

Chương 4

ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

Mục tiêu

Đi sâu phân tích sơ đồ nguyên lý, dạng sóng ra của bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều ba pha với tải có thành phần điện cảm

1. ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU MỘT PHA

1. Khái niệm

Thiết bị điều chỉnh điện áp xoay chiều một pha cho phép điều chỉnh giá trị hiệu dụng của điện áp xoay chiều cấp cho tải, còn tần số được giữ nguyên bằng tần số nguồn cung cấp.

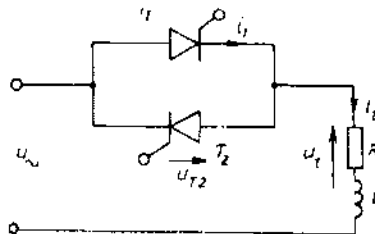
Thiết bị điều chỉnh điện áp xoay chiều thường được dùng để điều chỉnh nhiệt độ của lò điện, điều chỉnh độ chiếu sáng của hệ thống chiếu sáng, điều chỉnh tốc độ của động cơ không đồng bộ.

2. Sơ đồ nguyên lý:

Mạch gồm 2 tiristor đấu song song ngược cho phép điều chỉnh điện áp xoay chiều. Giả thiết điện áp nguồn là:

$$u = \sqrt{2}U\sin\omega t = \sqrt{2} U\sin \theta$$

Điện áp trên tải và dòng qua tải là u_r , i_r . Dòng qua tiristor là i_{T1} , i_{T2} . Điện áp trên các tiristor là u_{T1} , u_{T2} .



Hình 4.1

3. Nguyên lý hoạt động

3.1. Trường hợp tải thuần trở ($L = 0$)

Trong nửa chu kỳ (+) của điện áp nguồn ta cho xung mở T_1 thì một phần nửa chu kỳ (+) điện áp nguồn được đặt lên tải. (Hình 4.2.)

Trong nửa chu kỳ (-) của điện áp nguồn khi T_2 mở thì một phần nửa chu kỳ (-) điện áp nguồn được đặt lên tải.

Góc mở α được tính từ thời điểm đi qua giá trị 0 của điện áp nguồn.

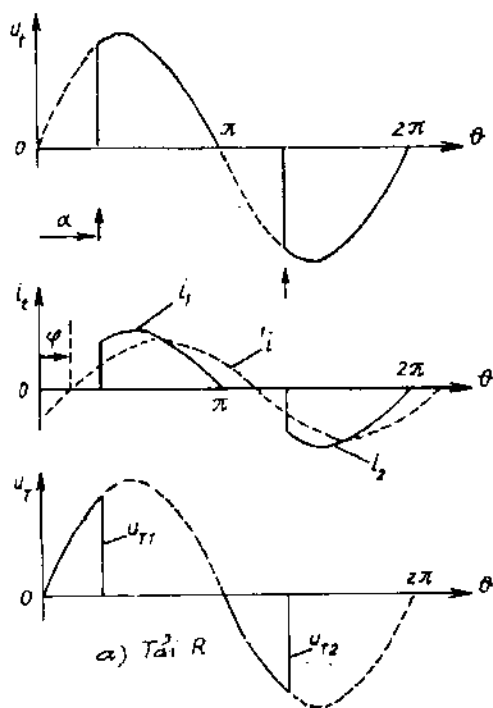
Dòng điện tải khi T_1 và T_2 dẫn dòng là:

$$i_t = \frac{\sqrt{2}U}{R} \sin \theta$$

Với: $\alpha \leq \theta \leq \pi$ và $\pi + \alpha \leq \theta \leq 2\pi$

Còn điện áp trên tải và trên các tiristor lúc này là $u_t = u$; $u_{T1} = u_{T2} = 0$ (các tiristor được coi là lý tưởng)

Khi các tiristor khoá ta có: $i_t = 0$; $u_t = 0$; $u_{T1} = u$; $u_{T2} = u$



Hình 4.2

Nhận xét:

Dòng điện trên tải không có dạng hình sin và không liên tục.

Khai triển chuỗi Furiê ta được thành phần sóng cơ bản i_1 chậm sau điện áp nguồn một góc φ . Như vậy ngay cả khi tải thuần trở nguồn vẫn phải cung cấp cho bộ biến đổi một công suất phản kháng Q.

Giá trị hiệu dụng điện áp trên tải:

$$U_t = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_a^\pi (\sqrt{2}U \sin \theta)^2 d\theta} = U \sqrt{\frac{2\pi - 2\alpha + \sin \alpha}{2\pi}}$$

Giá trị hiệu dụng dòng điện tải:

$$I_t = \frac{U}{R} \sqrt{\frac{2\pi - 2\alpha + \sin \alpha}{2\pi}}$$

Công suất tác dụng cung cấp cho tải:

$$P_t = U_t I_t = \frac{U^2}{R} \left(\frac{2\pi - 2\alpha + \sin \alpha}{2\pi} \right)$$

Như vậy, khi thay đổi góc mở α của các tiristor từ 0 đến π ta sẽ biến đổi được giá trị hiệu dụng điện áp cấp cho tải từ U đến 0, công suất cấp cho tải thay đổi từ

$$P_t = U^2/R \text{ đến } P_t = 0.$$

3.2. Trường hợp tải thuần cảm (R = 0)

Trong nửa chu kỳ (-) của điện áp nguồn, tại thời điểm $\theta = \alpha$ ta cho xung mở T_1 thì T_1 dẫn dòng. Dòng điện qua tải: $i_t = i_{T1}$; phương trình của mạch điện lúc T_1 mở là:

$$\begin{aligned} u - u_t &= 0 \rightarrow u = u_t \rightarrow \sqrt{2} \bar{U} \sin \theta = L di_t / dt \\ \rightarrow \sqrt{2} U \sin \theta &= \omega L di_t / d\theta \text{ với } \theta = \omega t \rightarrow \end{aligned}$$

$$\frac{di_t}{d\theta} = \frac{\sqrt{2}U}{\omega L} \sin \theta$$

Giải phương trình này ta được:

$$i_t = -\frac{\sqrt{2}U}{\omega L} \cos \theta + I_0$$

Hằng số tích phân I_0 được xác định từ điều kiện ban đầu là: Khi $\theta = \alpha$ thì $i_t = 0$, ta có:

$$0 = -\frac{\sqrt{2U}}{\omega L} \cos \alpha + I_0 \rightarrow I_0 = \frac{\sqrt{2U}}{\omega L} \cos \alpha$$

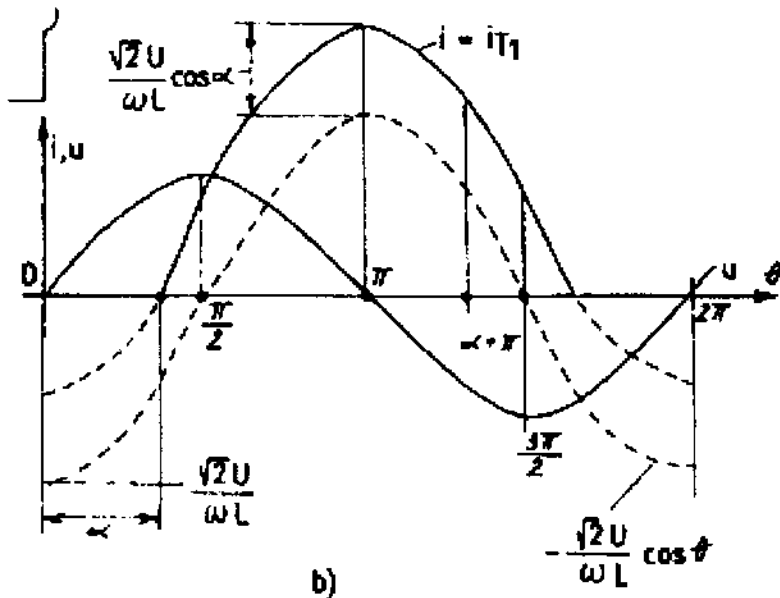
Biểu thức tổng quát của i_t là:

$$i_t = -\frac{\sqrt{2U}}{\omega L} \cos \theta + \frac{\sqrt{2U}}{\omega L} \cos \alpha$$

Do tải điện cảm nên năng lượng tích lũy trong cuộn cảm sẽ duy trì dòng điện qua T_1 khi điện áp nguồn $u = 0$. Ta chỉ có thể cho xung mở được T_2 khi $i_{T1} = 0$, vì khi $i_{T1} \neq 0$ điện thế đặt trên katốt T_2 (bằng điện thế trên anốt T_1) sẽ (+) hơn điện thế trên anốt T_2 (bằng điện thế katốt T_1)

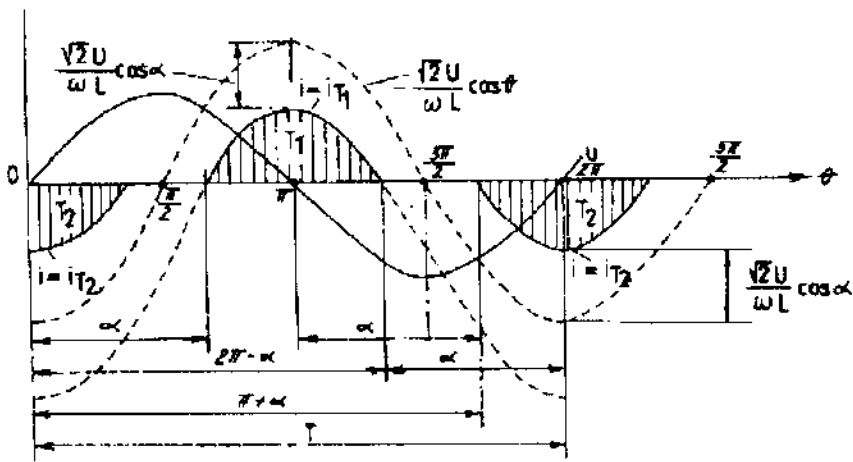
- Trường hợp $0 < \alpha < \pi/2$: Đồ thị dòng điện $i_t = i_{T1}$ như hình 4.3. (với $\cos \alpha > 0$).

Tại thời điểm tương ứng với $\theta = \pi + \alpha$ do dòng $i_{T1} \neq 0$ nên ta không thể mở T_2 được.



