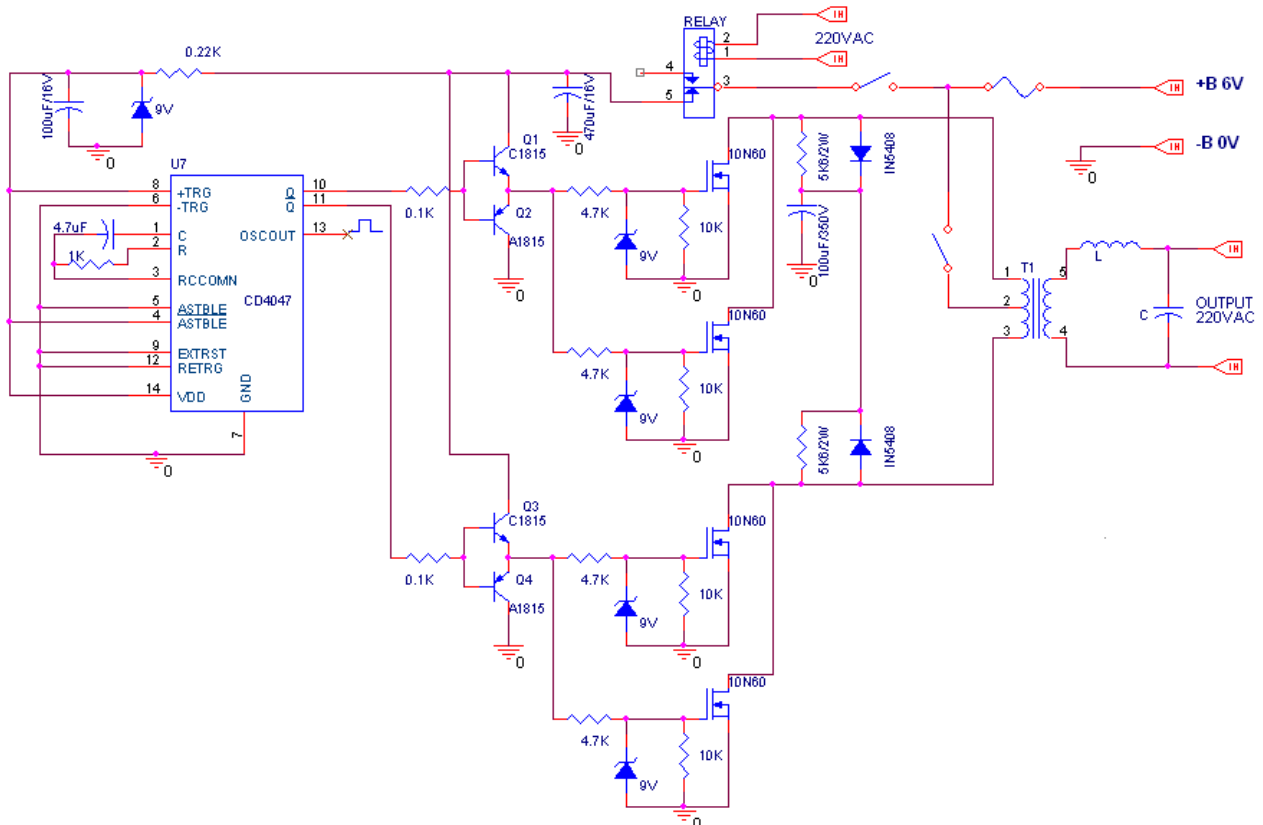


## CHƯƠNG 2: XÂY DỰNG MÔ HÌNH VẬT LÝ HỆ THỐNG BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP DC/AC TỪ 6VDC LÊN 220VAC TẦN SỐ 50HZ

