

Chương 4

Chỉ số

Nội dung

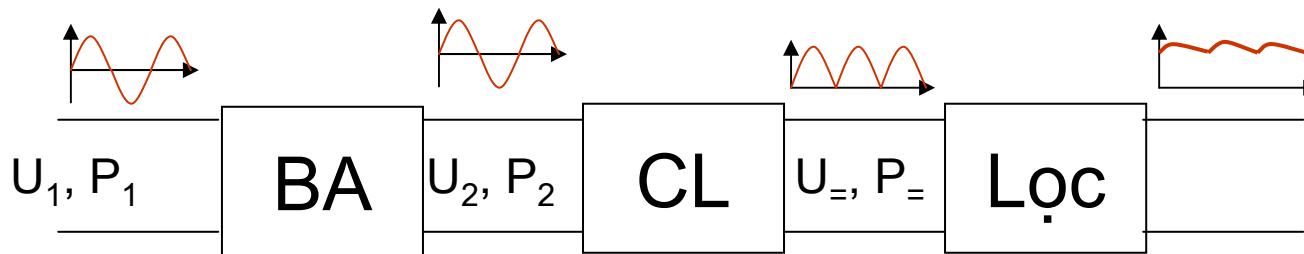
1. Khái quát
2. Chỉnh lưu nửa chu kì
3. Chỉnh lưu cả chu kì với biến áp trung tính
4. Chỉnh lưu cầu một pha
5. Chỉnh lưu tia ba pha
6. Chỉnh lưu cầu ba pha
7. Chỉnh lưu tia sáu pha
8. Nâng cao chất lượng dòng chỉnh lưu
9. Lọc một chiều

4.1 Khái quát chỉnh lưu

- Cấu trúc, định nghĩa
- Phân loại
- Các thông số cơ bản của chỉnh lưu
- Nguyên tắc dẫn của các ngắt điện bán dẫn

4.1.1. Cấu trúc, định nghĩa

- Định nghĩa: Chỉnh lưu là thiết bị biến đổi dòng điện (điện áp) xoay chiều thành dòng điện một chiều
- Cấu trúc chỉnh lưu như hình vẽ



4.1.2. Phân loại

- Theo số pha*: một pha, hai pha, ba pha, sáu pha..
- Theo loại ngắt điện*:
- Toàn diode là chỉnh lưu không điều khiển
- Toàn thyristor là chỉnh lưu điều khiển
- Một nửa chỉnh lưu, một nửa diode là chỉnh lưu bán điều khiển (chỉnh lưu điều khiển không đối xứng)
- Phân loại theo sơ đồ mắc*
- Phân loại theo công suất*

4.1.3. Các thông số cơ bản của chỉnh lưu

Những thông số có ý nghĩa quan trọng để đánh giá chỉnh lưu bao gồm:

1. Điện áp tải $U_d = \frac{1}{T} \int_0^T u_d(\omega t).d\omega t$
2. Dòng điện tải: $I_d = U_{dc}/R_d$
3. Dòng điện chạy qua ngắt điện: $I_{ND} = I_d/m$
4. Điện áp ngược của ngắt điện: $U_N = U_{max}$
5. Công suất biến áp: $S_{BA} = \frac{S_{1BA} + S_{2BA}}{2} = k_{sd} \cdot U_d \cdot I_d$
6. Số lần đập mạch trong một chu kỳ m
7. Độ đập mạch (nhấp nhô) của điện áp tải

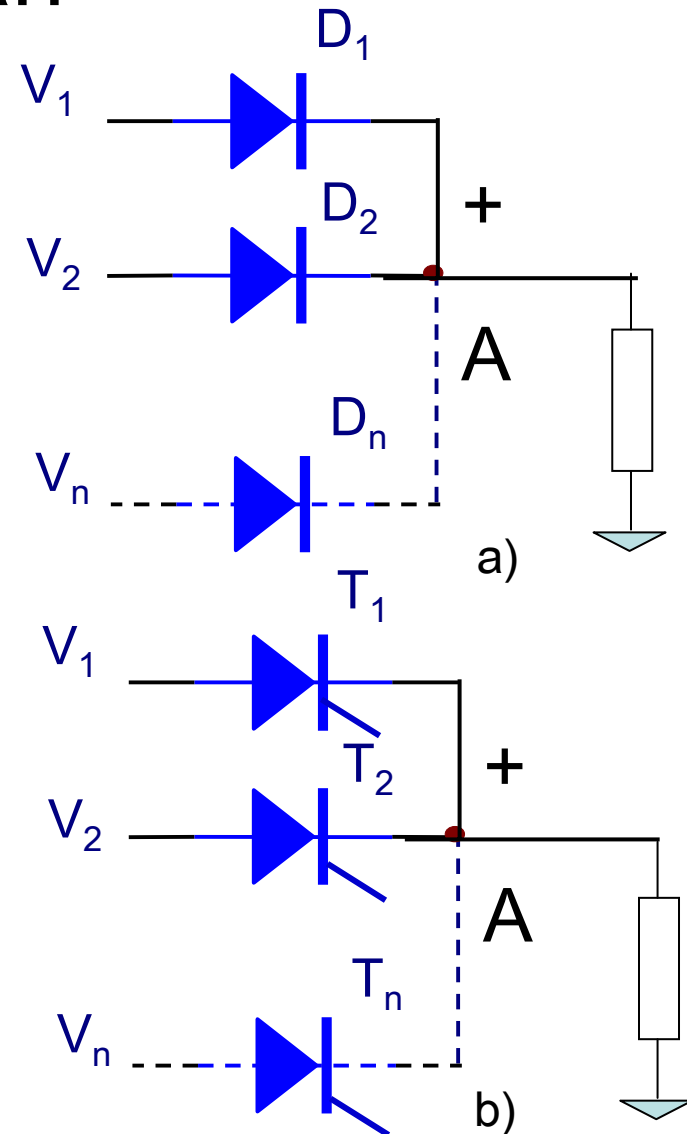
4.1.4. Nguyên tắc dẫn của các ngắt điện bán dẫn

Nhóm ngắt điện nối chung cathode

Nguyên tắc diode dẫn:

Điện áp anode của diode nào dương hơn diode ấy dẫn. Khi đó điện thế điểm A bằng điện thế anode dương nhất.

Nguyên tắc dẫn và điều khiển thyrystor



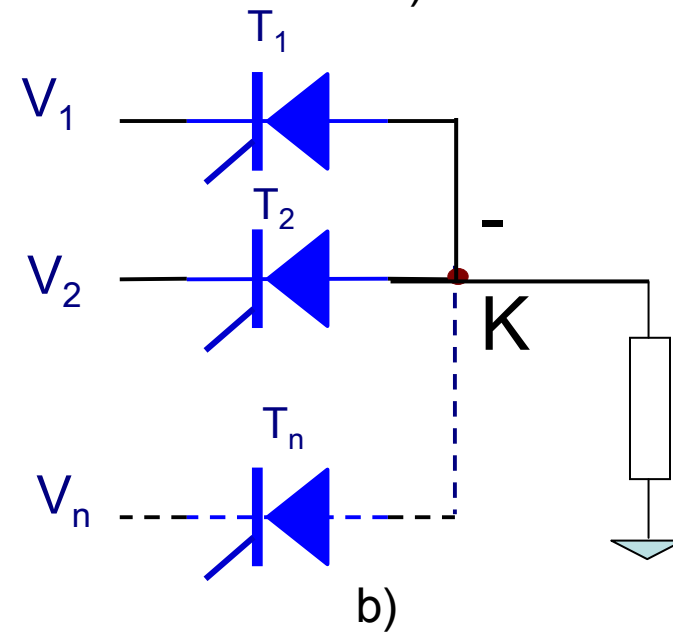
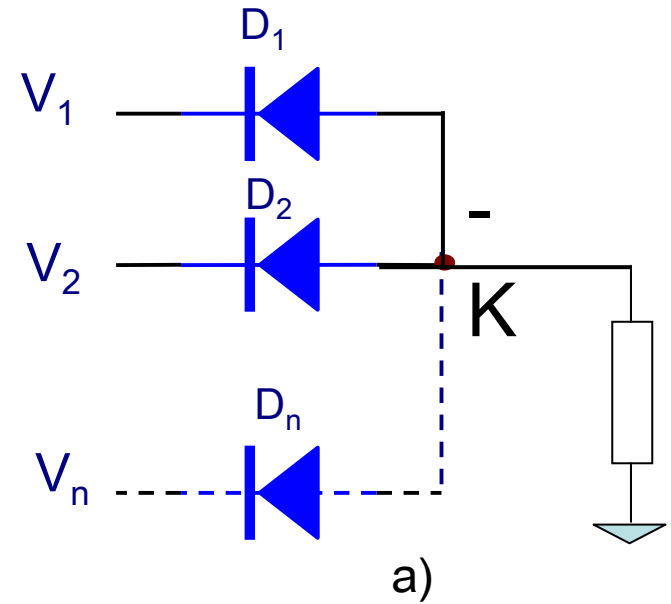
□ **Nhóm ngắt điện nối chung anode**

□ Nguyên tắc diode dẫn:

Điện áp cathode ngắt điện nào âm hơn diode ấy dẫn. Khi đó điện thế điểm K bằng điện thế anode âm nhất.

□ Nguyên tắc dẫn và điều khiển thrysistor:

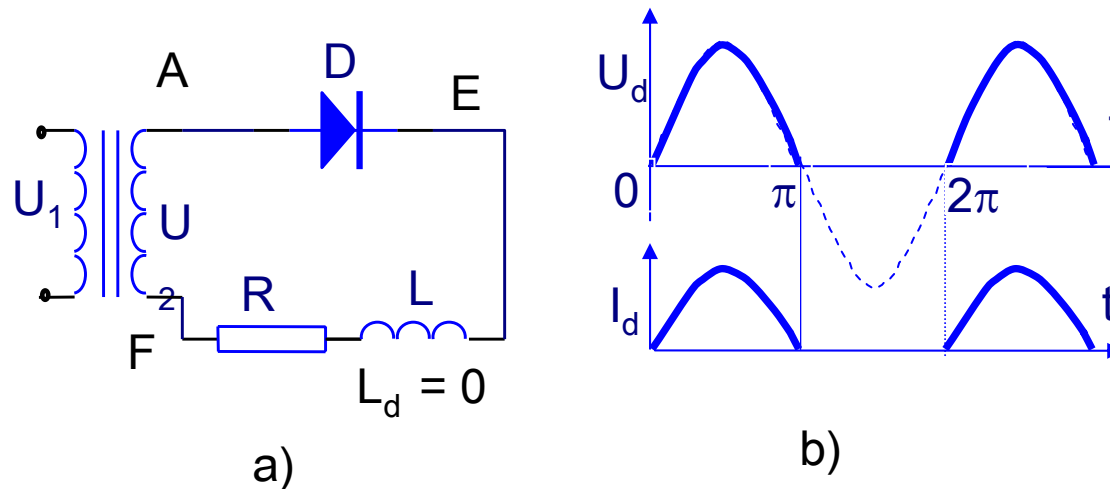
Phụ thuộc vào điện thế dương trên cực anode và tín hiệu điều khiển.



4.2. Chỉnh lưu một nửa chu kì

□ 4.2.1. Chỉnh lưu không điều khiển

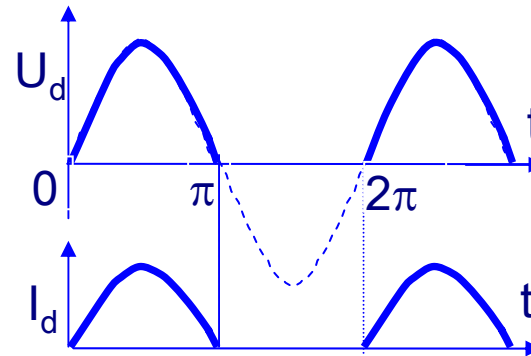
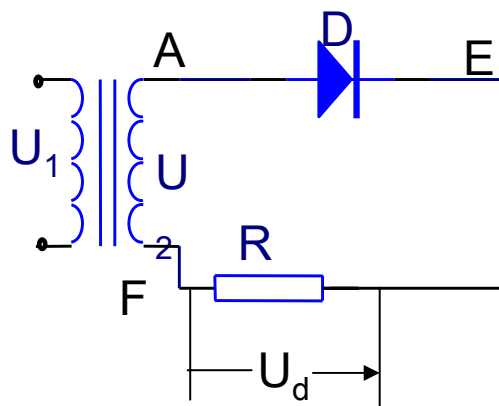
□ Sơ đồ chỉnh lưu một nửa chu kì không điều khiển trên hình vẽ



Xét trường hợp tải thuần trở

Các thông số của sơ đồ

- Điện áp tải $U_d = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi \sqrt{2}U_2 \sin \omega t \cdot d\omega t = \frac{\sqrt{2}}{\pi} U_2 = 0,45U_2$
- Dòng điện tải: $I_d = U_{dc}/R_d$
- Dòng điện chạy qua diode: $I_D = I_d$
- Điện áp ngược của ngắt điện: $U_N = \sqrt{2}U_2$
- Công suất biến áp: $S_{BA} = \frac{S_{1BA} + S_{2BA}}{2} = 3,09 \cdot U_d \cdot I_d$