Hình 4.3

- Trường hợp $\pi/2 < \alpha < \pi$: Đồ thị i_{T1} , i_{T2} , u như hình 4.4 (với $\cos \alpha < 0$).



Hình 4.4

Vì $i_{T1} = 0$ từ trước thời điểm tương ứng với $\theta = 3\pi/2$ nên tại thời điểm tương ứng với $(\pi + \alpha) > 3\pi/2$ ta cho xung mở T_2 thì T_2 sẽ dẫn dòng.

+ Khi T_1 mở, biểu thức dòng điện qua tải là:

$$i_t = i_{T1} = \frac{\sqrt{2}U}{\omega L} (\cos \alpha - \cos \theta)$$

$$\text{với } \cos \alpha < 0$$

+ Khoảng thời gian dẫn dòng của T_1 xác định bằng cách giải phương trình:

Ta được: $\theta = \alpha$ và $\theta = 2\pi - \alpha$. Suy ra $i_{T1} \neq 0$ với $\alpha < \theta < 2\pi - \alpha$

- Như vậy, để sơ đồ làm việc được đầy đủ cả hai nửa chu kỳ của điện áp thì

$$i_t = i_{T1} = \frac{\sqrt{2}U}{\omega L} (\cos \alpha - \cos \theta) = 0$$

góc mở α phải trong giới hạn $\pi/2 < \alpha < \pi$. Dòng tải là dòng gián đoạn do i_{T1} và i_{T2} tạo ra. Giá trị hiệu dụng của dòng tải là:

$$I_t = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{2\pi-\alpha} i^2 d\theta} = \frac{\sqrt{2}U}{\omega L} \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{2\pi-\alpha} (\cos \alpha - \cos \theta)^2 d\theta}$$

$$I_t = \frac{U}{\omega L} \sqrt{\frac{2(\pi - \alpha)(2 + \cos 2\alpha) + 3 \sin 2\alpha}{\pi}}$$

Công suất mạch tải tiêu thụ là công suất phản kháng.

3.3. Trường hợp tải R-L:

Khi $\theta = \alpha$, tại nửa chu kỳ + của điện áp nguồn ta cho xung mở T_1 thì T_1 sẽ dẫn dòng (Hình 4.5). Dòng điện i_t được xác định từ phương trình mạch điện khi T_1 mở là:

$$L \frac{di_t}{dt} + Ri_t = \sqrt{2}U \sin(\theta + \alpha)$$

Nghiệm của phương trình này có dạng:

$$i_t = i_{xl} + i_{qd}$$

Trong đó: i_{xl} là dòng điện xác lập.

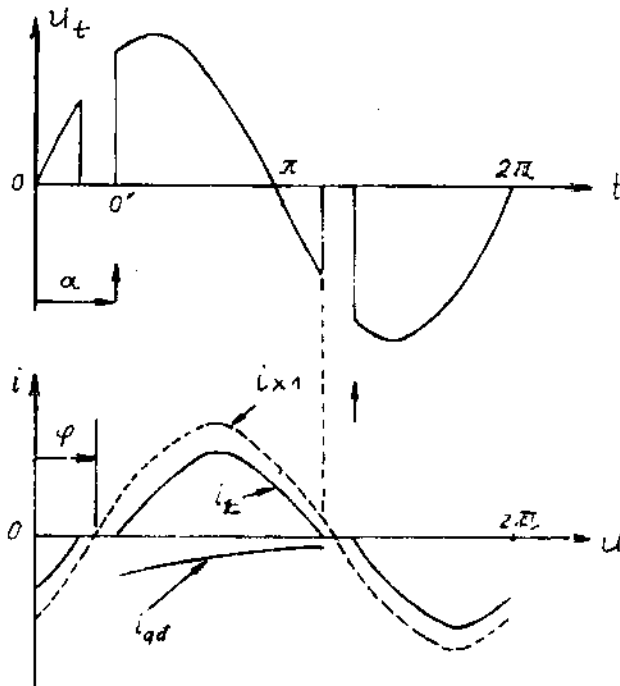
i_{qd} là dòng điện quá độ.

$$i_{xl} = \frac{U\sqrt{2}}{Z} \sin(\theta - \varphi)$$

$$i_{qd} = -\frac{U\sqrt{2}}{Z} \sin(\alpha - \varphi) e^{-\frac{\theta - \alpha}{\tau}}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega L}{R}$$



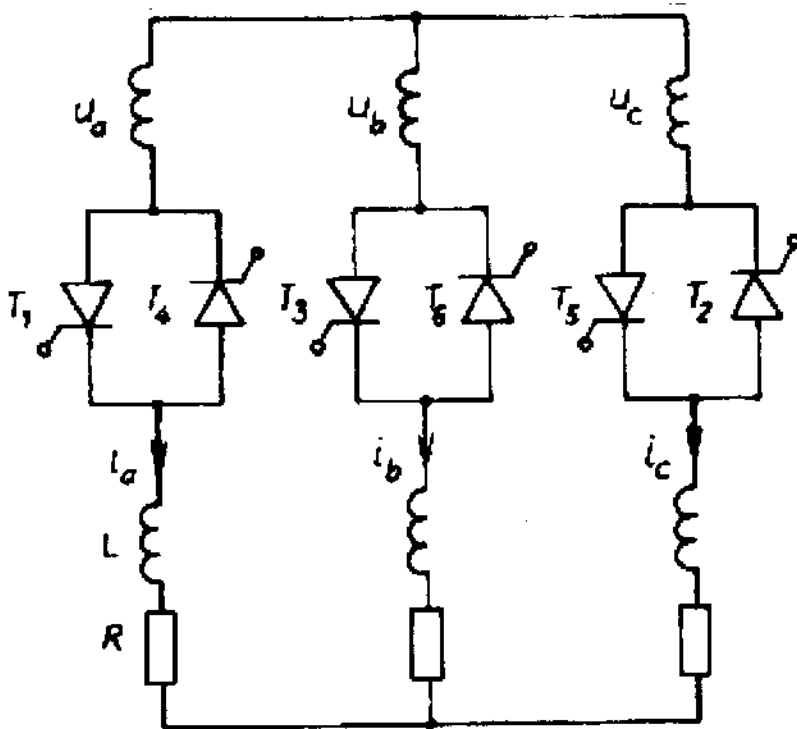
Hình 4.5

Người ta có thể biểu diễn cách biệt hai dòng điện i_{qd} , i_{xl} rồi suy ra dòng tải i_l như hình 4.5.

Khi $\alpha = \varphi$ thì $i_{qd} = 0$. T_2 phải được cấp xung mở sau khi T_1 đã được khoá, tức là $\alpha \geq \varphi$ nếu không T_2 không thể mở được.

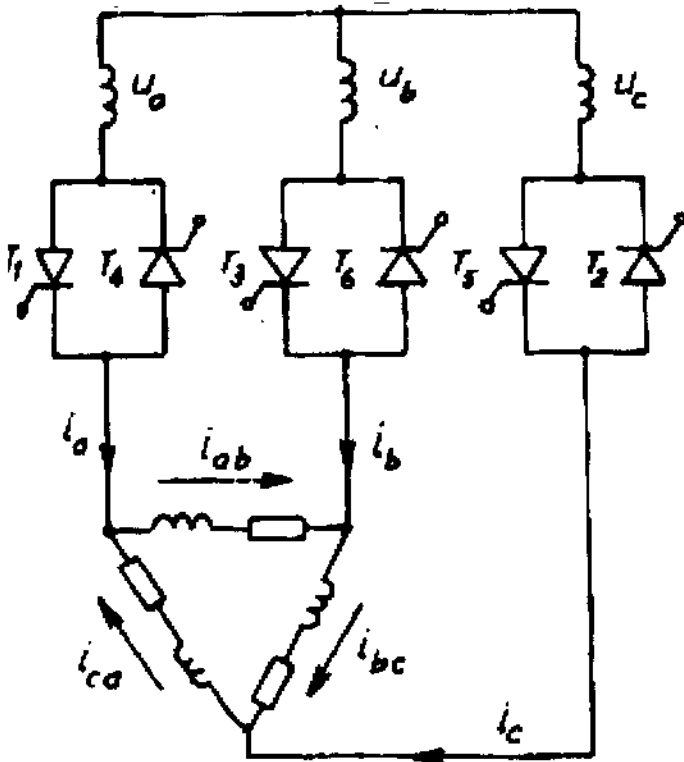
II. ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU BA PHA

1. Sơ đồ nguyên lý



Hình 4.6.

Sơ đồ gồm ba cặp tiristor đấu song song ngược, mỗi cặp được nối tiếp với một pha phụ tải. Mạch tải ba pha có thể đấu sao (Hình 4.6) hay tam giác (Hình 4.7.). Phụ tải có thể thuần trở hay trở kháng. Điện áp trên các pha phụ tải là: u_a , u_b , u_c .