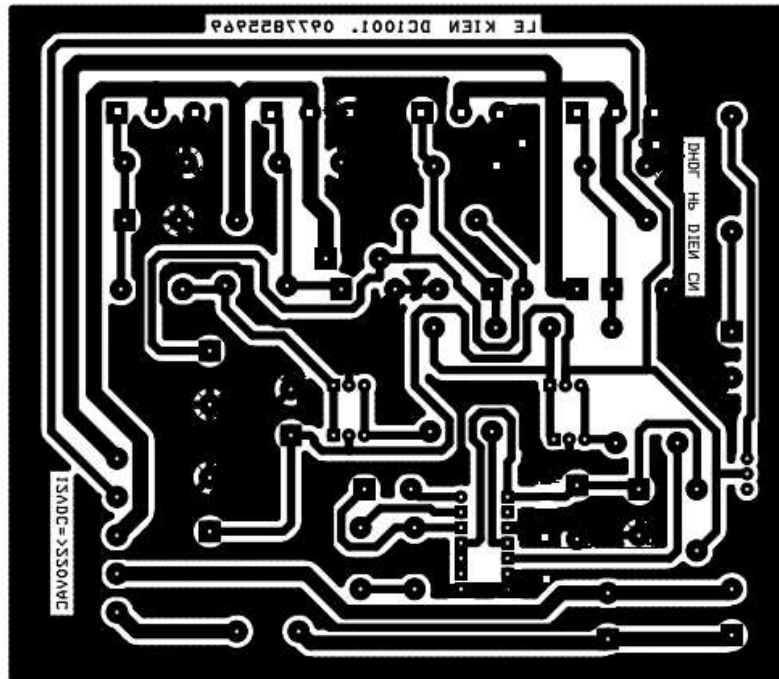
Trong chương 2 ta đã tiến hành lựa chọn và tính toán các giá trị linh kiện trong bộ biến đổi DC/AC. Nội dung chương này ta sẽ xây dựng mô hình vật lý và kiểm tra các tham số đầu ra của bộ biến đổi DC/AC bằng máy hiện sóng Oscilloscope.

### 3.1. XÂY DỰNG MẠCH ĐIỆN BIẾN ĐỔI DC/AC TỪ 6VDC LÊN 220VAC TẦN SỐ 50Hz

Sử dụng phần mềm vẽ mạch chuyên dụng Orcad 9.0 để vẽ sơ đồ nguyên lý mạch nâng điện áp Ac quy.



*Hình 3.1. Sơ đồ nguyên lý mạch biến đổi DC/AC*



*Hình 3.2. Mạch in mạch biến đổi DC/AC*



*Hình 3.3. Mạch biến đổi DC/AC từ 6VDC lên 220VAC /50Hz.*



*Hình 3.4. Mạch lọc LC và Relay điều khiển*



*Hình 3.5. Biến áp động lực sử dụng trong bộ biến đổi.*

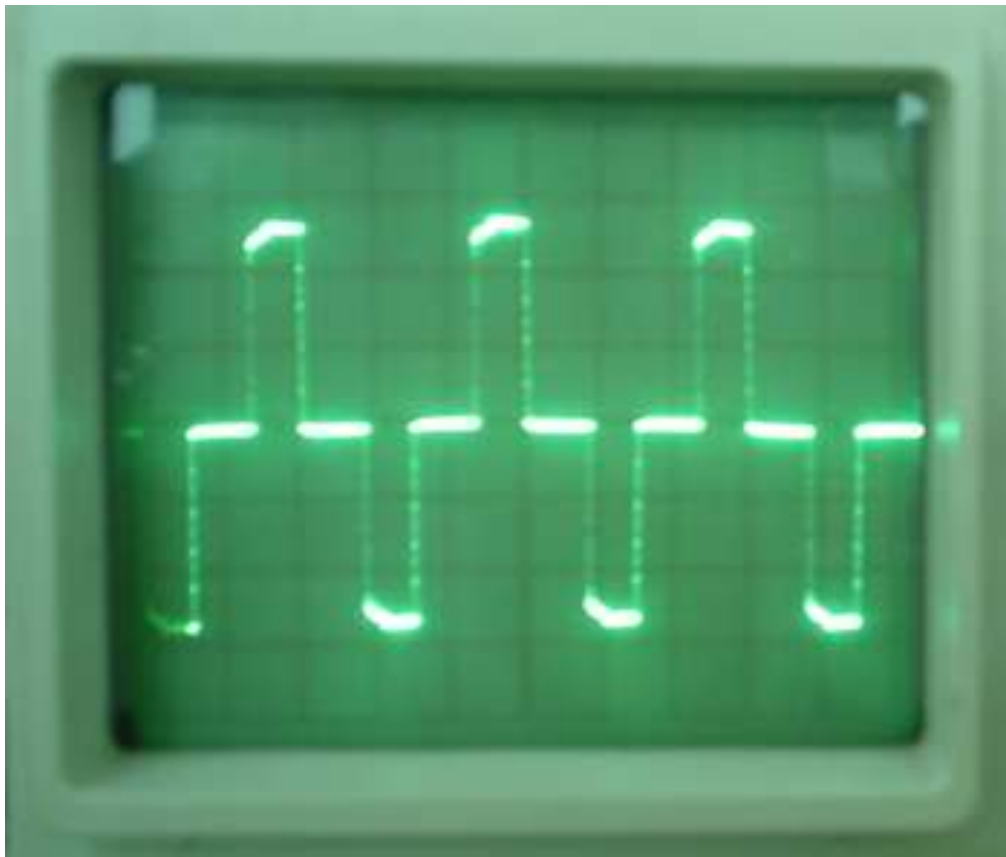


*Hình 3.6. Mô hình vật lý hệ thống biến đổi DC/AC.*

Để bảo vệ quá nhiệt cho các van bán dẫn ở đây ta sử dụng tản nhiệt bằng nhôm và quạt gió làm mát. Hệ thống biến đổi điện áp tự động đóng, mở trong trường hợp mất điện lưới nhờ relay 12VDC được nuôi từ nguồn điện lưới.