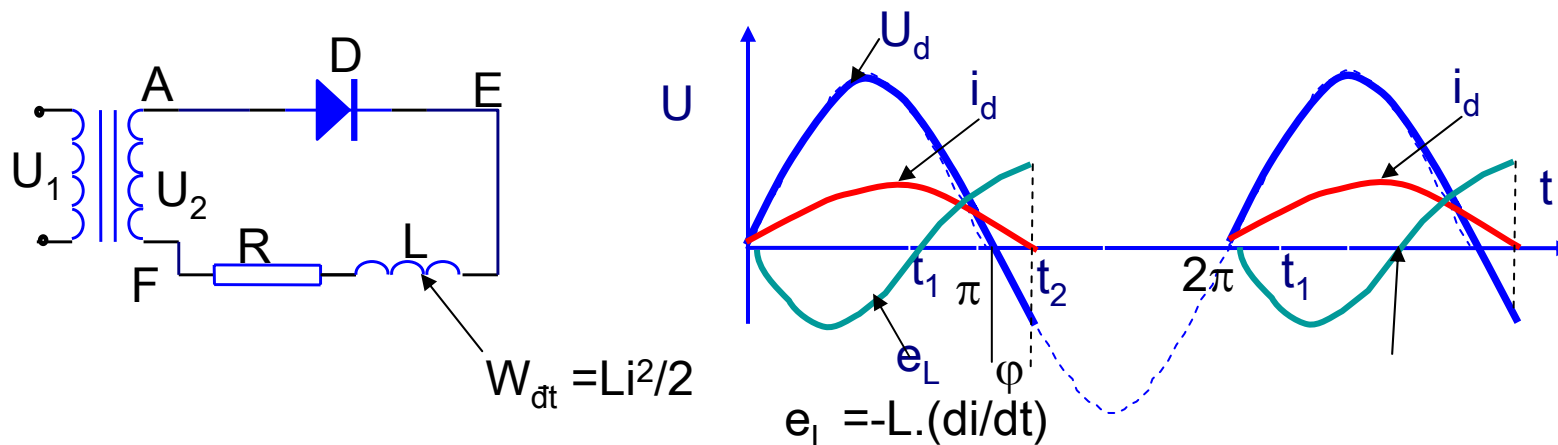


Xét trường hợp tải điện cảm

Do có tích lũy và xả năng lượng của cuộn dây, do đó dòng điện và điện áp có dạng như hình vẽ

Các thông số của sơ đồ

- Điện áp tải $U_d = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi+\varphi} \sqrt{2}U_2 \sin\omega t \cdot d\omega t = 0,45U_2 \frac{1+\cos\varphi}{2}$
- Dòng điện tải: $I_d = U_{dc}/R_d$
- Dòng điện chạy qua diode: $I_D = I_d$
- Điện áp ngược của ngắt điện: $U_N = \sqrt{2}U_2$
- Công suất biến áp: $S_{BA} = \frac{S_{1BA} + S_{2BA}}{2} = 3,09.U_d.I_d$

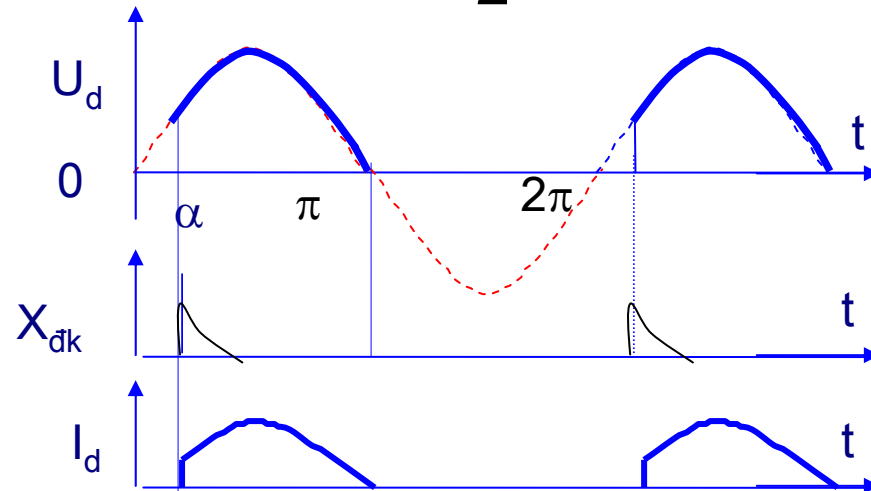
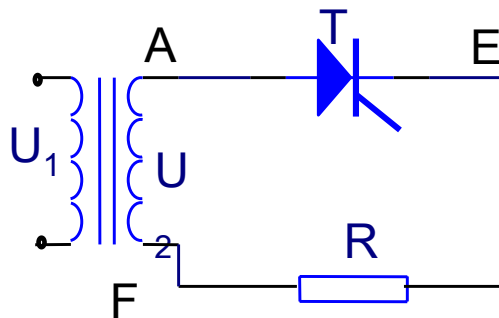


4.2.2 Chỉnh lưu một nửa chu kỳ có điều khiển

a. Trường hợp tải thuần trở

Điện áp tải được tính

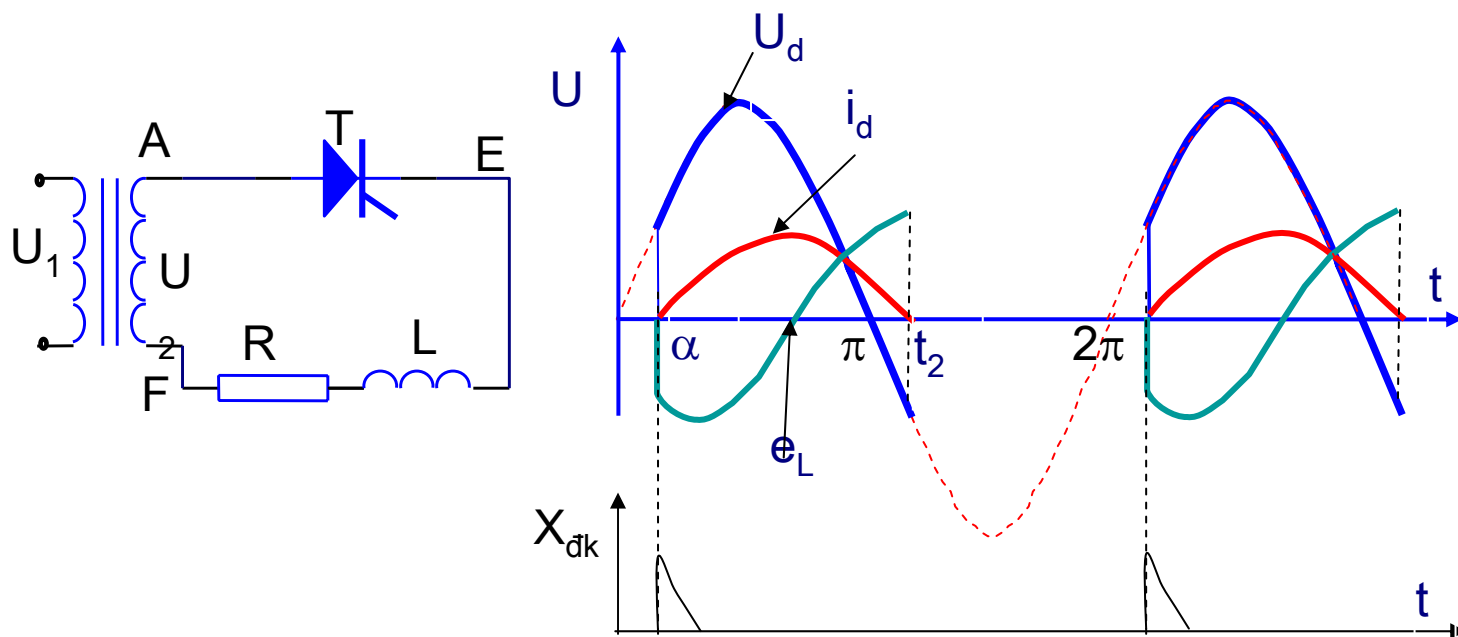
$$U_d = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin\omega t \cdot d\omega t = 0,45U_2 \frac{1 + \cos\alpha}{2}$$



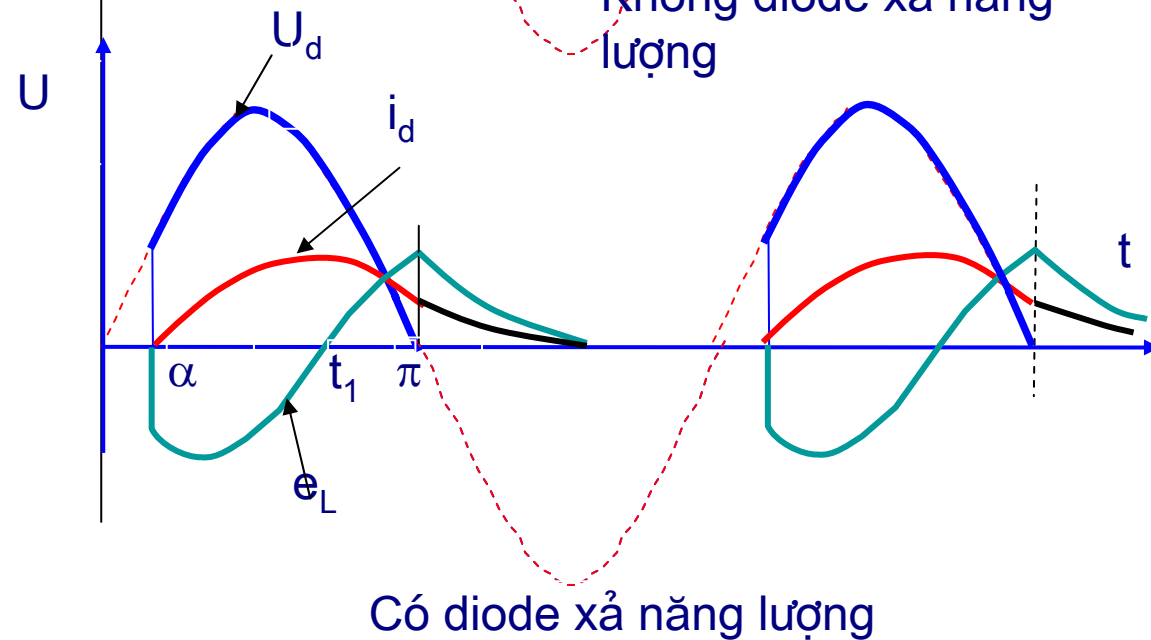
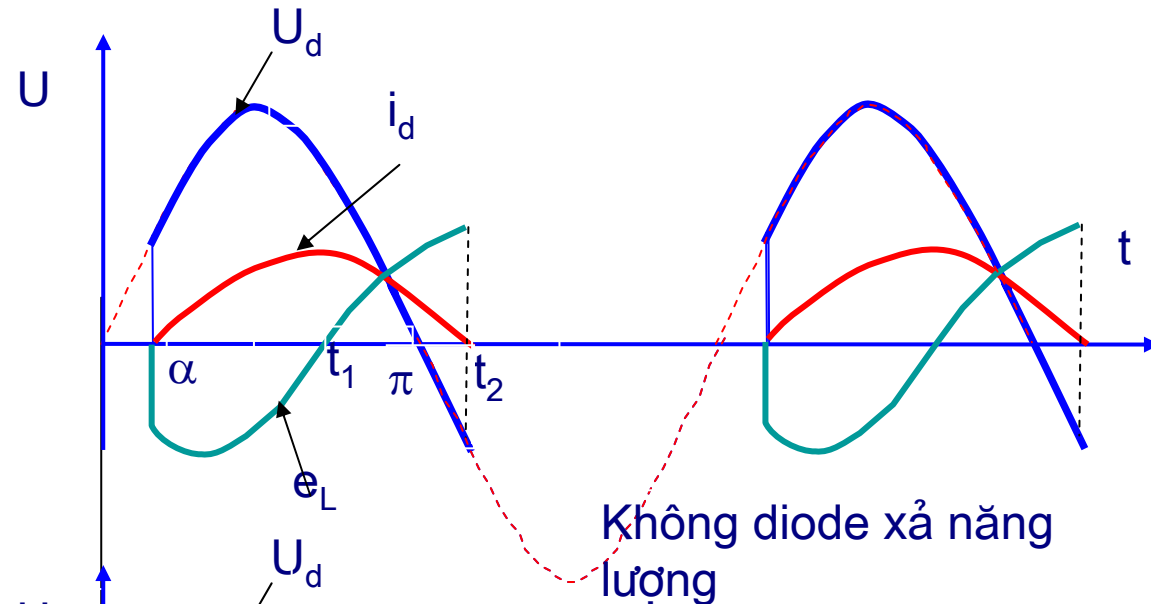
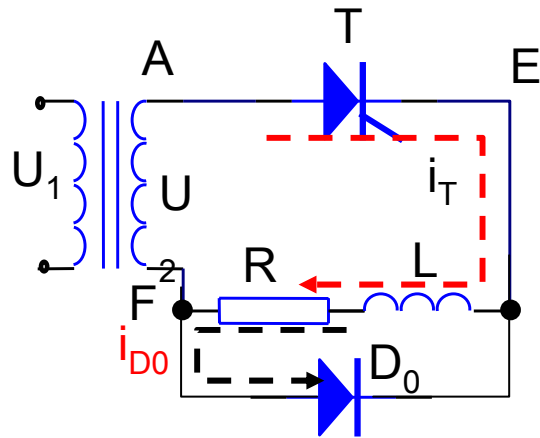
b. Xét trường hợp tải điện cảm