Hình 4.7

2. Nguyên lý làm việc

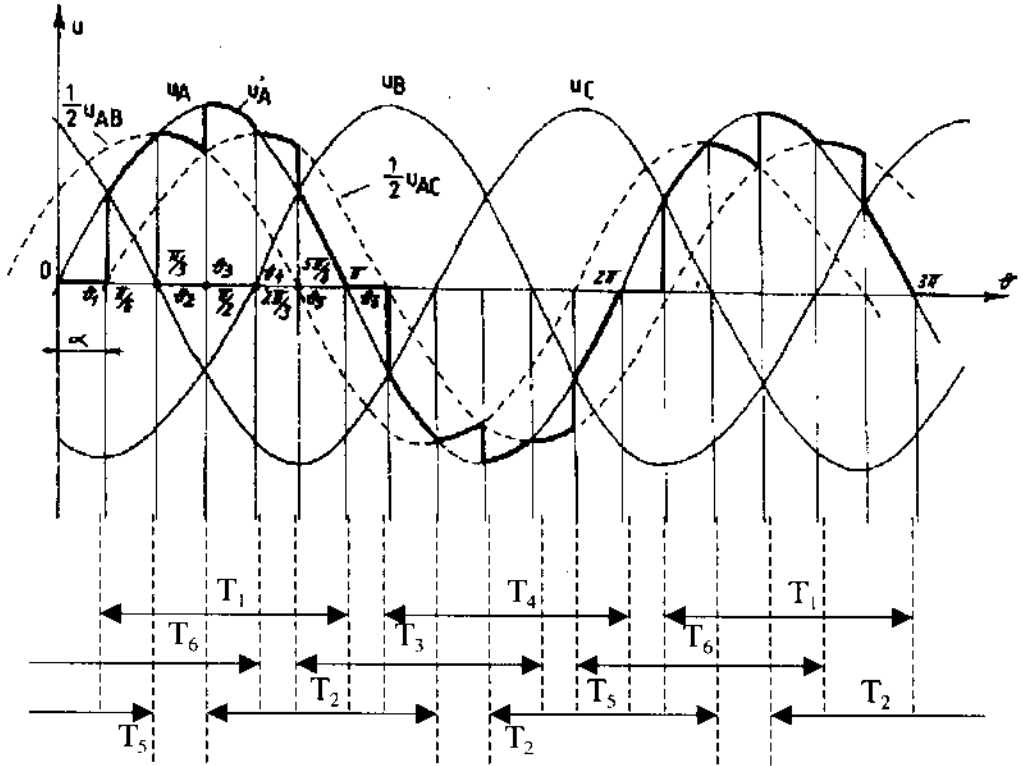
Xét trường hợp tải thuần trở đấu sao:

- Khi tải là thuần trở, dòng điện các pha của phụ tải đấu sao có hình dáng đồ thị thời gian giống như của điện áp tải u'_a, u'_b, u'_c

- Khi tải là đối xứng, điện áp u'_a, u'_b, u'_c và dòng điện tải i_a, i_b, i_c lệch pha nhau một góc $2\pi/3$, vì vậy chỉ cần vẽ đồ thị cho điện áp pha A là u'_a , các pha còn lại là u'_b, u'_c được suy ra từ pha A và dịch đi theo trục thời gian một góc $2\pi/3$ và $4\pi/3$.

- Góc mở α tính từ thời điểm điện áp nguồn của pha tương ứng bằng không. Nếu ta thay đổi góc mở α từ $\alpha = 0$ đến $\alpha = 5\pi/6$ ta có các chế độ vận hành khác nhau của bộ biến đổi.

2.1. Khi góc $0 < \alpha < \pi/3$: Với $\alpha = \pi/6$ ta có đồ thị như hình 4.8



Hình 4.8

- Nguyên tắc vẽ điện áp trên các pha tải:

+ Khi chỉ có hai tiristor ở hai pha đang mở thì điện áp trên pha tải liên quan bằng $1/2$ điện áp dây giữa hai pha đang xét.

+ Khi có 3 tiristor ở 3 pha cùng mở thì điện áp trên các pha tải bằng điện áp pha tương ứng của nguồn.

- Từ khoảng $\theta = 0 \div \pi/6$: do T_1 và T_4 đều khoá nên $u'_a = 0$

- Từ khoảng $\theta = \pi/6 \div \pi/3$: T_1, T_6, T_5 mở nên $u'_a = u_a, u'_b = u_b, u'_c = u_c$.

- Từ khoảng $\theta = \pi/3 \div \pi/2$: T_1 và T_6 mở, lúc này T_5 khoá vì $u_c < 0$, T_2 khoá vì chưa được cấp xung mở do đó $u'_a = -u'_b \rightarrow u'_a - u'_b = u_{ab} \rightarrow u'_a = u_{ab}/2$

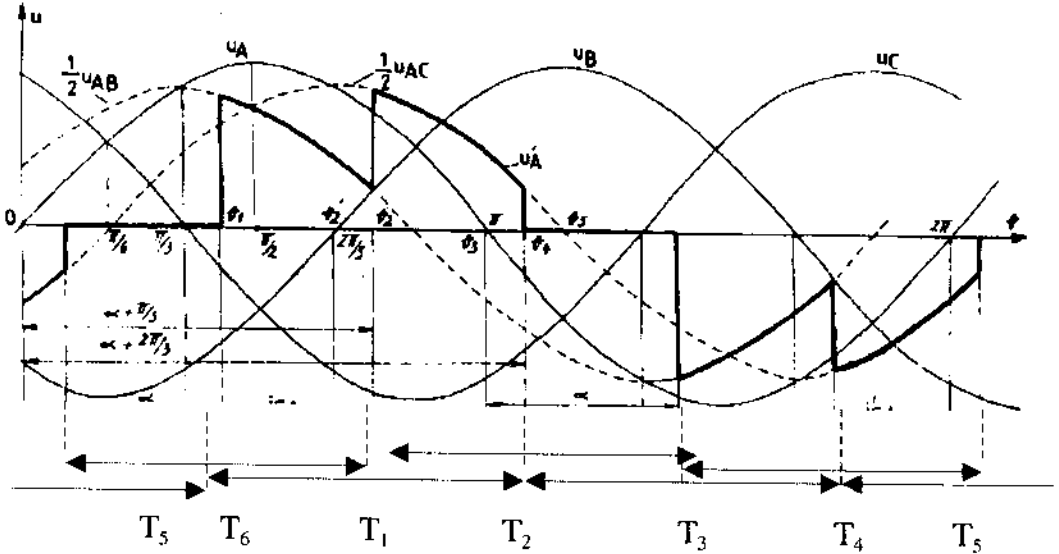
- Từ khoảng $\theta = \pi/2 \div 2\pi/3$: T_1, T_6, T_2 mở nên $u'_a = u_a, u'_b = u_b, u'_c = u_c$.

- Từ khoảng $\theta = 2\pi/3 \div 5\pi/6$: T_1 và T_2 mở, lúc này T_6 khoá vì $u_b > 0$, T_3 khoá vì chưa được cấp xung mở do đó $u'_a = u_{ac}/2$

- Từ khoảng $\theta = 5\pi/6 \div \pi$: T_1, T_3, T_2 mở nên $u'_a = u_a, u'_b = u_b, u'_c = u_c$.

- Từ khoảng $\theta = \pi + 2\pi$: Điện áp tải pha A ở nửa chu kỳ âm được suy ra tương tự nửa chu kỳ dương.

2.2. Khi góc $\pi/3 < \alpha < \pi/2$: Trong chế độ này lúc nào cũng chỉ có 2 tiristor ở 2 pha mở, ví dụ khi $\alpha = 75^\circ$ ta có đồ thị với các khoảng mở của các van như hình sau:



Hình 4.9

Câu hỏi

1. Để bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều một pha làm việc được với tải có điện cảm thì góc mở phải như thế nào? Vẽ dạng sóng ra.

2. Vẽ dạng sóng ra của bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều ba pha.

Sơ đồ gồm:

- Máy biến áp có cuộn sơ cấp có điểm giữa, mỗi nửa có số vòng là n_1 , cuộn thứ cấp có số vòng n_2 . Tỷ số máy biến áp: $n = n_2 / n_1$.

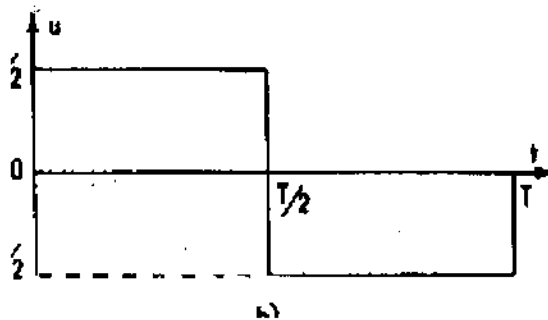
- Tụ C dùng để chuyển mạch tiristor. Điện cảm L_d để ngăn không cho tụ C phóng điện qua nguồn một chiều khi chuyển mạch tiristor, đồng thời giảm dòng nạp cho tụ C khi nó đặt điện áp ngược lại. Điện áp trên tải là u , dòng điện qua tải là i

Nguyên lý hoạt động:

Khi ta cho xung mở T_1 , điểm a của biến áp qua T_1 được nối với cực âm nguồn nên: $V_c - V_a = u_1 = E$

Do hiệu ứng máy biến áp tự ngẫu nên nửa còn lại ce cũng có điện áp bằng $u_1 = E$. Điện áp trên tụ là: $u_c = u_{ae} = 2E$. Tụ C được nạp bằng dòng i_2 .

Khi này nếu ta cho xung mở T_2 thì T_1 sẽ bị khoá bởi điện áp trên tụ C đặt ngược lên T_1 . Tụ C được nạp ngược lại để sẵn sàng khoá T_2 khi T_1 mở. Điện áp và dòng điện bên thứ cấp có dạng sin chữ nhật và có tần số phụ thuộc vào nhịp điều phát xung mở T_1 và T_2 (Hình 5.2).



Hình 5.2

2.2. Sơ đồ dùng hai Tranzitor

Khi tải thuần trở ta có sơ đồ hình 5-3. Sơ đồ có 2 nguồn $E/2$ cung cấp cho 2 tranzito công suất T_1 và T_2 .

Điện áp trên tải là u , dòng điện qua tải là i .

Hoạt động của sơ đồ:

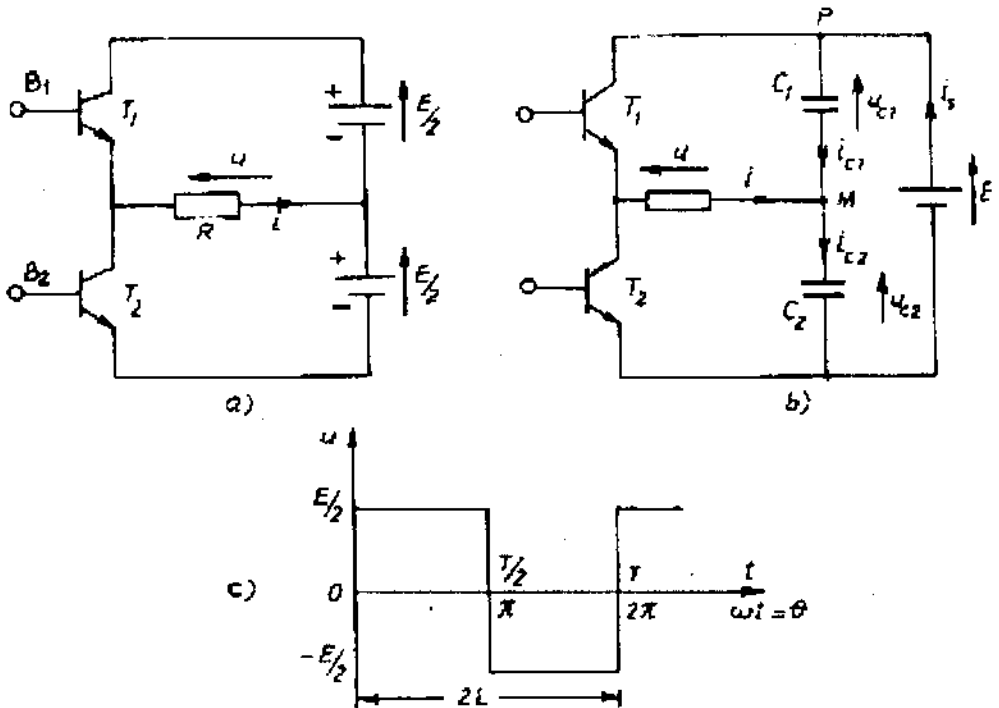
- Khi ta cho tín hiệu điều khiển mở T_1 , khoá T_2 ta có:

$u = E/2$. Dòng tải: $i = E/2R$

Khi T_2 mở, T_1 khoá ta có: Điện áp tải $u = -E/2$; dòng tải $i = -E/2R$

Điện áp trên tải có dạng sin chữ nhật.