### **3.2. DẠNG ĐIỆN ÁP RA CỦA BỘ BIẾN ĐỔI**

Tiến hành cấp nguồn cho bộ nghịch lưu và kiểm tra chất lượng dạng điện áp ra bằng máy hiện sóng Oscilloscope.



*Hình 3.7. Dạng điện áp ra của bộ biến đổi DC/AC đã thi công.*

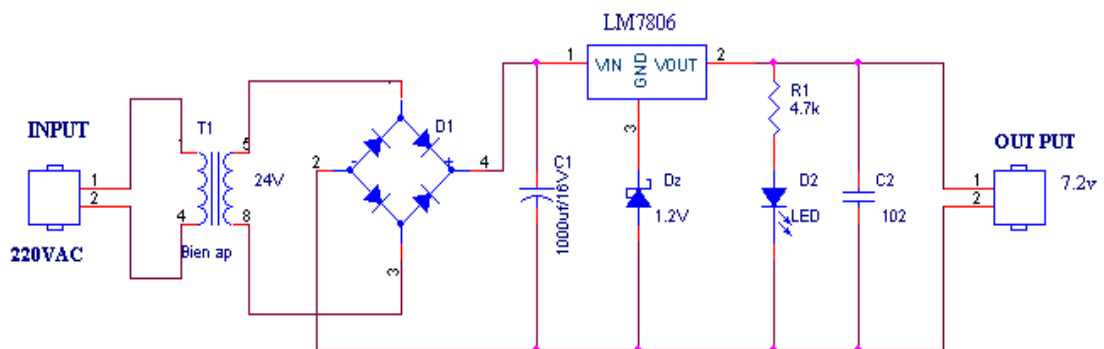
### 3.3. THIẾT KẾ MẠCH NẠP ACQUY [8].

Nguồn cấp cho bộ nghịch lưu một pha ta sử dụng loại Acquy chỉ 6V/32Ah.

Vì vậy cần thiết kế một mạch nạp đảm bảo các thông số kỹ thuật của Acquy:

$$\text{Điện áp nạp acquy: } U_{\text{nạp}} = 6,9\text{V} \div 7,5\text{V}.$$

$$\text{Dòng điện nạp cực đại: } I_{\text{nạpmax}} = \frac{33\text{Ah}}{10} = 3.3\text{A}.$$



**Hình 3.8.** Sơ đồ nguyên lý mạch nạp Acquy

Để đảm bảo chất lượng điện áp nạp Acquy luôn ổn định ta sử dụng IC ổn áp LM7806.

Điện áp 220V/50Hz được đưa tới cuộn sơ cấp của biến áp T1, điện áp lấy ra trên cuộn thứ cấp có giá trị 24V được nắn thành điện áp một chiều bằng chỉnh lưu cầu, sau đó đưa vào chân IN của IC7806. Tụ C<sub>1</sub> và C<sub>2</sub> có vai trò là các tụ lọc nguồn.

Trên thực tế LM7806 chỉ cho được điện áp ra là 6V . Nhưng với yêu cầu điện áp nạp cho Acquy 6,5V ÷ 7.5V vì vậy ta cần nâng điện áp này bằng cách mắc thêm điôt zener Dz 1.2V (loại BZX79 ). Lúc này điện áp một chiều nạp cho Acquy được tính bằng công thức sau:

$$U_{\text{ra}} = U_{\text{ôn}} + U_{\text{Dz}} = 6\text{V} + 1,2\text{V} = 7,2\text{ (V)}$$

Khi nạp đầy điện áp trên hai cực của Acquy là 7,2V.

### 3.4. NHẬN XÉT CHUNG.

Sau quá trình nghiên cứu và lắp mạch biến đổi điện áp DC/AC từ 6VDC lên 220VAC tần số 50Hz đốt đèn trong trường hợp mất điện.

Biên độ điện áp và tần số đã đạt được 220VAC/50Hz.

Vì sử dụng nhiều phân tử IC chuyên dụng nên mạch hoạt động ổn định, khả năng chống nhiễu và hiệu suất của mạch khá cao.