Điện áp tải được tính

$$U_d = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\varphi} \sqrt{2}U_2 \sin\omega t \cdot d\omega t = 0,45U_2 \frac{\cos\varphi + \cos\alpha}{2}$$



c. Tải điện cảm có diode xả năng lượng



4.3. Chỉnh lưu cả chu kì với biến áp có trung tính

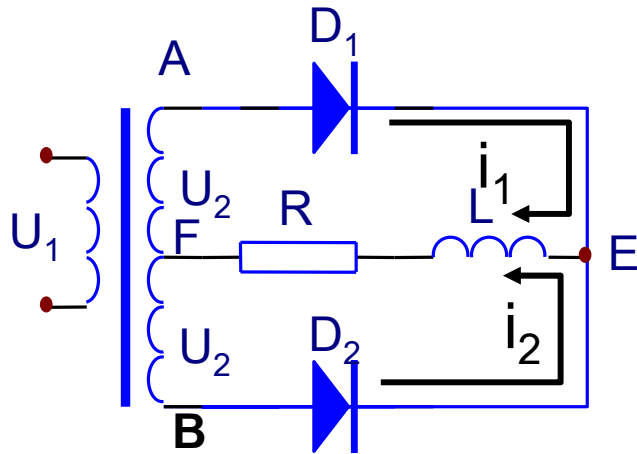
Chỉnh lưu không điều khiển

Chỉnh lưu có điều khiển

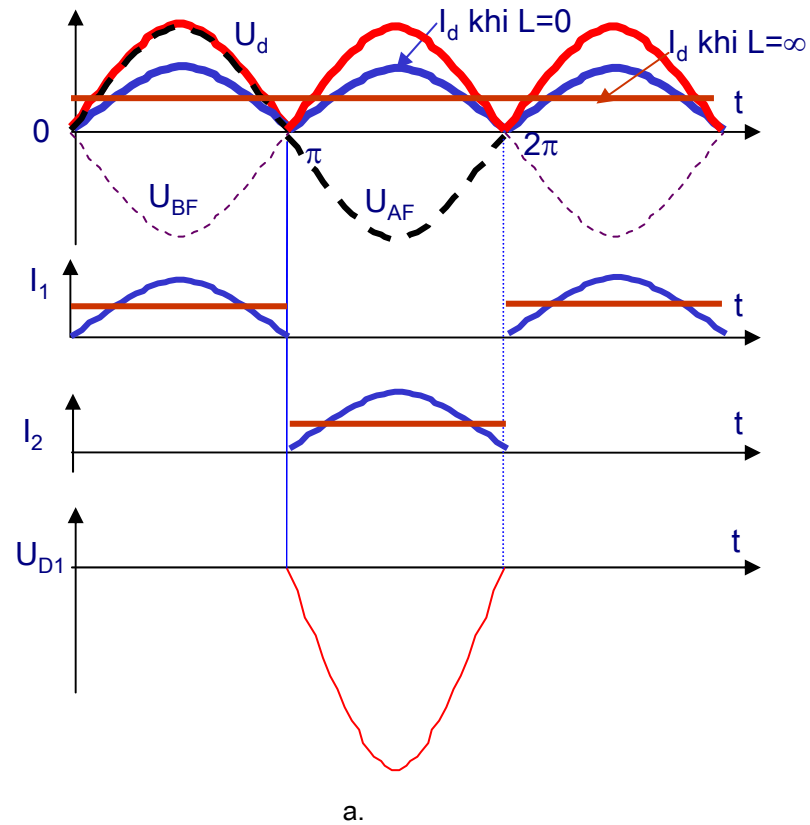
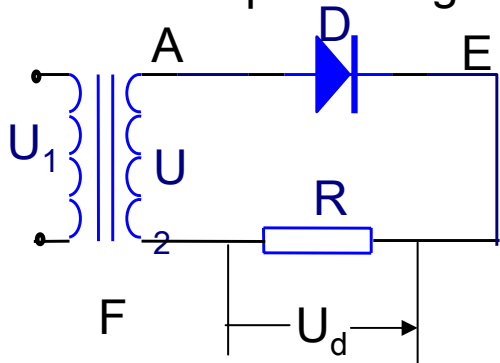
Chế độ trùng dẫn (chuyển mạch)

4.3.1. Chỉnh lưu không điều khiển

□ Sơ đồ và các đường cong



Sơ đồ chỉnh lưu cả chu kỳ với biến áp có trung tính.



Thông số của sơ đồ

□ Điện áp, dòng điện chỉnh lưu và ngắt điện

$$U_{dtb} = 2 \cdot \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin\omega t \cdot d\omega t = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 = 0,9 \cdot U_2$$

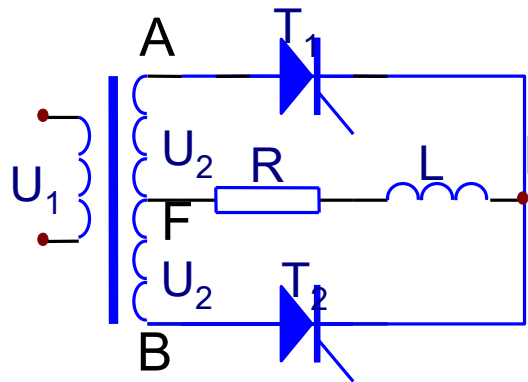
$$I_d = \frac{U_d}{R_d}$$

$$I_{Dtb} = \frac{I_d}{2}; I_{Dhd} = \frac{I_d}{\sqrt{2}}$$

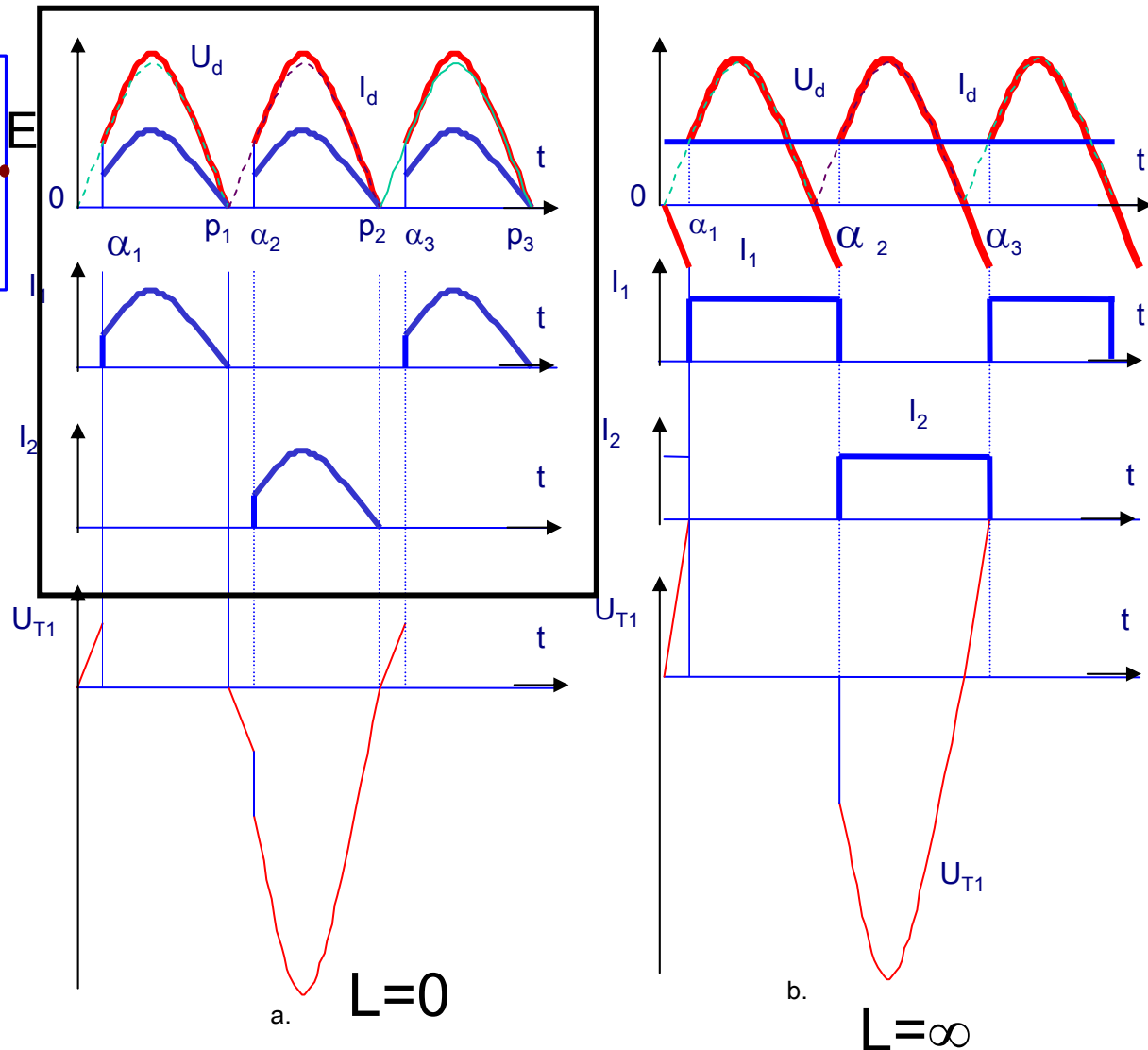
$$U_{ND} = 2 \cdot \sqrt{2}U_2$$

$$S_{BA} = \frac{S_{1BA} + S_{2BA}}{2} = \frac{1,23 + 1,74}{2} U_d I_d \approx 1,48 U_d I_d$$

4.3.2. Chỉnh lưu có điều khiển



Hình 1.2. Sơ đồ chỉnh lưu cả chu kỳ với biến áp có trung tính.



Điện áp chỉnh lưu

□ Tải thuần trở

$$U_{\text{dtb}} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin \omega t. d\omega t = 0,9.U_2 \frac{1 + \cos \alpha}{2}$$

□ Tải điện cảm

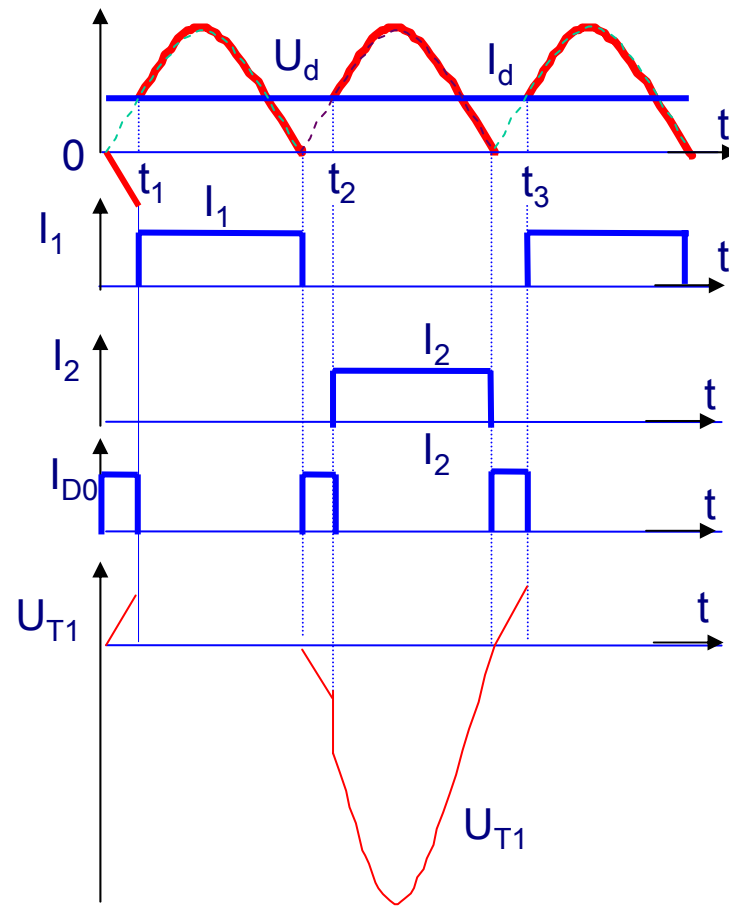
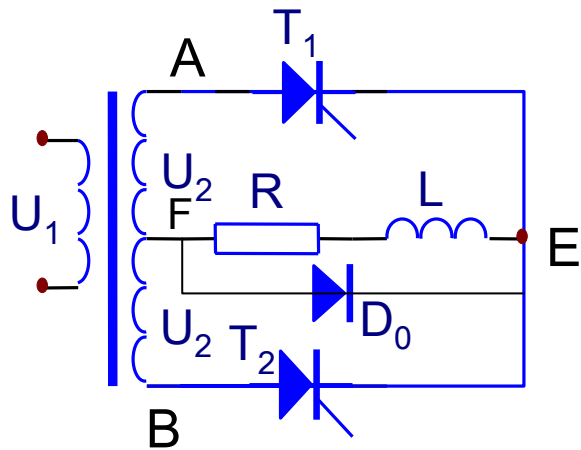
$$U_{\text{dtb}} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\varphi} \sqrt{2}U_2 \sin \omega t. d\omega t = 0,9.U_2 \frac{\cos \varphi + \cos \alpha}{2}$$

□ Khi dòng điện liên tục $\alpha = \varphi$

□ $U_d = 0,9 U_2 \cos \alpha$

4.3.3. Chỉnh lưu có diode xả năng lượng

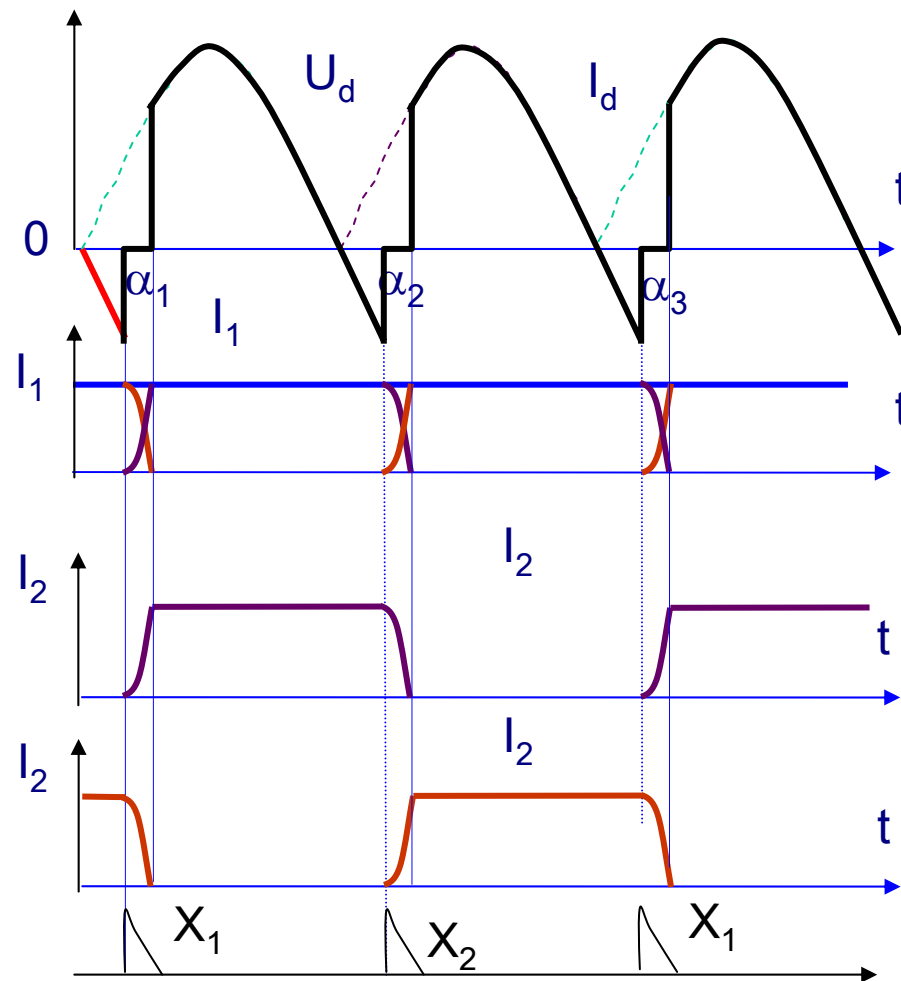
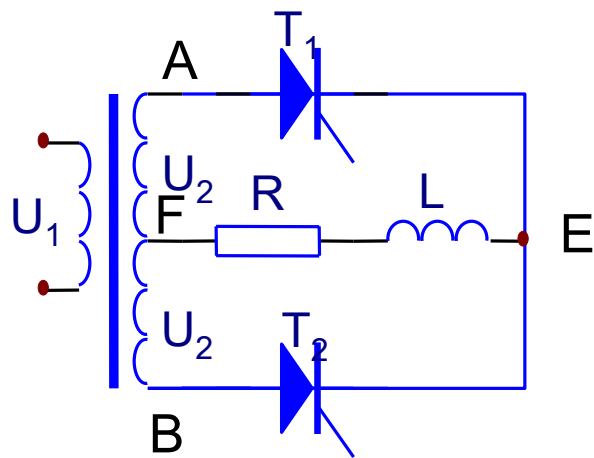
□ Sơ đồ và các đường cong



b.