Để thực hiện 2 nguồn $E/2$ ta dùng sơ đồ với một nguồn E và hai tụ điện $C_1 = C_2$



Hình 5.3

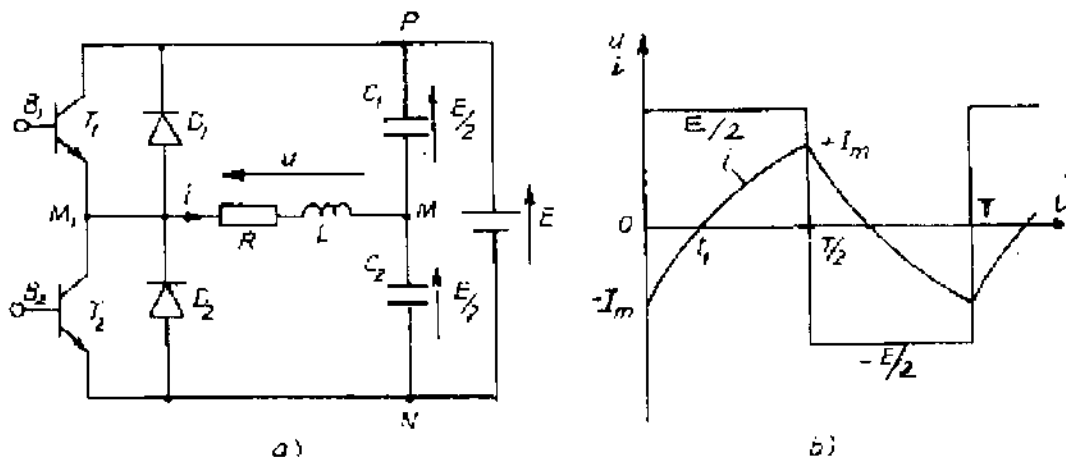
- Khi tải là $L + R$: Sơ đồ hình 5.4

+ Do tải có thành phần điện cảm nên ta phải nối song song ngược hai điốt D_1 và D_2 với T_1 và T_2 để tránh phá hỏng các tranzito do sức điện động tự cảm trong L lớn do dòng điện qua nó tăng giảm đột ngột gây ra.

+ Hoạt động của sơ đồ:

Giả thiết T_2 đang dẫn dòng, dòng tải i chảy theo mạch:

$M \rightarrow M_1 \rightarrow T_2 \rightarrow N \rightarrow M$. T_1 đang bị khoá.



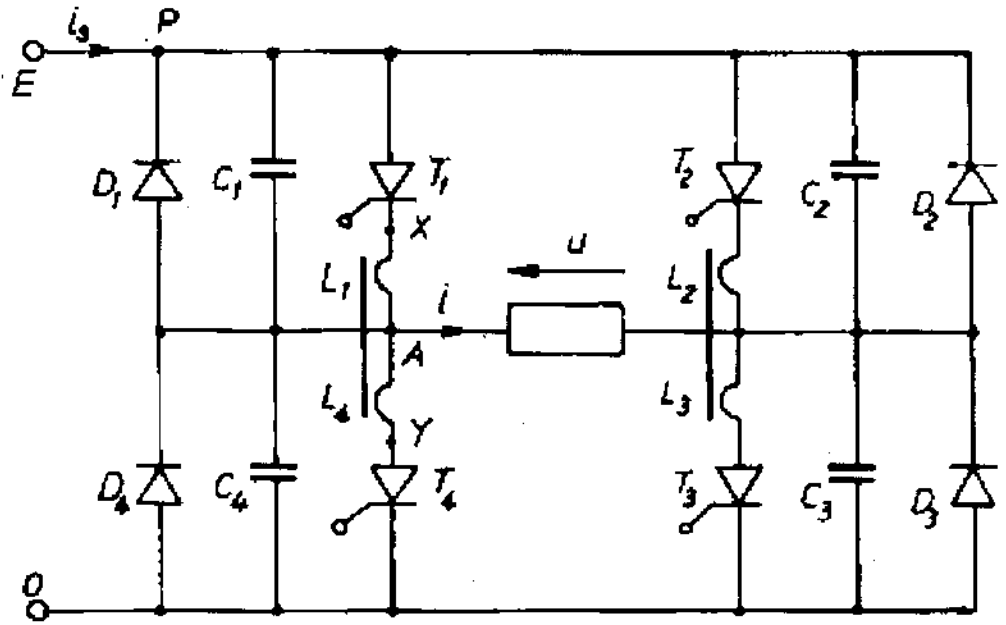
Hình 5.4

Tại thời điểm $t = 0$, dòng tải $i = -I_m$, ta cắt tín hiệu ở $B_2 \rightarrow$ Tranzito T_2 bị khoá. Đồng thời đưa tín hiệu (+) vào B_1 nhưng T_1 chưa mở vì s.d.d tự cảm trong cuộn cảm L đặt cực (+) tại M_1 làm D_1 thông, dòng qua tải vẫn theo chiều cũ và khép mạch theo đường: $M \rightarrow M_1 \rightarrow D_1 \rightarrow P \rightarrow M$. Đến thời điểm t_1 thì dòng tải bằng không khi đó T_1 mới dẫn dòng và dòng qua tải theo chiều ngược lại theo mạch: $P \rightarrow T_1 \rightarrow M_1 \rightarrow M \rightarrow P$.

2.3. Sơ đồ cầu một pha

Ta có sơ đồ như hình 5.5 bao gồm:

- Bốn tiristor nối theo sơ đồ cầu.
- Từng cặp T_1, T_3 và T_2, T_4 được điều khiển mở theo chu kỳ.
- Các T_1, T_3 và T_2, T_4 được mở cùng một lúc hoặc mở lệch nhau một khoảng thời gian để điều chỉnh điện áp ra trên tải.
- Các diốt D_1, D_4 và D_2, D_3 đấu song song ngược với các tiristor là cần thiết để rẽ dòng tải khi tải có thành phần điện cảm.
- Các cuộn L_1 và L_4 quấn trên cùng một mạch từ, L_2 và L_3 quấn trên cùng một mạch từ khác, cùng với các tụ điện C_1, C_4, C_2, C_3 tạo thành các phần tử chuyển mạch.
- Từ nguồn một chiều E ta có thể tạo ra trên tải một điện áp xoay chiều hình "sin chữ nhật" có tần số có thể thay đổi được.



Hình 5.5

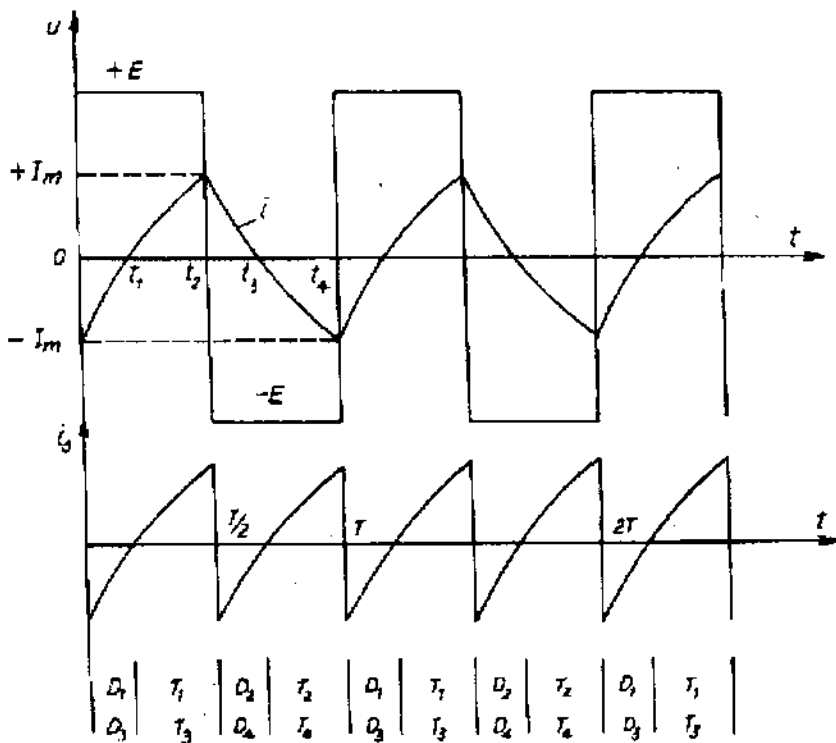
Hoạt động của sơ đồ:

- Khi các cặp van $T_1 T_3$ và $T_2 T_4$ được điều khiển mở cùng một lúc theo chu kỳ:
- + Giả thiết T_2 và T_4 đang mở, dòng tải đi từ A đến B.

Tại thời điểm $t = 0$ (đồ thị hình 5.6) ta cho xung mở T_1 và T_3 . Xung mở các van này là một chùm xung từ $t = 0$ đến $t = t_2$. Do tác động của phân tử chuyển mạch $C_2 C_4$ và $L_1 L_2 L_3 L_4$ làm cho T_2 và T_4 bị khoá lại. Do s.d.đ tự cảm trong L làm T_1 và T_3 lại khoá lại ngay (s.d.đ tự cảm có chiều + ở A và - ở B), dòng điện trong tải vẫn theo chiều cũ và khép mạch theo đường $A \rightarrow D_1 \rightarrow E \rightarrow D_3 \rightarrow B$. Các diốt D_1 và D_3 dẫn dòng trong khoảng thời gian từ $t = 0$ đến $t = t_1$.