Dạng sóng điện áp ra của bộ biến đổi đã đáp ứng được yêu cầu thiết kế, sụt áp không đáng kể so với khi không tải.

Trên thị trường hiện nay đã có bán các sản phẩm bộ biến đổi điện áp của các hãng, tuy nhiên giá cả còn khá cao, hơn nữa chất lượng còn thấp. Như vậy với mạch điều khiển hoạt động đã ổn định, để nâng cao khả năng mang tải của bộ biến đổi đã thi công, ta chỉ cần thiết kế biến áp động lực với dung lượng lớn hơn và chọn van lực chịu được dòng phù hợp. Do đó kinh phí chế tạo bộ biến đổi điện áp thấp hơn so với các bộ biến đổi cùng công suất hiện có trên thị trường, theo tính toán chỉ bằng 50%.

Trên thực tế sai số của linh kiện điện trở, tụ điện... là không nhỏ. Để khắc phục điều này ta tiến hành mắc nối tiếp, song song, các linh kiện để có thể đạt được đúng giá trị như đã tính toán, thiết kế.

## KẾT LUẬN

Sau ba tháng nghiên cứu và thực hiện đề tài dưới sự hướng dẫn tận tình của **GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn** cùng với sự cố gắng nỗ lực của bản thân, em đã hoàn thành đồ án tốt nghiệp của mình theo đúng kế hoạch được giao.

Trong đề tài này em đã thực hiện được những vấn đề như sau:

- 1. Nghiên cứu tổng quan về các bộ nghịch lưu.*
- 2. Tính toán và xây dựng thành công mô hình thực nghiệm.*
- 3. Ứng dụng và rèn luyện được kỹ năng vẽ mạch in bằng phần mềm Orcad 9.2 và rửa mạch in thủ công bằng tay.*

Tuy nhiên, do thời gian có hạn nên bên cạnh những kết quả đã đạt được, đề tài chưa thực hiện được một số vấn đề như : Chưa thực hiện chế độ ổn áp, giám sát quá trình cấp điện cho tải. Mạch thiết kế và lắp ráp chưa thật tối ưu. Nếu tích hợp trên một vi mạch thì sản phẩm bộ nghịch lưu sẽ gọn nhẹ, kinh tế, và có giá trị thẩm mỹ cao hơn.

Đề tài mở ra những hướng phát triển như sau :

Từ bộ biến đổi điện áp DC/AC đốt đèn trong trường hợp mất điện công suất nhỏ ta có thể phát triển nên thành bộ biến đổi điện áp có công suất lớn hơn ứng dụng rộng rãi hơn trong đời sống.

Kết hợp mạch nạp acquy, ta có thể xây dựng được bộ lưu điện (UPS) dùng cho các thiết bị dân dụng, đặc biệt là máy tính để bàn PC.

Những vấn đề chưa thực hiện được trong đề tài này sẽ là những gợi ý cho các nghiên cứu tiếp theo và cho những ai quan tâm đến lĩnh vực thiết kế điện tử công suất.

Sinh viên

***Lê Văn Kiên***



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn (2004), *Điện tử công suất*, Nhà xuất bản xây dựng.
- [2]. GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn (1991), *Điện tử công suất lớn*, Nhà xuất bản giao thông vận tải.
- [3]. TS. Võ Minh Chính - Phạm Quốc Hải - Trần Trọng Minh (2007), *Điện tử công suất*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [4]. TS. Trần Văn Thịnh (2008), *Tính toán thiết kế thiết bị điện tử công suất*, Nhà xuất bản giáo dục.
- [5]. Lê Văn Doanh –Nguyễn Thế Công –Trần Văn Thịnh (2005), *Điện tử công suất*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [6]. Nguyễn Bính (2000), *Điện tử công suất*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [7]. Dương Minh Trí (2007), *Sơ đồ chân linh kiện bán dẫn*, Nhà xuất bản trẻ.
- [8]. TS. Đỗ Xuân Thụ (2002), *Kỹ thuật điện tử*, Nhà xuất bản giáo dục.
- [9]. Lê Văn Doanh (1997), *Điện tử công suất và điều khiển động cơ điện*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [10]. TS. Nguyễn Lâm Tráng (2007), *Quy hoạch phát triển hệ thống điện*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [11]. Diễn đàn Điện Tử Việt Nam ([www.dientuvietnam.net](http://www.dientuvietnam.net)).
- [13]. Datasheet của các Linh kiện Điện tử ([www.datasheetcatalog.com](http://www.datasheetcatalog.com)).
- [14]. Trang tìm kiếm thông tin ([www.google.com](http://www.google.com)).