4.3.4. Hiện tượng chuyển mạch

□ Chỉ xét chuyển mạch khi dòng điện tải liên tục



4.4. Chỉnh lưu cầu một pha

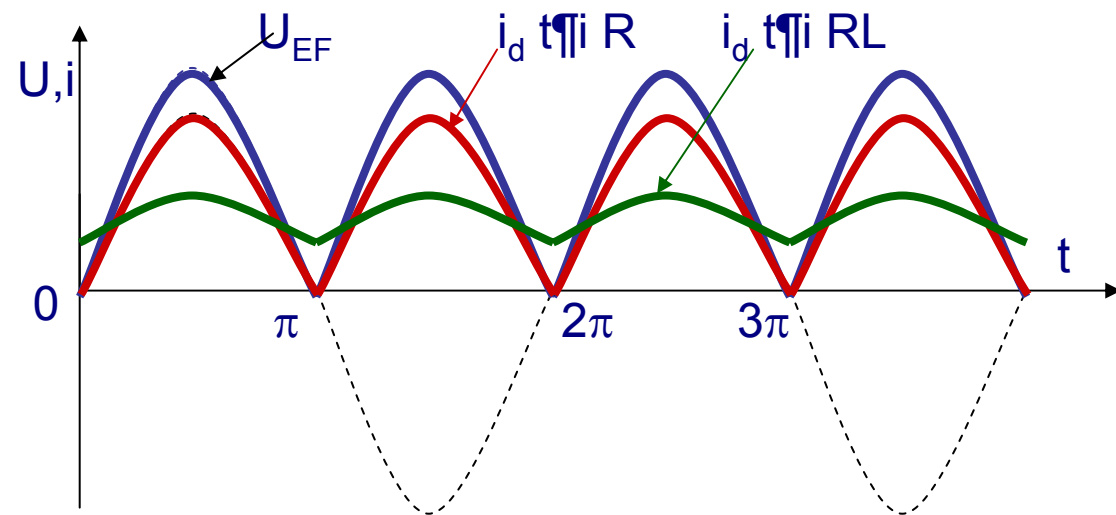
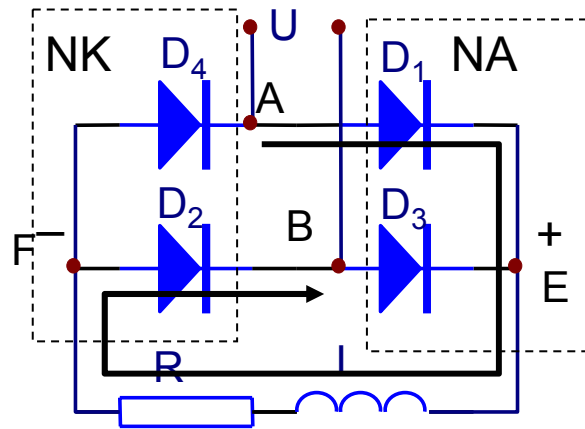
Chỉnh lưu không điều khiển

Chỉnh lưu điều khiển đối xứng

Chỉnh lưu điều khiển không đối xứng

4.4.1. Chỉnh lưu không điều khiển

- Sơ đồ



Thông số của sơ đồ

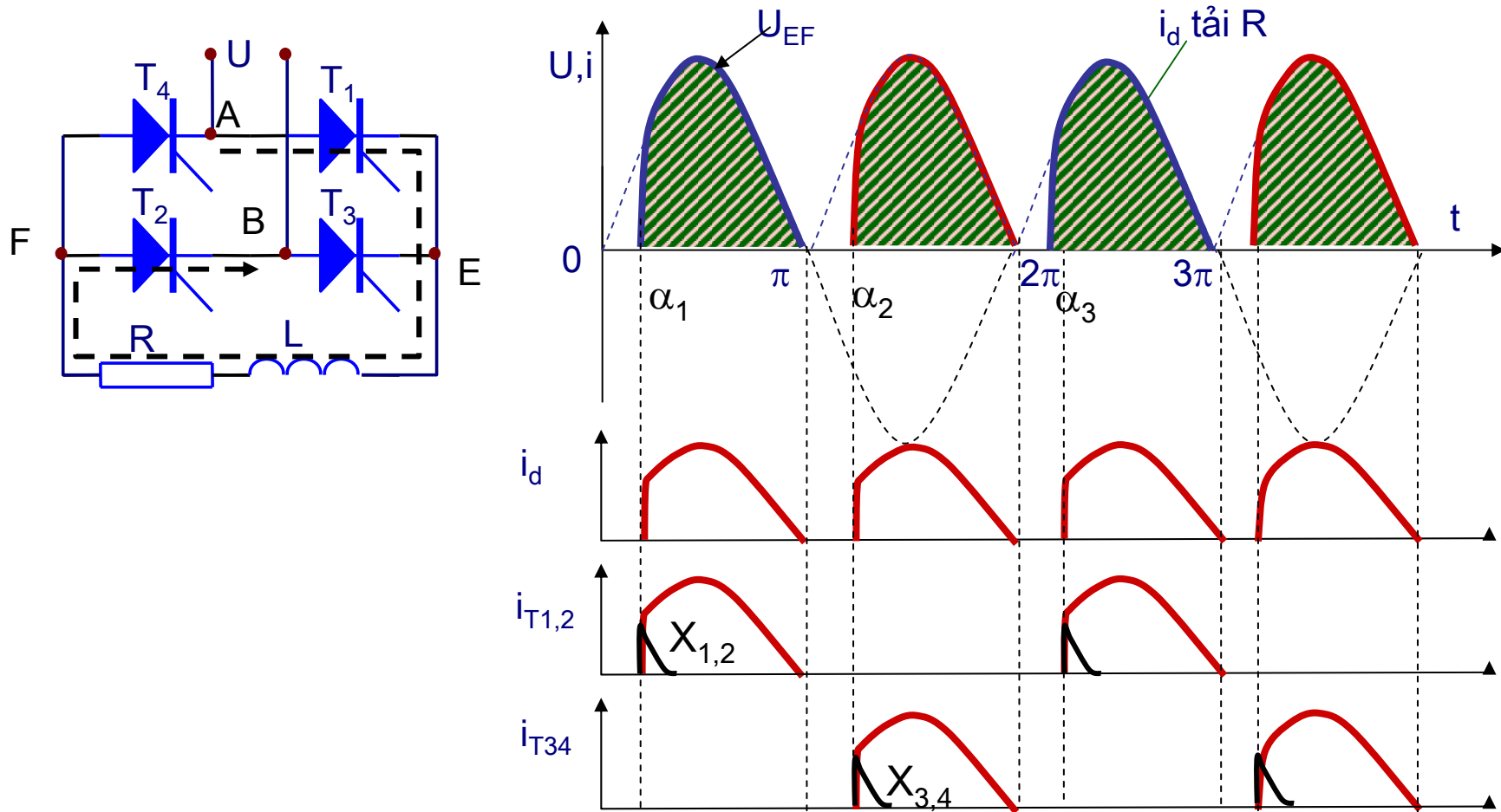
- Điện áp và dòng điện tải có hình dạng giống như chỉnh lưu cả chu kỳ với BATT, do đó thông số giống như trường hợp trên

$$U_d = \frac{2}{2\pi} \cdot \int_0^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin \omega t \cdot d\omega t = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 = 0,9U_2$$

- Một số thông số khác:
- $U_{d0} = U_d + \Delta U_{BA} + 2 \cdot \Delta U_D + \Delta U_{dn}$
- $S_{BA} = 1,23 U_d \cdot I_d$
- $U_n = \sqrt{2} U_{\sim}$

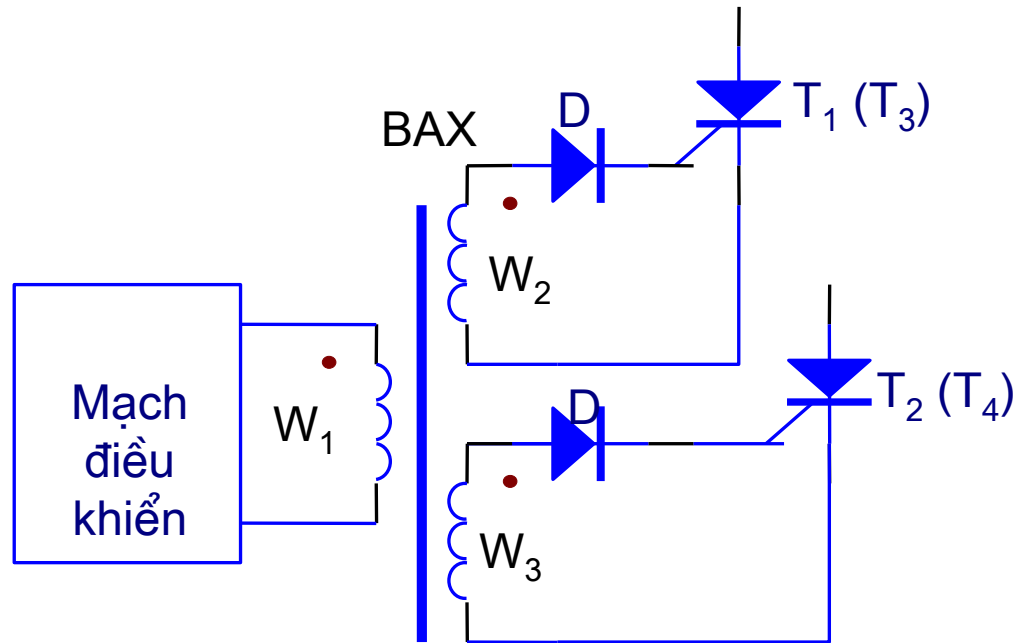
4.4.2. Chỉnh lưu cầu điều khiển đối xứng

Sơ đồ, các đường cong



Đặc điểm điều khiển đồng thời hai ngắt điện

Sơ đồ điều khiển đồng thời hai thyristor



4.4.3. Chỉnh lưu điều khiển không đối xứng

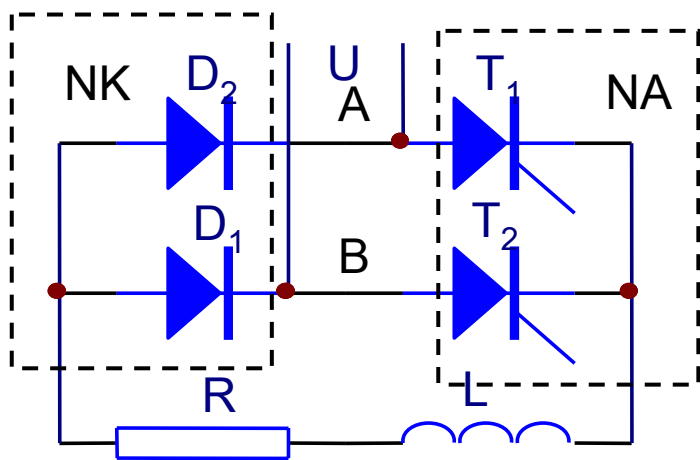
a. Đặc điểm điều khiển

Khắc phục nhược điểm về điều khiển đồng thời hai thyristor

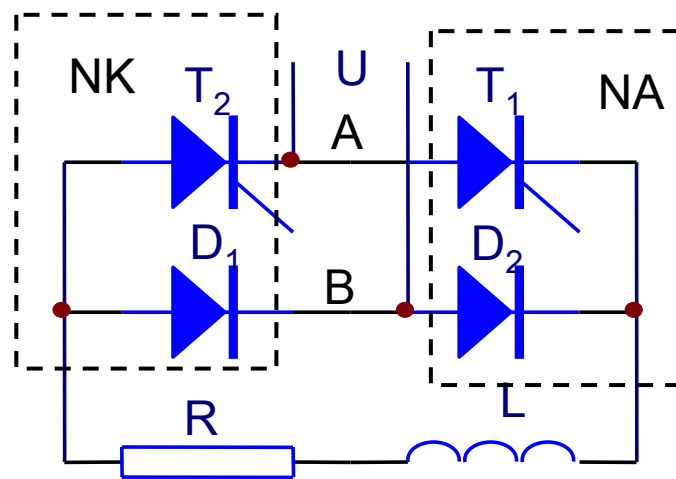
Tại mỗi thời điểm chỉ mở một thyristor

b. Sơ đồ

□ Tùy theo cách mắc thyristor có hai loại sơ đồ:

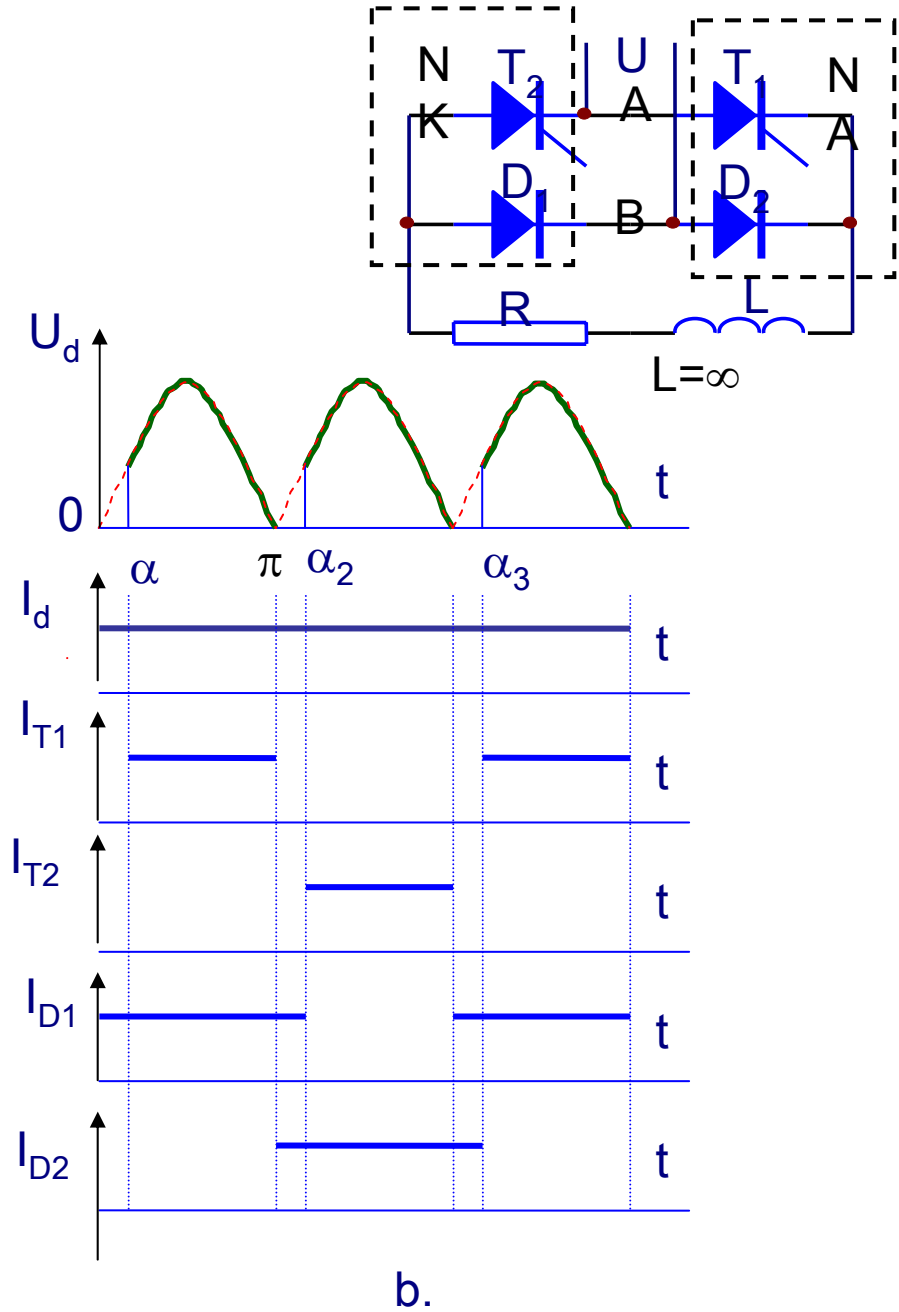
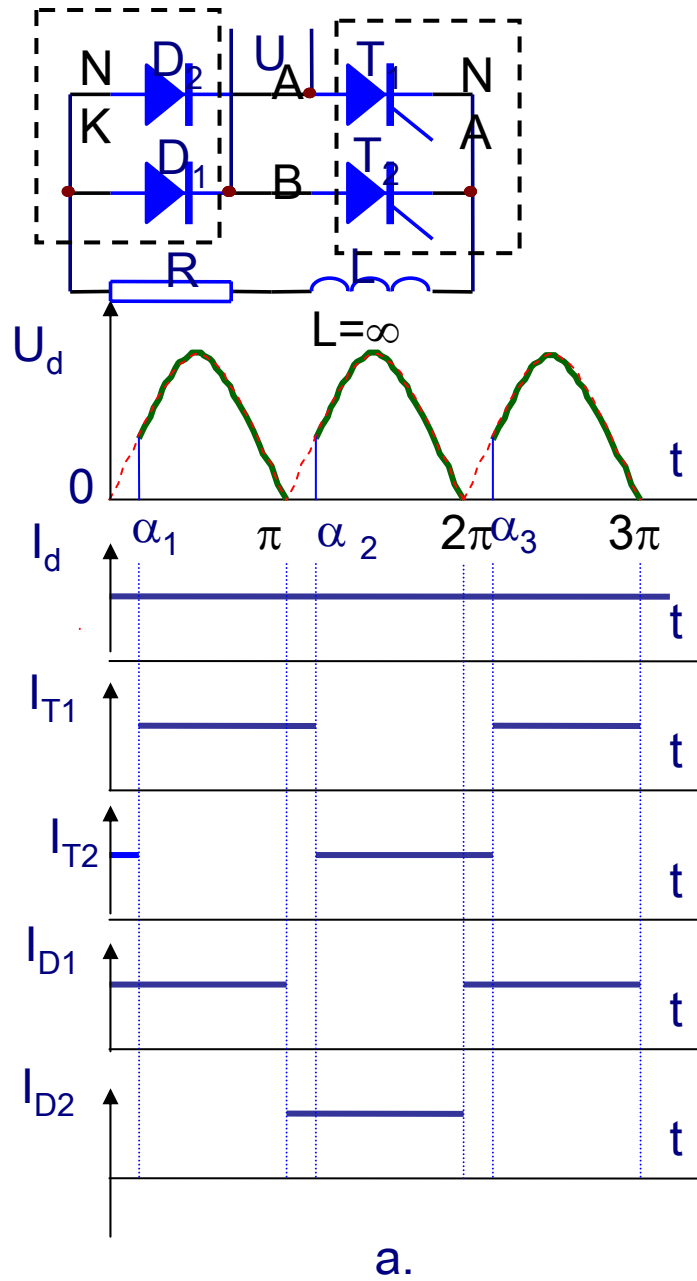


ngắt điện bán dẫn nối
cùng cực tính

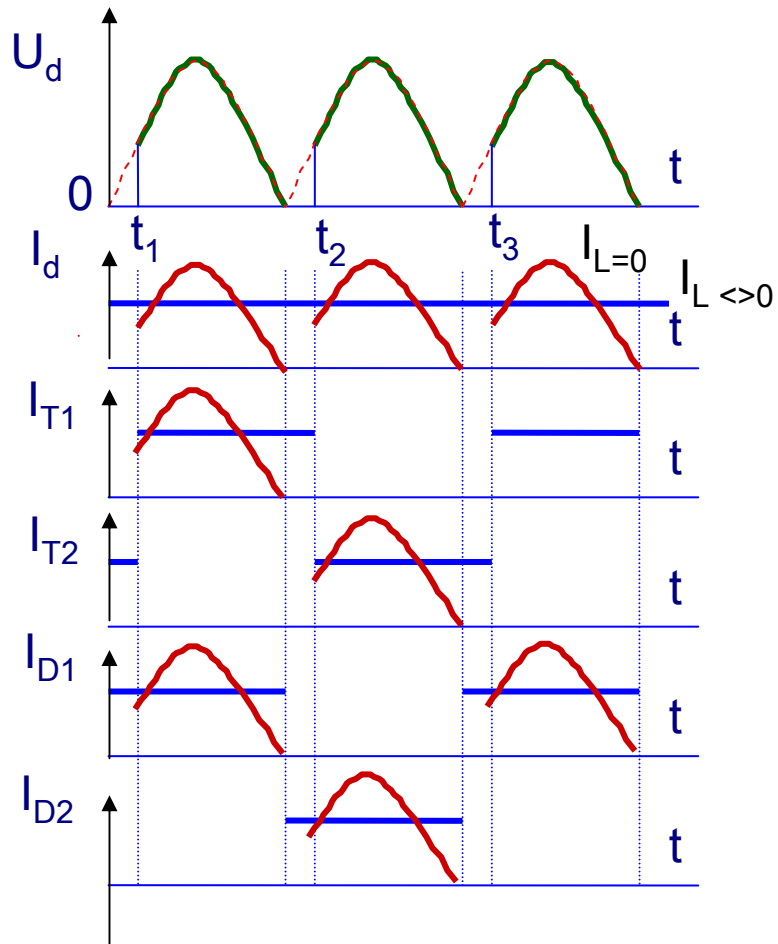


ngắt điện bán dẫn nối
không cùng cực tính

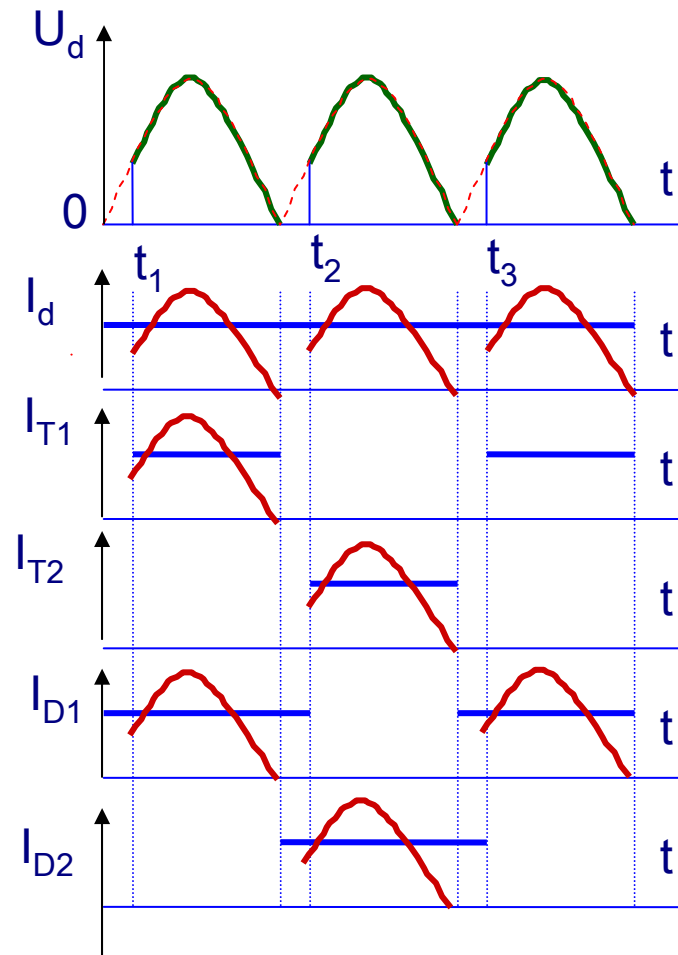
Các đường cong



Các đường cong



a.