Đến $t = t_1$ dòng tải $i = 0$, do còn xung mở tại T_1 và T_3 nên dưới tác động của điện áp nguồn E, T_1 và T_3 mở, dòng điện qua tải theo chiều ngược lại theo đường: $A \rightarrow B \rightarrow T_3 \rightarrow E \rightarrow T_1$. Điện áp trên tải $U = E$.

Đến thời điểm $t = t_2$ ta cho chùm xung mở T_2 và T_4 kéo dài từ t_2 đến t_4 , do tác động của các phân tử chuyển mạch, T_1 và T_3 bị khoá lại. Dòng tải dưới tác động của s.d.đ tự cảm trong L vẫn chảy theo chiều cũ, diốt D_2 và D_4 thông làm T_2 và T_4 khoá lại ngay, dòng tải khép mạch theo đường: $B \rightarrow D_2 \rightarrow E \rightarrow D_4 \rightarrow A \rightarrow B$.



Hình 5.6

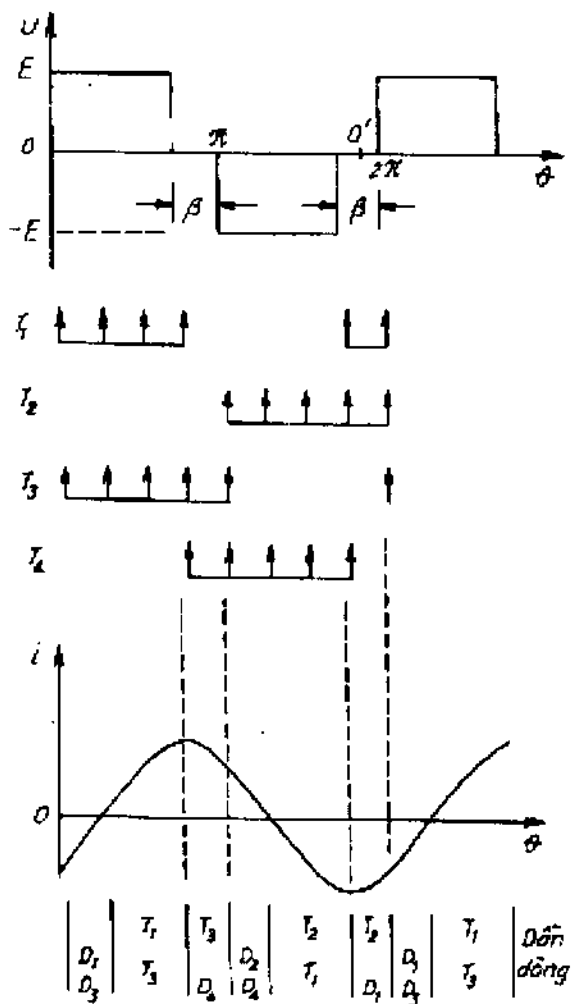
Đến $t = t_3$ do $i = 0$, T_2 và T_4 lại mở do còn xung mở tại cực điều khiển và tác động của điện áp nguồn E, qua trình lặp lại.

Trong các khoảng từ 0 đến t_1 và từ t_2 đến t_3 là quá trình trả năng lượng về nguồn

- Khi các cặp van T_1 và T_3 , T_2 và T_4 được điều khiển mở lệch nhau một góc β : Người ta điều chỉnh điện áp ra trên tải bằng cách kích mở lệch các tiristor cùng cặp, ví dụ T_1T_4 được mở trước T_3T_2 tương ứng một góc β (đồ thị hình 5.7)

+ Trong khoảng t_1 đến t_2 : tiristor T_1 và T_3 đang dẫn dòng, dòng qua tải theo đường: $A \rightarrow B \rightarrow T_3 \rightarrow E \rightarrow T_1 \rightarrow A$.

+ Đến $t = t_2$ ta cho xung mở T_4 . Dưới tác động của các phần tử chuyển mạch T_1 bị khoá lại. Do s.d.d tự cảm trong L dòng tiristor được duy trì theo chiều cũ nhưng do T_1 đã bị khoá nên dòng tải khép mạch theo đường: $A \rightarrow B \rightarrow T_3 \rightarrow D_4 \rightarrow A$. Nguồn cung cấp bị tách khỏi tải, điện áp trên tải $u = 0$. Trong thời gian t_2 đến t_3 chỉ có T_3 và D_4 dẫn dòng.



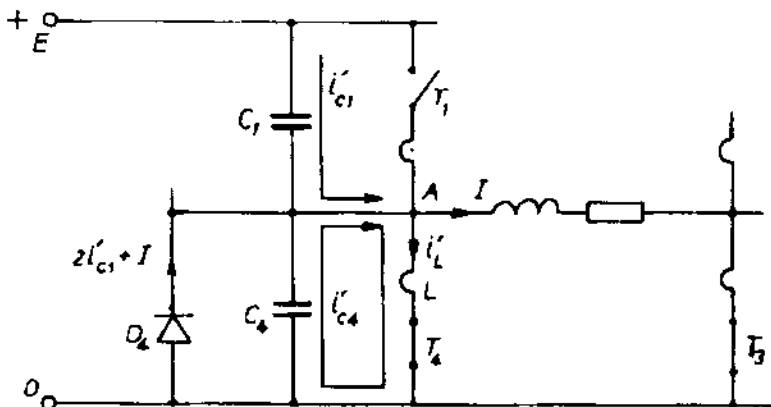
Hình 5.7

+ Đến t_3 ta cho xung mở T_2 , dưới tác động của các phần tử chuyển mạch, T_3 bị khóa lại, dòng tải khép mạch theo đường: $A \rightarrow B \rightarrow D_2 \rightarrow E \rightarrow D_4 \rightarrow A$. Điện áp đặt lên tải theo chiều ngược lại.

+ Đến t_4 dòng tải bằng không, dưới tác dụng của xung điều khiển và điện áp nguồn T_2 và T_4 dẫn dòng, dòng qua tải theo chiều ngược lại.

Việc thay đổi góc β sẽ thay đổi được giá trị trung bình của điện áp trên tải.

- Các phần tử chuyển mạch: Sơ đồ hình 5.8.



Hình 5.8

Gồm các điện cảm $L_1 = L_2 = L_3 = L_4 = L$

Và các điện cảm $C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C$.

Với L_1 và L_4 quấn trên cùng một lõi sắt từ.

Và L_2 và L_3 quấn trên cùng một lõi sắt từ.

Xét trường hợp T_1 và T_3 đang dẫn dòng, ta kích cho T_4 mở trước T_2 một góc β .

Do T_1 đang mở, điểm A được nối với (+) E nên khi có xung mở T_4 mở ngay. Tụ C được nạp trước đó với điện áp $u_{c4} = E$ lúc này phóng điện qua L_4 T_4 . Do cuộn L_1 và L_4 được quấn trên cùng một lõi nên s.d.đ cảm ứng trong L_4 có cùng cực tính như hình vẽ, sẽ đặt cực tính (+) vào katốt của T_1 làm T_1 khoá lại. Dòng qua tải giảm, s.d.đ cảm ứng trong cuộn cảm tải L duy trì không cho dòng tải giảm đột ngột, dòng qua tải khép mạch qua T_3 đang mở và D_4 .

Quá trình chuyển mạch khi ta kích mở T_2 để T_3 bị khoá xảy ra tương tự, dòng tải lúc này khép mạch qua đường $A \rightarrow B \rightarrow D_2 \rightarrow E \rightarrow D_4 \rightarrow A$. Quá trình tiếp theo ta đã xét ở phần trước.

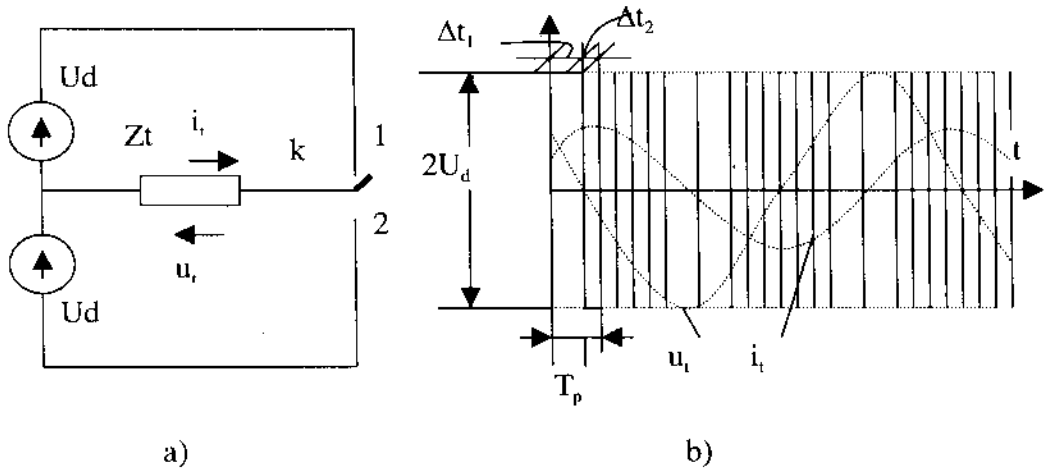
3. Điều biến độ rộng xung PWM (Pulse Width Modulation)

3.1. Cơ sở lý luận của phương pháp

Thiết bị biến tần ở trên chỉ tạo được điện áp ra có dạng sin chữ nhật hoặc gần sin chứa nhiều sóng hài. Muốn giảm nhỏ ảnh hưởng của sóng hài ta phải dùng bộ lọc và như vậy sẽ tăng giá thành thiết bị.

Để có thể đáp ứng được yêu cầu tăng chất lượng dạng điện áp đầu ra người ta dùng bộ điều biến độ rộng xung.

Xét sơ đồ hình 5.9a



Hình 5-9.

Ở đây tải Z_t được nối tới hai nguồn điện áp ngược chiều nhau U_d nhờ khoá bán dẫn k chuyển đổi giữa hai vị trí 1 và 2 với tần số cao f_k gọi là tần số sóng mang. Nếu khoảng thời gian Δt_1 khoá k ở vị trí 1 bằng thời gian Δt_2 khoá k ở vị trí 2 thì giá trị trung bình điện áp trên tải bằng 0. Trong trường hợp chung điện áp trên tải là:

$$u_t = U_d \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{T_p}$$

Trong đó: $T_p = \Delta t_1 + \Delta t_2$ là chu kỳ sóng mang.

Nếu tần số mang là cố định và biến đổi giá trị giữa Δt_1 và Δt_2 theo luật hình sin:

$$(\Delta t_1 - \Delta t_2) / T_p = m_a \sin \omega_m t.$$

thì giá trị điện áp trên tải cũng biến đổi theo quy luật hình sin:

$$u_t = U_d m_a \sin \omega_m t.$$

Trong đó: ω_m gọi là tần số điều biến. T_p là chu kỳ sóng mang. m_a là độ sâu điều biến, nó chỉ sự thay đổi giới hạn tối đa khoảng thời gian Δt_1 , Δt_2 trong khoảng thời gian chu kỳ điều biến. Khi điều biến hoàn toàn ($m_a = 1$) Δt_1 thay đổi từ 0 đến T_p và giá trị biên độ điện áp trên tải đạt cực đại và bằng U_d . ở những giá trị khác của m_a , điện áp trên tải bằng $m_a U_d$.

Để đạt được kết quả như phân tích ở trên ta có phương pháp điều biến độ rộng xung:

- + Tạo một sóng điều biến hình sin có tần số bằng tần số mong muốn u_m .
- + Tạo một sóng mang u_p có tần số cố định.

+ Dùng khâu so sánh u_m và u_p , giao điểm của 2 sóng này xác định khoảng tác động xung điều khiển Tranzito hoặc tiristor.

Tỷ số giữa biên độ sóng điều biến A_m và biên độ sóng mang A_p ký hiệu là m_a , được gọi là tỷ số điều biến biên độ (độ sâu điều biến):

$$m_a = \frac{A_m}{A_p}$$

Điều chỉnh A_m cũng chính là điều khiển độ rộng xung.

Muốn thay đổi điện áp ra ta thay đổi A_m ($A_m \leq A_p$).

Muốn thay đổi tần số điện áp ra ta thay đổi tần số sóng điều biến.

3.2. Sơ đồ điều biến độ rộng xung một pha

Có hai loại điều biến:

- Điều biến độ rộng xung đơn cực:

Tiristor T_1 được kích mở trong suốt nửa chu kỳ dương của sóng điều biến u_m , còn tiristor T_4 được mở trong nửa chu kỳ âm. Điện áp ra trên tải là một chuỗi xung, có độ rộng khác nhau, có biên độ $+E$ trong nửa chu kỳ dương và $-E$ trong nửa chu kỳ âm

Với tải là $R + L$ (hình 5- 10), dòng điện chậm sau điện áp tải, ta có:

Trong nửa chu kỳ dương điện áp tải:

- + Khi dòng và áp ngược chiều nhau:

Nếu T_3 mở, điện áp trên tải bằng $+E$, dòng khép mạch qua tải theo đường: Tải - D_1 - Nguồn - D_3 - Tải, năng lượng trả về nguồn.

Nếu T_3 khoá, T_2 mở, điện áp trên tải bằng không, dòng tải ngắn mạch qua D_1 - T_2 .

- Khi dòng và áp cùng chiều nhau:

Nếu T_3 mở, điện áp tải bằng $+E$, dòng khép mạch qua tải theo đường:

Nguồn - T_1 - Tải - T_3 - nguồn.

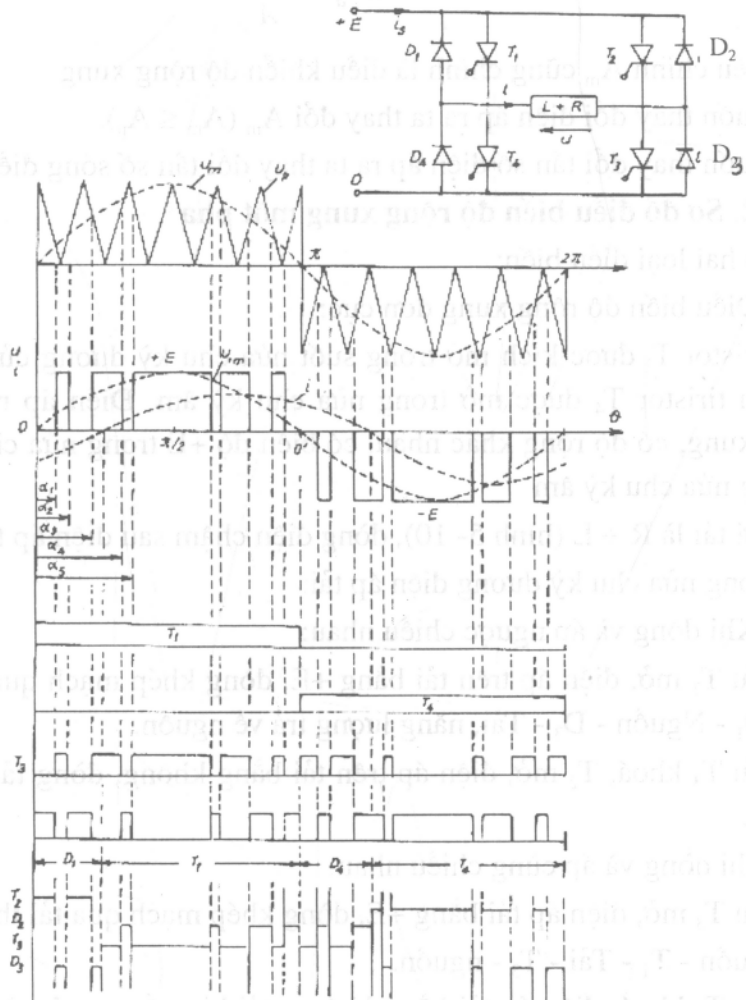
Nếu T_3 khoá, điện áp tải bằng không, tải bị ngắn mạch và khép mạch theo đường: Tải - D_2 - T_1 - Tải.

Tương tự ta có các khoảng dẫn dòng trong nửa chu kỳ âm điện áp tải (hình 5.10)

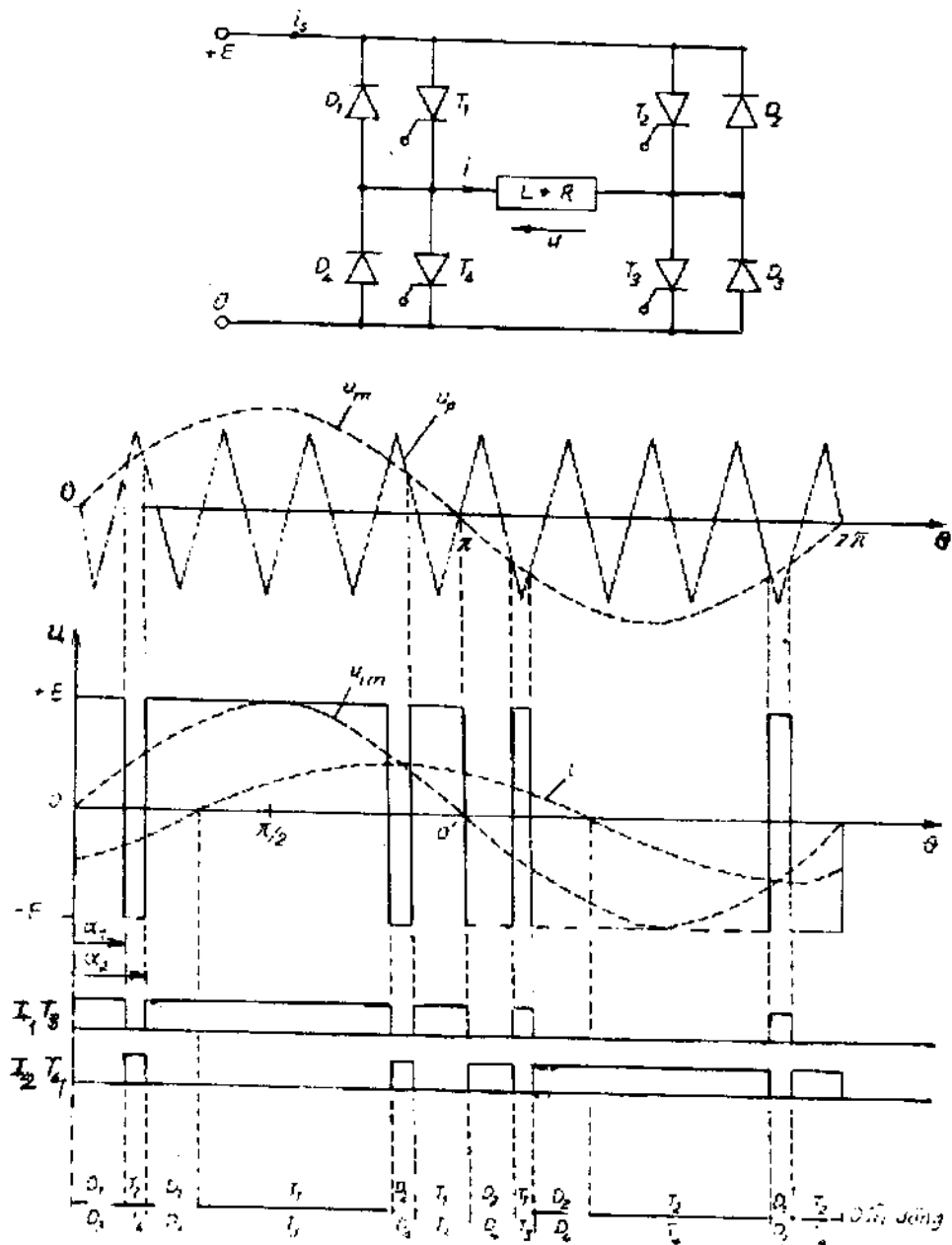
- Điều biến độ rộng xung lưỡng cực:

Ở điều biến đơn cực, điện áp tải có những khoảng bằng không. Ở điều biến lưỡng cực khắc phục được điều đó.