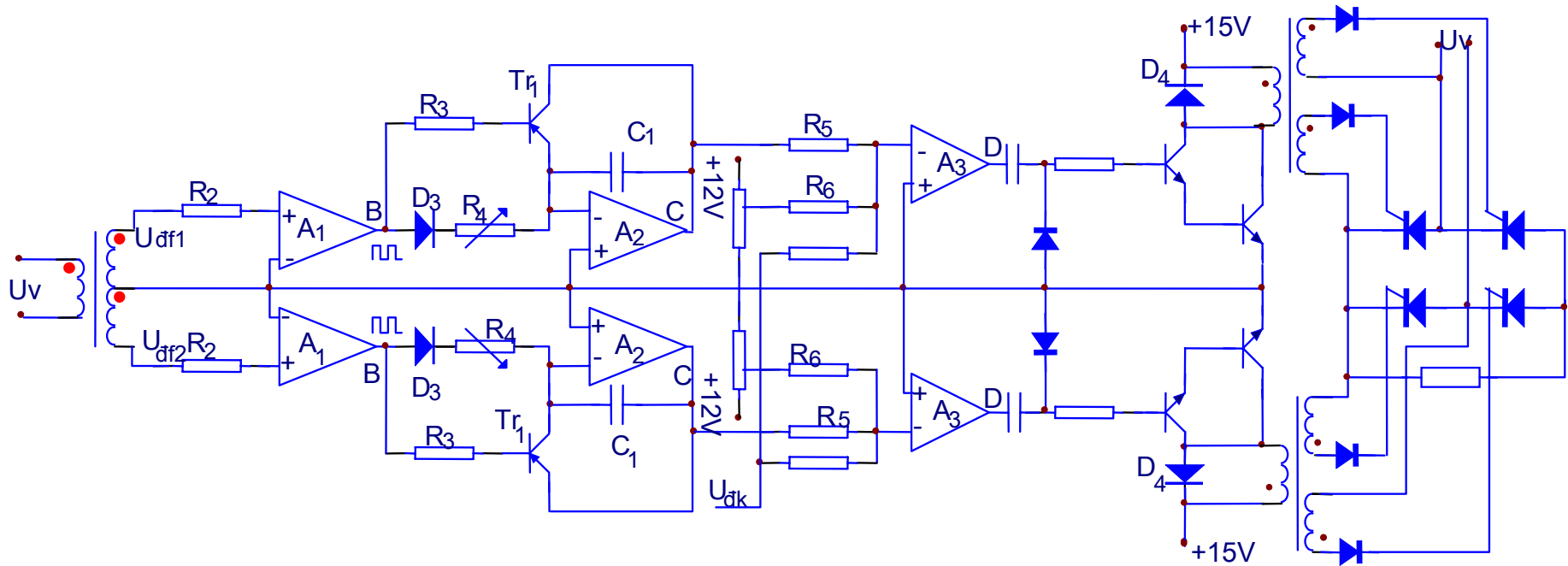


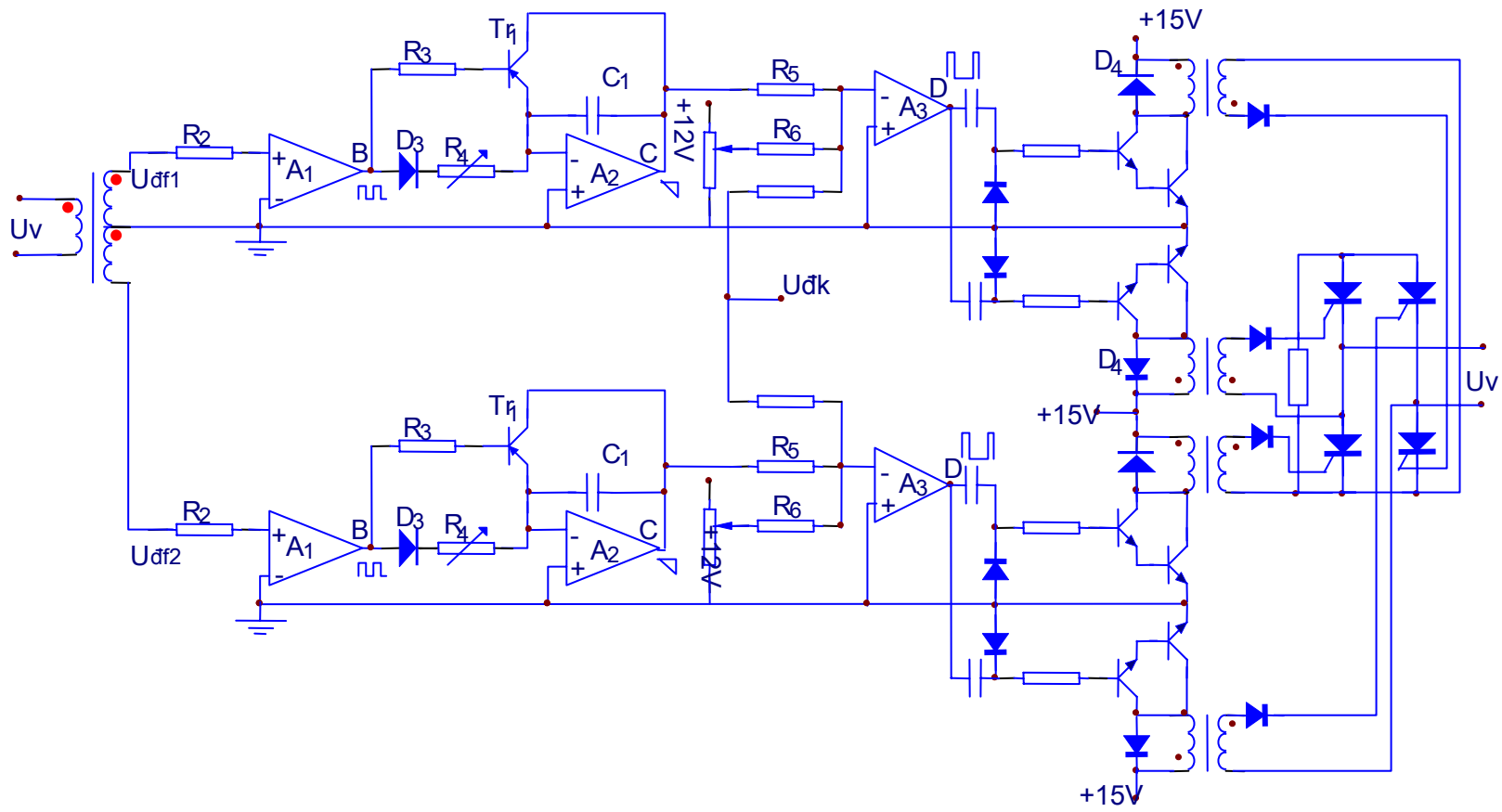
b.

4.4.4. Nhận xét

- Chỉnh lưu cầu một pha có chất lượng điện tương đương chỉnh lưu cả chu kì với BATT
- Tổng sụt áp trên ngắt điện lớn nên không chọn khi điện áp tải thấp
- Biến áp dễ chế tạo hơn

Điều khiển chỉnh lưu cầu một pha





Mạch điều khiển chỉnh lưu cầu một pha đối xứng

4.5 Chỉnh lưu tia ba pha

Chỉnh lưu không điều khiển

Chỉnh lưu có điều khiển

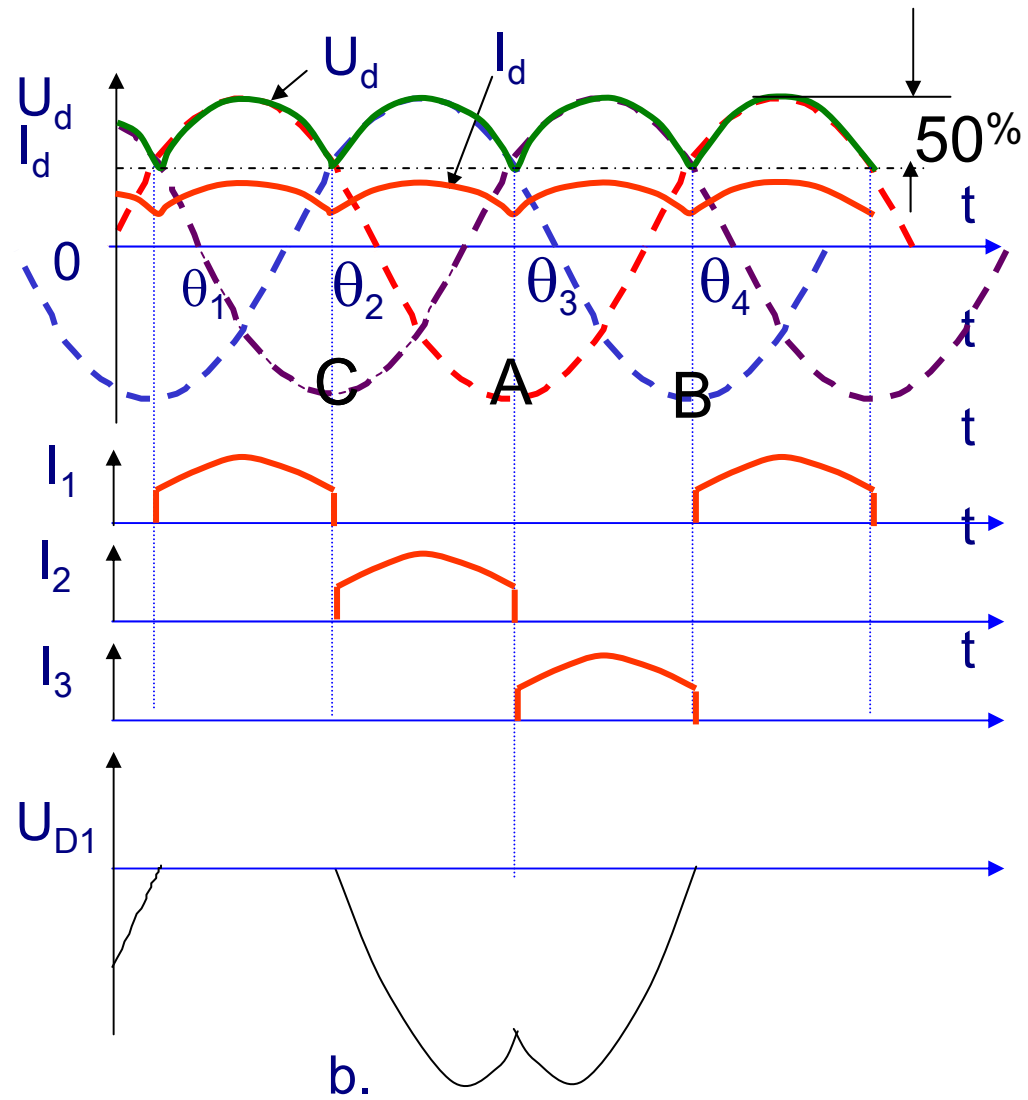
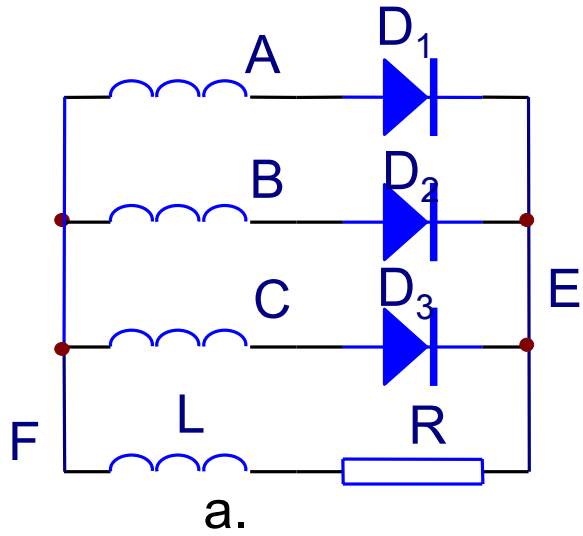
Hiện tượng trùng dẫn

4.5.1. Chỉnh lưu không điều khiển

Sơ đồ và hoạt động của nó

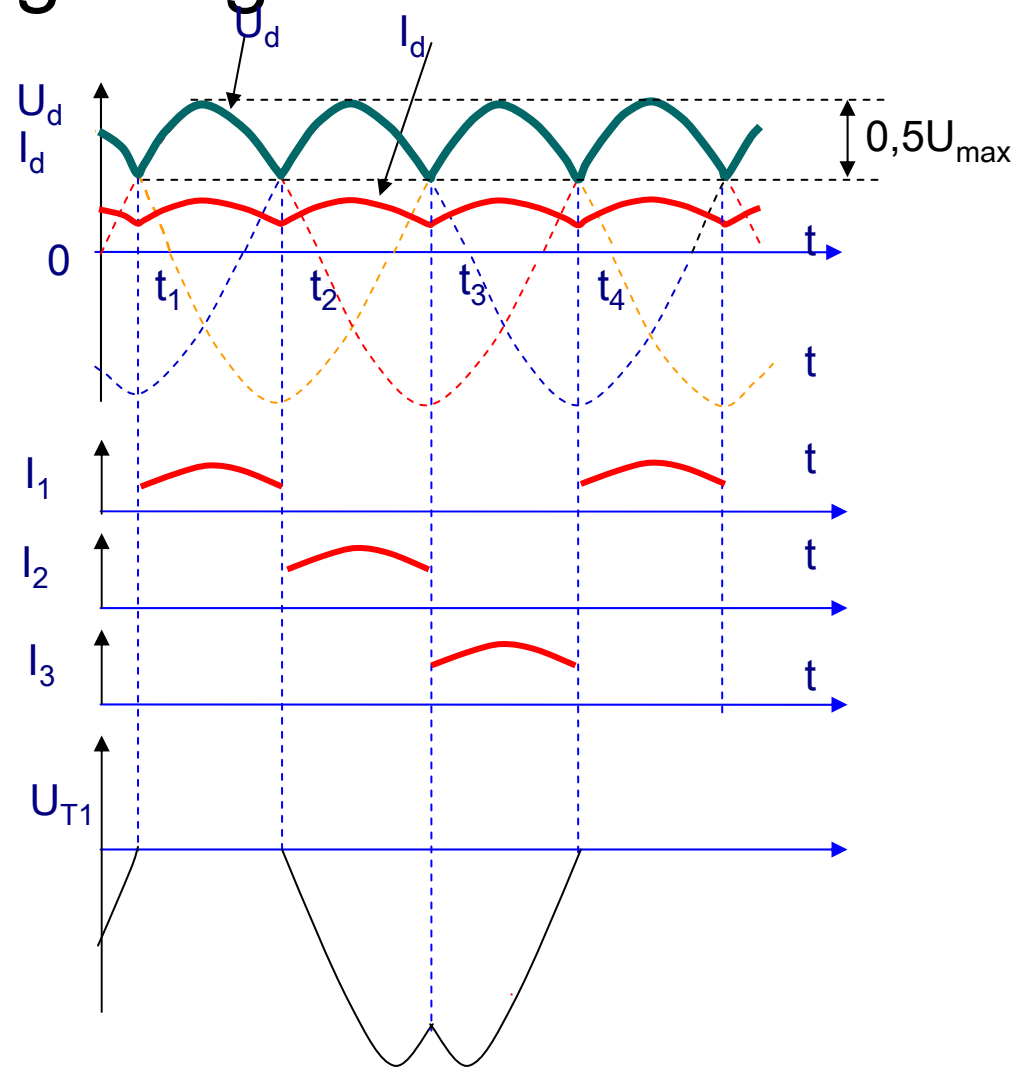
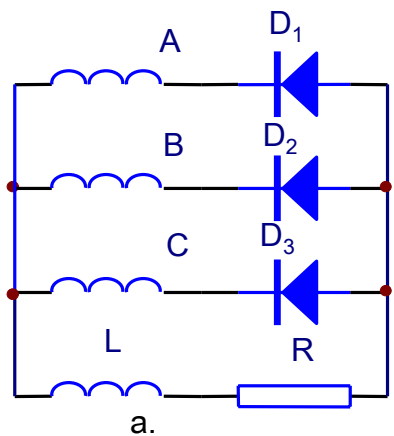
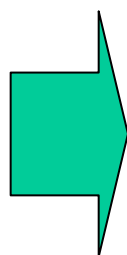
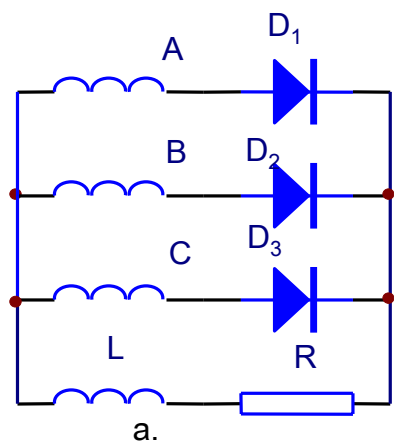
Các thông số cơ bản của sơ đồ

a. Sơ đồ chỉnh lưu tia ba pha không điều khiển



b. Chỉnh lưu không điều khiển

Sơ đồ và các đường cong



b.