Trong điều biến lưỡng cực, các tiristor được điều khiển từng cặp T_1, T_3, T_2, T_4 , điện áp nguồn luôn được nối với tải thông qua T_1, T_3 hoặc T_2, T_4 , điện áp tải gồm một chuỗi xung có độ rộng khác nhau, không có các khoảng bằng không (Hình 5.11).



Hình 5-10



Hình 5-11

Như vậy ta thấy, nếu điều chỉnh góc mở α một cách hợp lý ta có điện áp đầu ra sẽ có dạng gần hình sin.

II. THIẾT BỊ BIẾN TẦN GIÁN TIẾP BA PHA

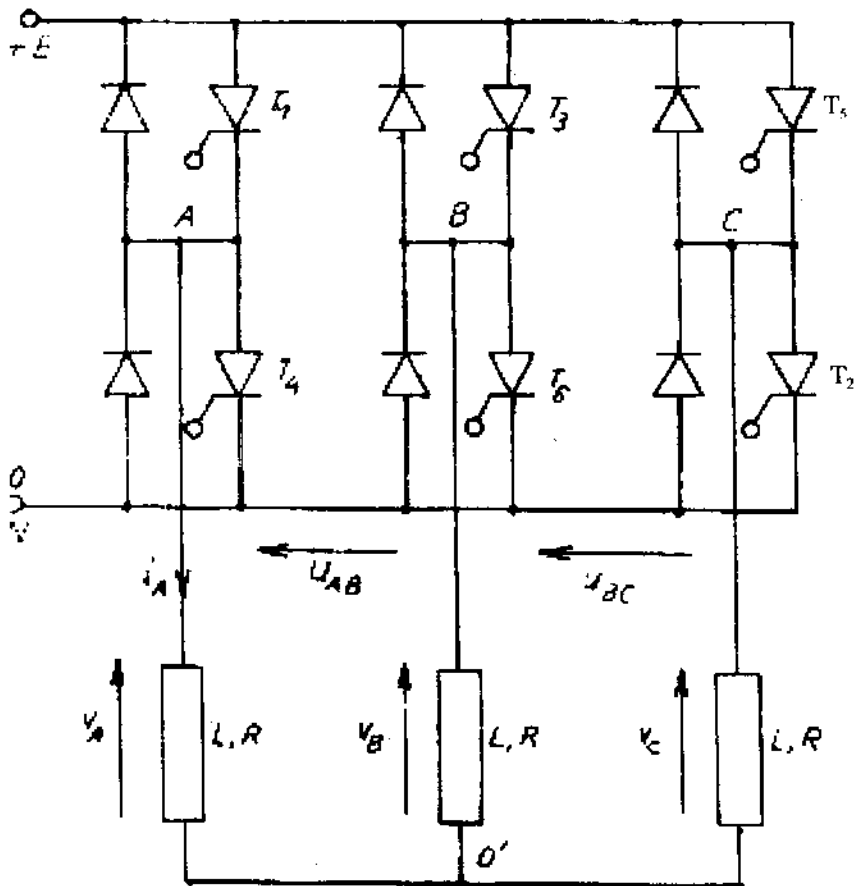
1. Sơ đồ biến tần 3 pha dùng tiristor

Bằng cách thêm một nhánh vào sơ đồ cầu một pha ta có sơ đồ cầu ba pha như hình 5.12. (trên sơ đồ không vẽ các phân tử chuyển mạch).

- Các diốt trên sơ đồ được mắc song song ngược với các tiristor để trả năng lượng về nguồn một chiều khi tải là phản kháng.

- Sơ đồ lúc nào cũng có 3 tiristor làm việc. Ta có sáu tổ hợp mở các van như sau để tạo thành điện áp ba pha:

Van 1-6-5; 1-6-2; 1-3-2; 4-3-2; 4-3-5; 4-6-5.



Hình 5.12

Để tạo được tổ hợp như vậy ta cho các van mở theo trình tự $T_1 - T_2 - T_3 - T_4 - T_5 - T_6$, van nọ mở cách van kia $1/6$ chu kỳ.

- Khi T_1 mở ta có điện áp giữa điểm A và N của nguồn là: $u_{AN} = E$, duy trì trong nửa chu kỳ.

- Tương tự khi T_3 và T_5 mở ta có $u_{BN} = E$, $u_{CN} = E$, ta có đồ thị như hình 5.13.

- Ta có các quan hệ sau:

$$u_{AB} = u_{AN} - u_{BN}$$

$$u_{BC} = u_{BN} - u_{CN}$$

$$u_{CA} = u_{CN} - u_{AN}$$

Mặt khác đối với điểm O' của tải ta có:

$$u_{AB} = u_A - u_B$$

$$u_{BC} = u_B - u_C$$

$$u_{CA} = u_C - u_A$$

Khi tải đấu Sao ta có

$$i_A + i_B + i_C = 0$$

Khi tải là đối xứng ta có:

$$u_A + u_B + u_C = 0$$

Từ các phương trình trên ta có:

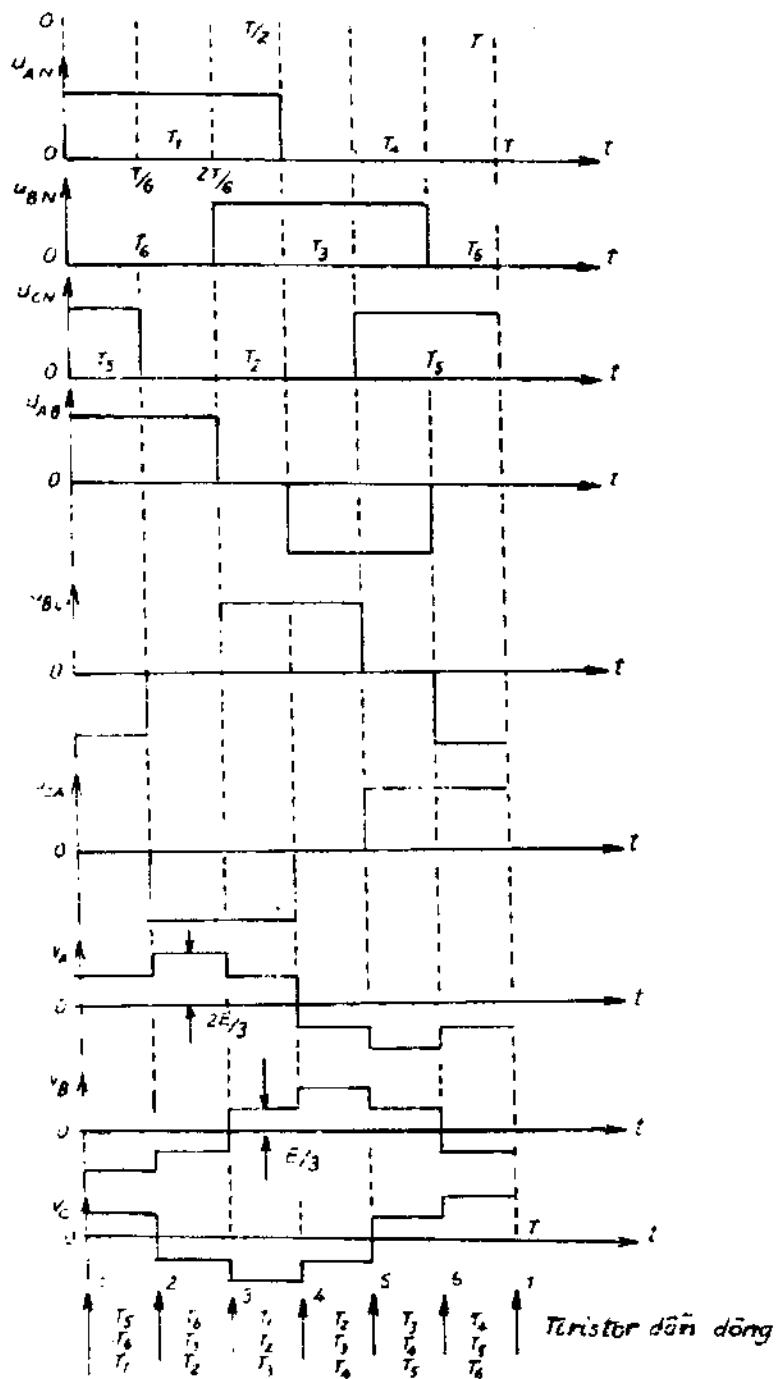
$$u_A = \frac{1}{3}(2u_{AN} - u_{BN} - u_{CN})$$

$$u_B = \frac{1}{3}(2u_{BN} - u_{CN} - u_{AN})$$

$$u_C = \frac{1}{3}(2u_{CN} - u_{AN} - u_{BN})$$

Dựa vào các phương trình trên và đồ thị u_{AN} , u_{BN} , u_{CN} , ta vẽ được đồ thị u_{AB} , u_{BC} , u_{CA} , u_A , u_B , u_C như hình 5.10.

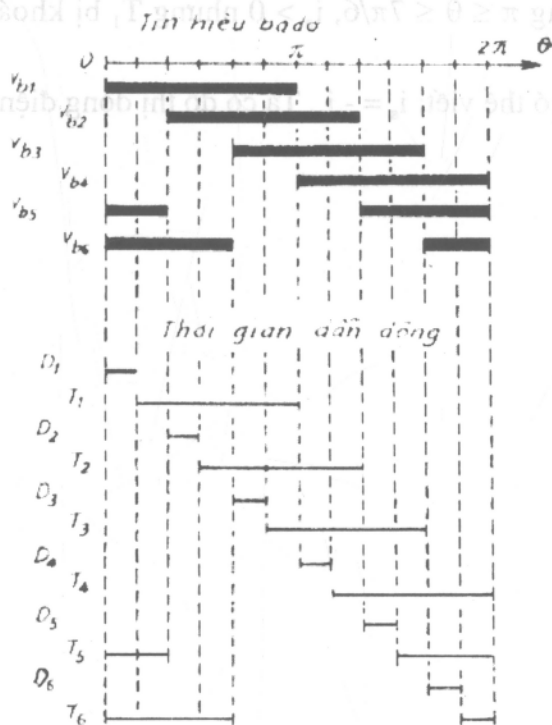
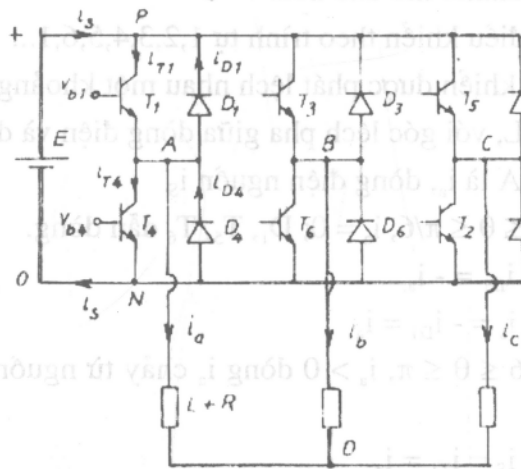
Tần số điện áp tải u_A , u_B , u_C được điều chỉnh bằng cách thay đổi nhịp xung $T/6$ mở các van T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , T_5 , T_6



Hình 5.13.

2. Sơ đồ biến tần 3 pha dùng tranzitor

Sơ đồ dùng 6 tranzito công suất từ T_1 đến T_6 và 6 diốt D_1 đến D_6 đấu song song ngược với các diốt tương ứng (hình 5.14)



Hình 5.14

Tín hiệu điều khiển được đưa đến Bazơ của các tranzito có dạng chữ nhật, chu kỳ 2π , độ rộng π .

Khi $V_b = "0"$, tranzito bị khoá.

Khi $V_b = "1"$, tranzito mở bão hoà.

Các tranzito được điều khiển theo trình tự 1,2,3,4,5,6,1...

Các tín hiệu điều khiển được phát lệch nhau một khoảng $2\pi/3$.

Giả sử tải là $R + L$, với góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp là $\varphi = \pi/6$:

Xét dòng tải pha A là i_a , dòng điện nguồn i_s

Trong khoảng $0 \leq \theta \leq \pi/6$, $i_a = 0$; D_1, T_5, T_6 dẫn dòng.

$$i_{D1} = -i_a$$

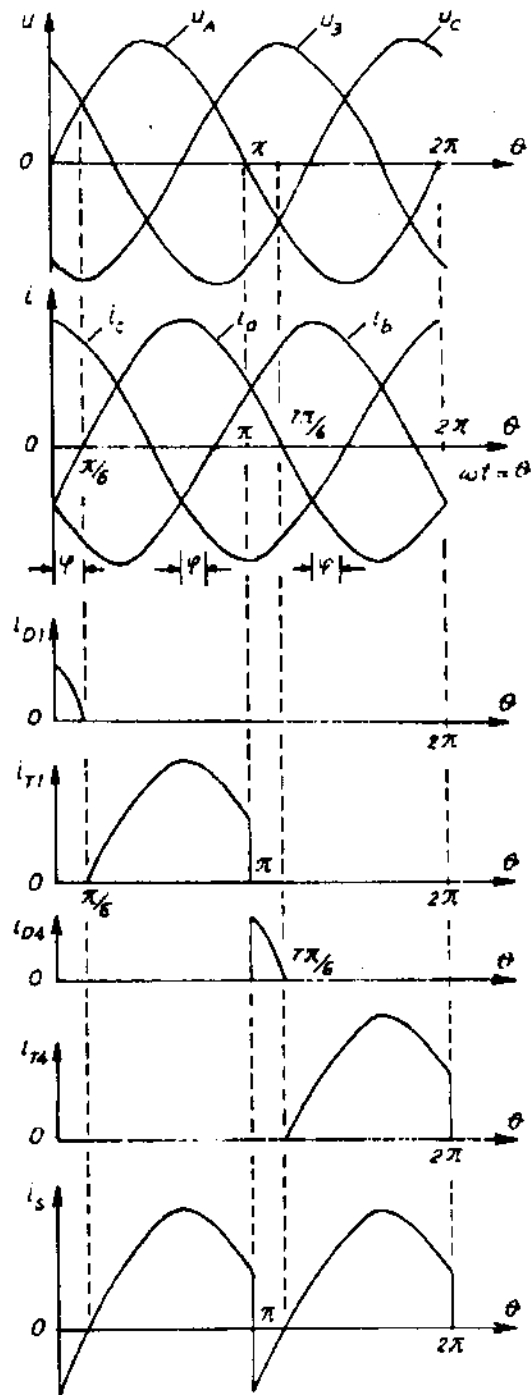
Tại điểm P ta có: $i_s = -i_{D1} = i_a$

Trong khoảng $\pi/6 \leq \theta \leq \pi$, $i_a > 0$ dòng i_a chảy từ nguồn vào tải pha A qua T_1 , còn D_1 bị khoá.

$$i_s = i_{T1} = i_a$$

Trong khoảng $\pi \leq \theta \leq 7\pi/6$, $i_a > 0$ nhưng T_1 bị khoá vì $V_{b1} = 0$, T_2, T_3, D_4 dẫn dòng.

Tại điểm N có thể viết: $i_s = -i_a$. Ta có đồ thị dòng điện như hình 5.14.



Hình 5.12

Câu hỏi

1. Phân tích sơ đồ nguyên lý, nguyên tắc hoạt động và quá trình đóng mở các van của thiết bị biến tần gián tiếp một pha.
2. Phân tích sơ đồ nguyên lý, quy luật đóng mở các van trong thiết bị biến tần gián tiếp ba pha

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Điện tử công suất*, Nguyễn Bính, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2000.
2. *Điện tử công suất*, Đỗ Xuân Tùng - Trương Tri Ngộ, Nhà xuất bản Xây dựng Hà Nội - Năm 1999.
3. *Điện tử công suất và điều khiển tự động cơ điện*, Cyril w.Lander, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội - năm 1997.

MỤC LỤC

- Lời giới thiệu	3
- lời nói đầu	5
Chương 1. CÁC PHẦN TỬ BÁN DẪN CÔNG SUẤT	
I. Diốt công suất	7
II. Transistor công suất	11
III. Tiristor	15
IV. Triac	20
Chương 2. CHỈNH LƯU CÔNG SUẤT	
I. Chỉnh lưu không điều khiển	22
II. Chỉnh lưu có điều khiển	30
Chương 3. BỘ BẮM ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU	
I. Bộ băm điện áp một chiều nối tiếp	35
II. Bộ băm điện áp một chiều song song	38
Chương 4. ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU	
I. Điều chỉnh điện áp xoay chiều một pha	44
II. Điều chỉnh điện áp xoay chiều ba pha	50
Chương 5. THIẾT BỊ BIẾN TẦN GIÁN TIẾP	
I. Thiết bị biến tần gián tiếp một pha	54
II. Thiết bị biến tần gián tiếp ba pha	66
<i>Tài liệu tham khảo</i>	

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI
4 - TỐNG DUY TÂN, QUẬN HOÀN KIẾM, HÀ NỘI
ĐT: (04) 8252916, 8257063 - FAX: (04) 8257063

GIÁO TRÌNH
ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT
NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2007

Chịu trách nhiệm xuất bản
NGUYỄN KHẮC OÁNH

Biên tập

PHẠM QUỐC TUẤN

Bìa

TRẦN QUANG

Kỹ thuật vi tính

THU YẾN

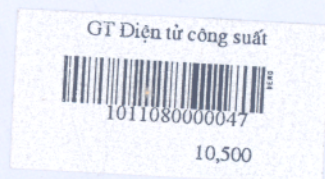
Sửa bản in

LÊ XUÂN THỌ

In 550 cuốn, khổ 17x24cm, tại Nhà in Hà Nội - Công ty Sách Hà Nội. 67 Phó Đức Chính - Ba Đình - Hà Nội. Quyết định xuất bản: 160-2007/CXB/419GT-27/HN; Số: 313/CXB ngày 02/3/2007. Số in: 331/3. In xong và nộp lưu chiểu quý III năm 2007.

**BỘ GIÁO TRÌNH XUẤT BẢN NĂM 2007
KHỐI TRƯỜNG TRUNG HỌC CÔNG NGHIỆP**

1. THỰC TẬP QUA BAN HÀN
2. THỰC TẬP QUA BAN NGUỘI
3. THỰC TẬP QUA BAN MÁY
4. AN TOÀN LAO ĐỘNG CHUYÊN NGÀNH SCKTTB
5. AN TOÀN LAO ĐỘNG CHUYÊN NGÀNH ĐIỆN
6. VẬT LIỆU ĐIỆN
7. ĐO LƯỜNG ĐIỆN
8. KỸ THUẬT ĐIỆN
9. ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT
10. MÁY CÔNG CỤ CẮT GỌT
11. ĐỒ GÁ
12. CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY
13. TỔ CHỨC SẢN XUẤT
14. MÁY VÀ LẬP TRÌNH CNC
15. CẮT GỌT KIM LOẠI
16. SỬA CHỮA MÁY CÔNG CỤ
17. MÁY ĐIỆN
18. TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN
19. KHÍ CỤ ĐIỆN - TRANG BỊ ĐIỆN
20. CUNG CẤP ĐIỆN
21. KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN LOGÍC VÀ ỨNG DỤNG
22. ĐỒ ÁN CÔNG NGHỆ CTM
23. THỰC HÀNH CẮT GỌT KIM LOẠI
24. THỰC HÀNH SỬA CHỮA THIẾT BỊ
25. THÍ NGHIỆM KỸ THUẬT ĐIỆN
26. THÍ NGHIỆM MÁY ĐIỆN
27. THỰC TẬP ĐIỆN CƠ BẢN
28. TIẾNG ANH CHUYÊN NGÀNH SCKTTB
29. TIẾNG ANH CHUYÊN NGÀNH ĐIỆN
30. QUẢN TRỊ DOANH NGHIỆP
31. HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN TRANG BỊ ĐIỆN
32. ĐỒ ÁN CUNG CẤP ĐIỆN
33. CƠ SỞ THIẾT KẾ MÁY
34. ĐỒ ÁN CƠ SỞ THIẾT KẾ MÁY (ĐỒ ÁN CHI TIẾT MÁY)
35. CẤU TRÚC DỮ LIỆU VÀ GIẢI THUẬT
36. LÝ THUYẾT TRUYỀN TIN
37. CƠ SỞ KỸ THUẬT TRUYỀN SỐ LIỆU
38. ASSEMBLY
39. THỰC TẬP CHUYÊN NGÀNH ĐIỆN
40. THỰC HÀNH PLC
41. FOXPRO



Giá: 10.500đ