c. Thông số của sơ đồ

□ Điện áp, dòng điện chỉnh lưu và ngắt điện

$$U_{dtb} = \frac{3}{2\pi} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} \sqrt{2}U_{2f} \sin\omega t.d\omega t = \frac{3\sqrt{6}}{2\pi} U_{2f} = 1,17.U_{2f}$$

$$I_d = \frac{U_d}{R_d}; I_{Dtb} = \frac{I_d}{3}; I_{Dhd} = \frac{I_d}{\sqrt{3}};$$

$$U_{ND} = \sqrt{2}\sqrt{3}U_{2f} = 2,45.U_{2f} = (2,45/1,17)U_d$$

$$S_{BA} = \frac{S_{1BA} + S_{2BA}}{2} = \frac{1,23 + 1,48}{2} U_d I_d \approx 1,35 U_d I_d$$

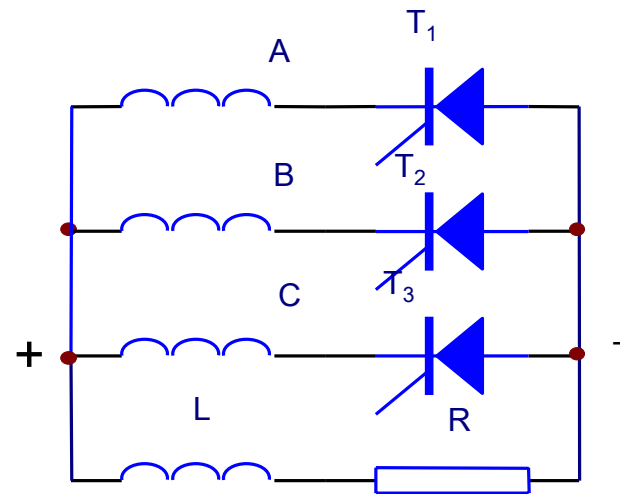
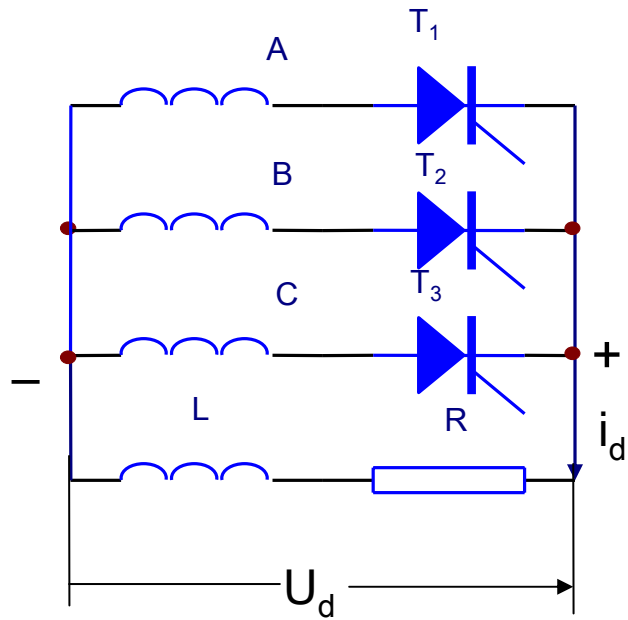
$$m = 3$$

4.5.2. Chỉnh lưu có điều khiển

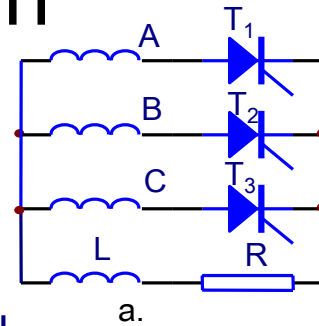
- Nguyên tắc điều khiển
- Hoạt động của sơ đồ khi tải thuần trở
- Hoạt động của sơ đồ khi tải điện cảm
- Hoạt động của sơ đồ khi có diode xả năng lượng

a. Chỉnh lưu có điều khiển

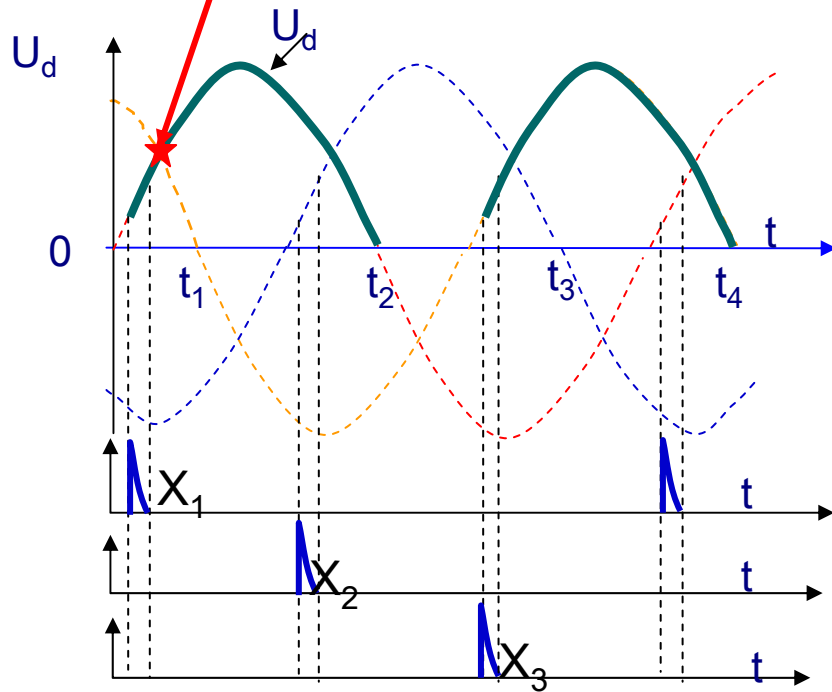
Sơ đồ



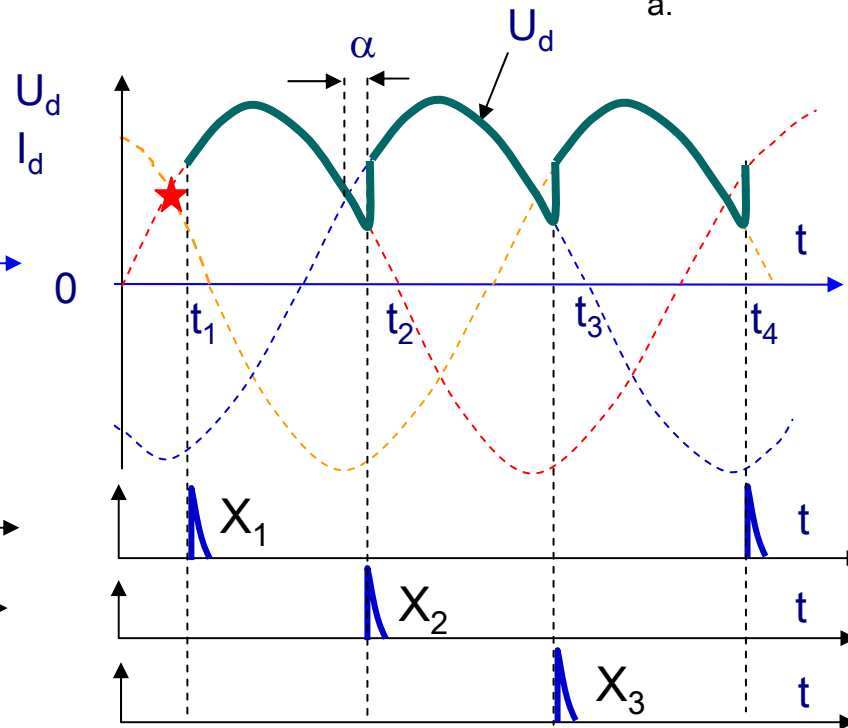
□ Định nghĩa về góc thông tự nhiên



góc thông tự nhiên

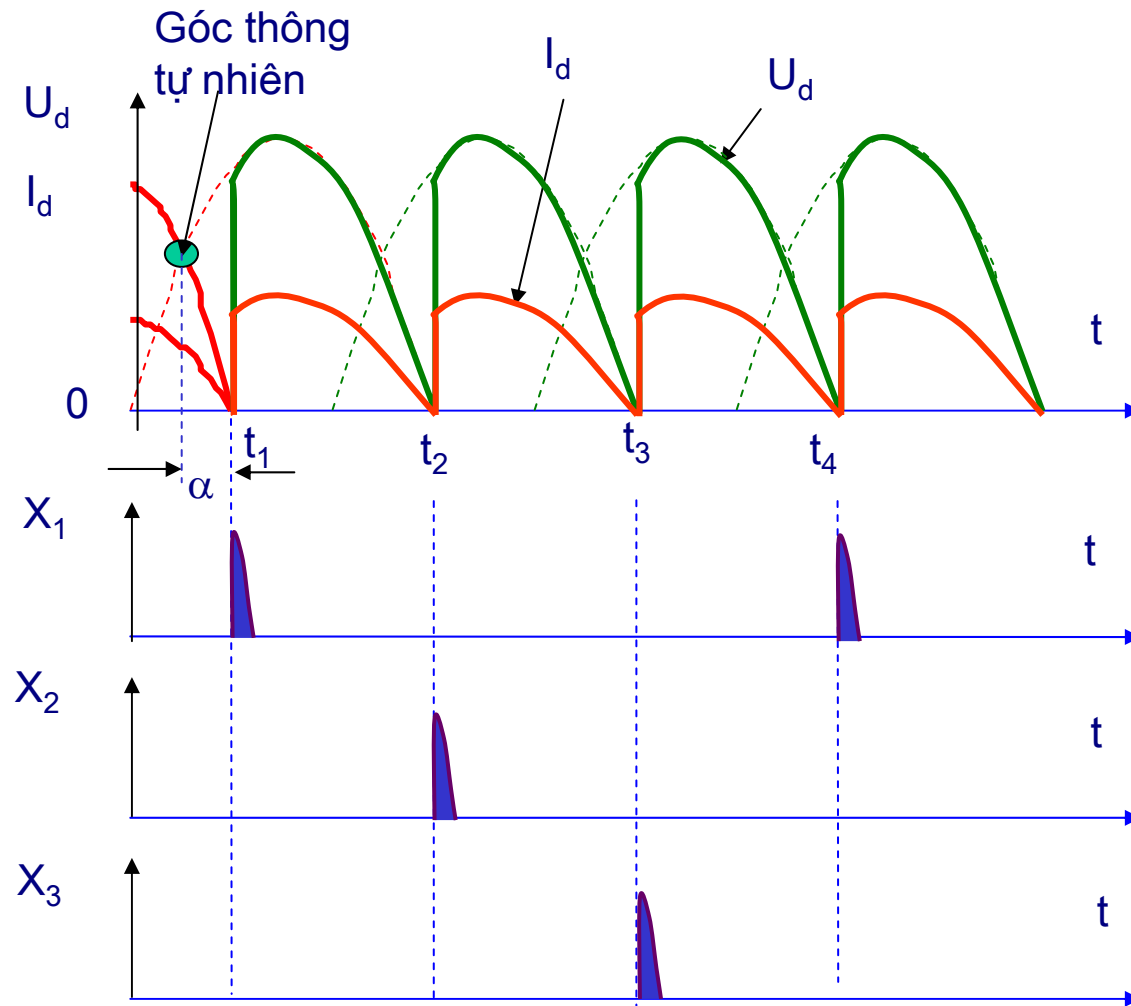
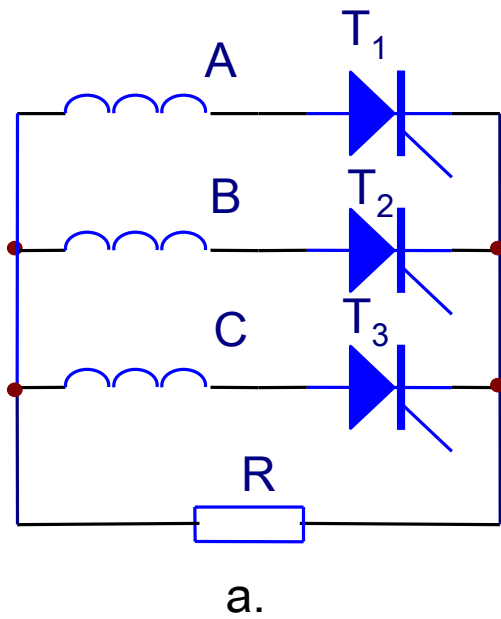


Xung trước góc thông tự nhiên

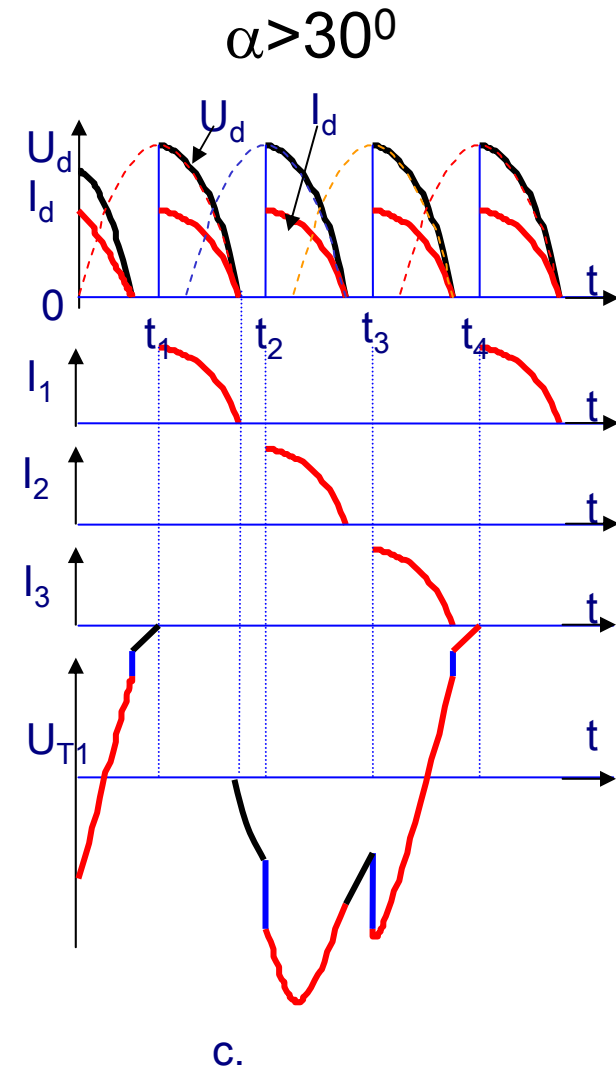
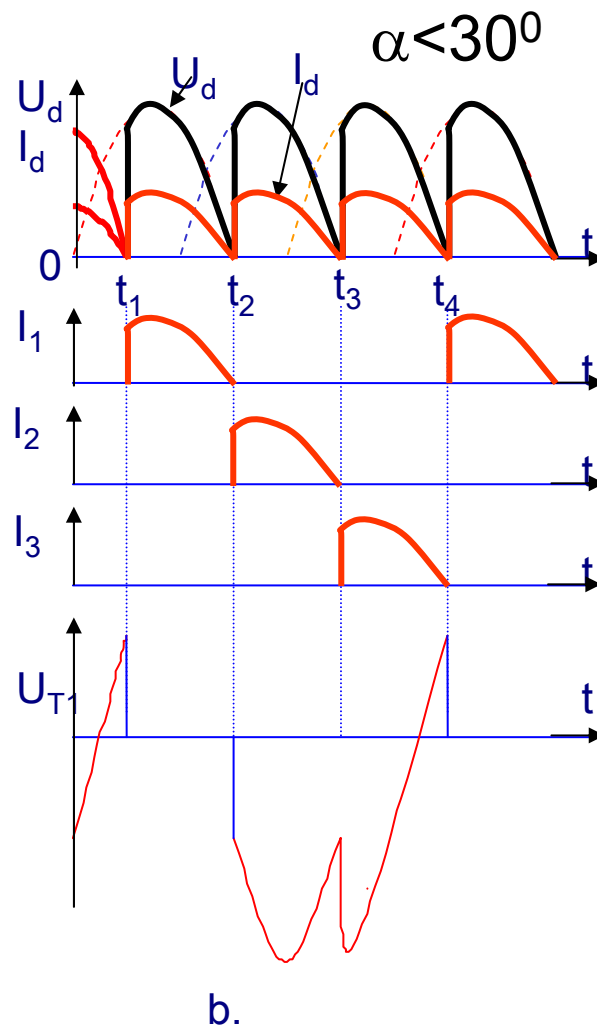
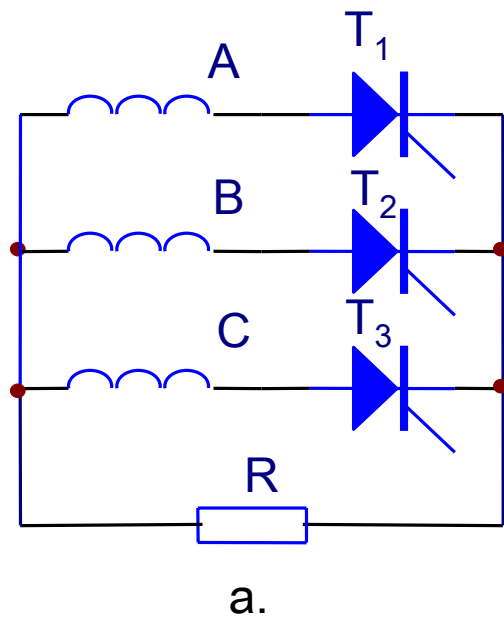


Xung sau góc thông tự nhiên

b. Nguyên tắc điều khiển



c. Hoạt động của sơ đồ khi tải thuần trở



Thông số của sơ đồ

Điện áp chỉnh lưu

Khi tải thuần trở góc mở nhỏ hơn 30°

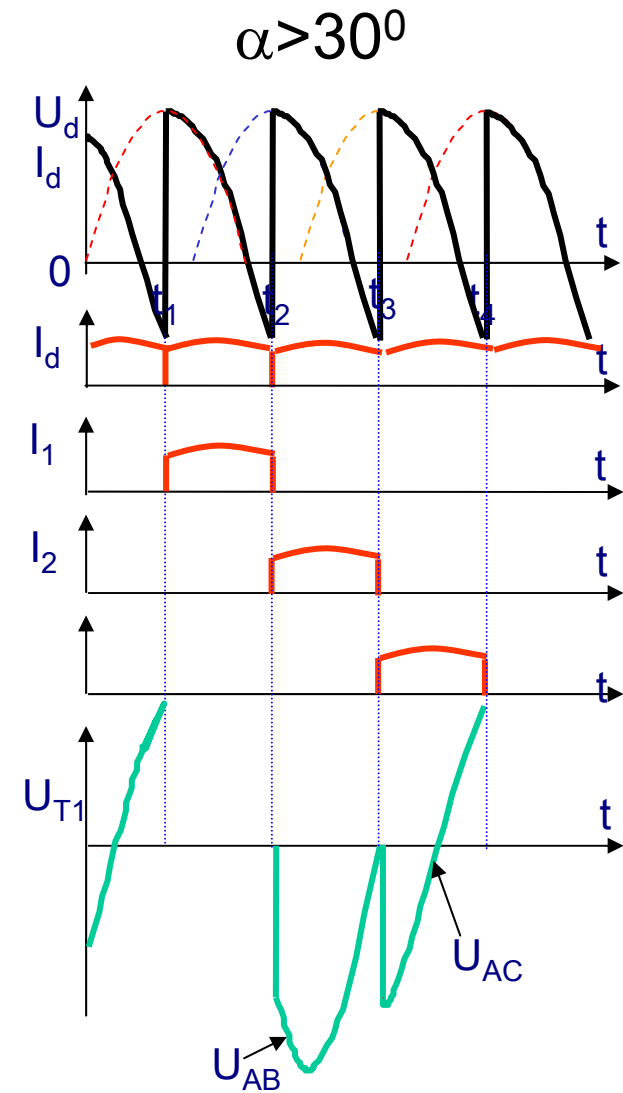
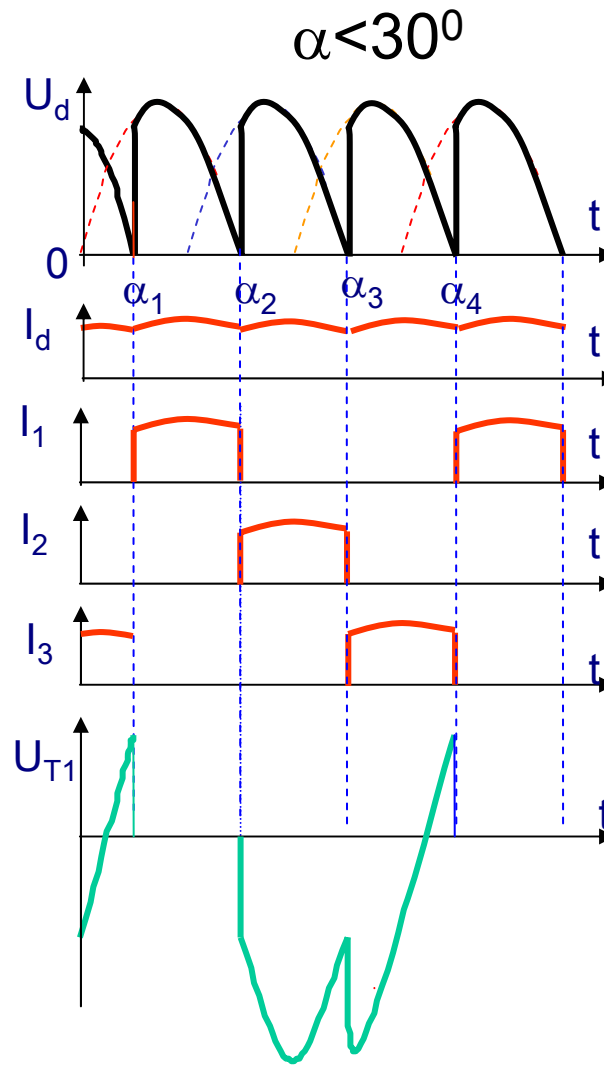
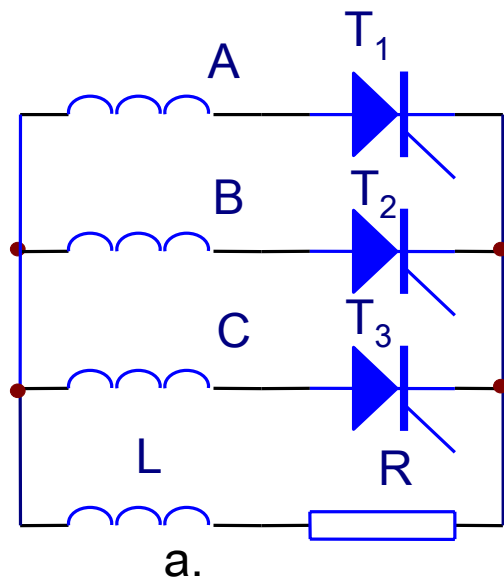
$$U_{\text{dtb}} = \frac{3}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6} + \alpha}^{\frac{5\pi}{6} + \alpha} \sqrt{2} U_{2f} \sin \omega t \cdot d\omega t = 1,17 \cdot U_{2f} \cos \alpha$$

Khi góc mở ngắt điện lớn hơn 30°

$$U_{\text{dtb}} = \frac{3}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6} + \alpha}^{\pi} \sqrt{2} U_{2f} \sin \omega t \cdot d\omega t = 1,17 \cdot U_{2f} \frac{1 + \cos \left(\alpha + \frac{\pi}{6} \right)}{\sqrt{3}}$$

Các thông số còn lại như chỉnh lưu không điều khiển

d. Hoạt động của sơ đồ khi tải điện cảm

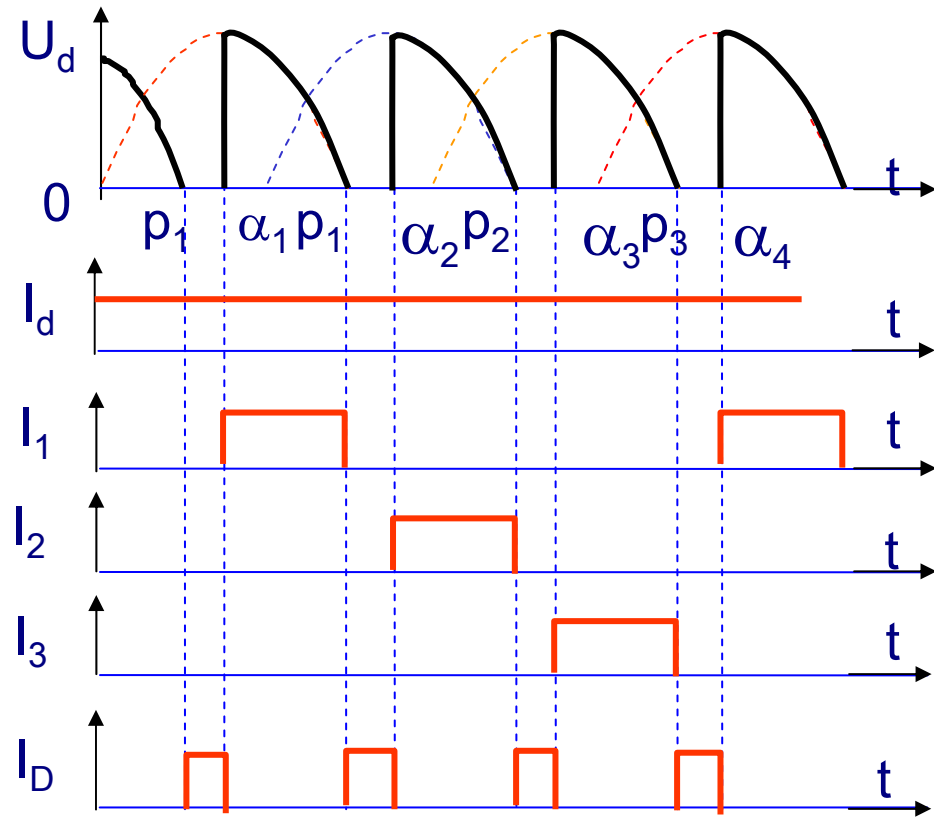
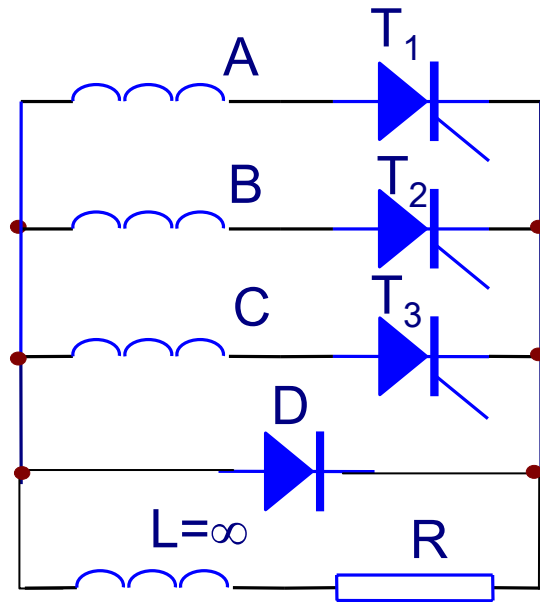


Thông số của sơ đồ

□ Điện áp chỉnh lưu

$$U_{\text{dtb}} = \frac{3}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6} + \alpha}^{\frac{5\pi}{6} + \alpha} \sqrt{2} U_{2f} \sin \omega t \cdot d\omega t = 1,17 \cdot U_{2f} \cos \alpha$$

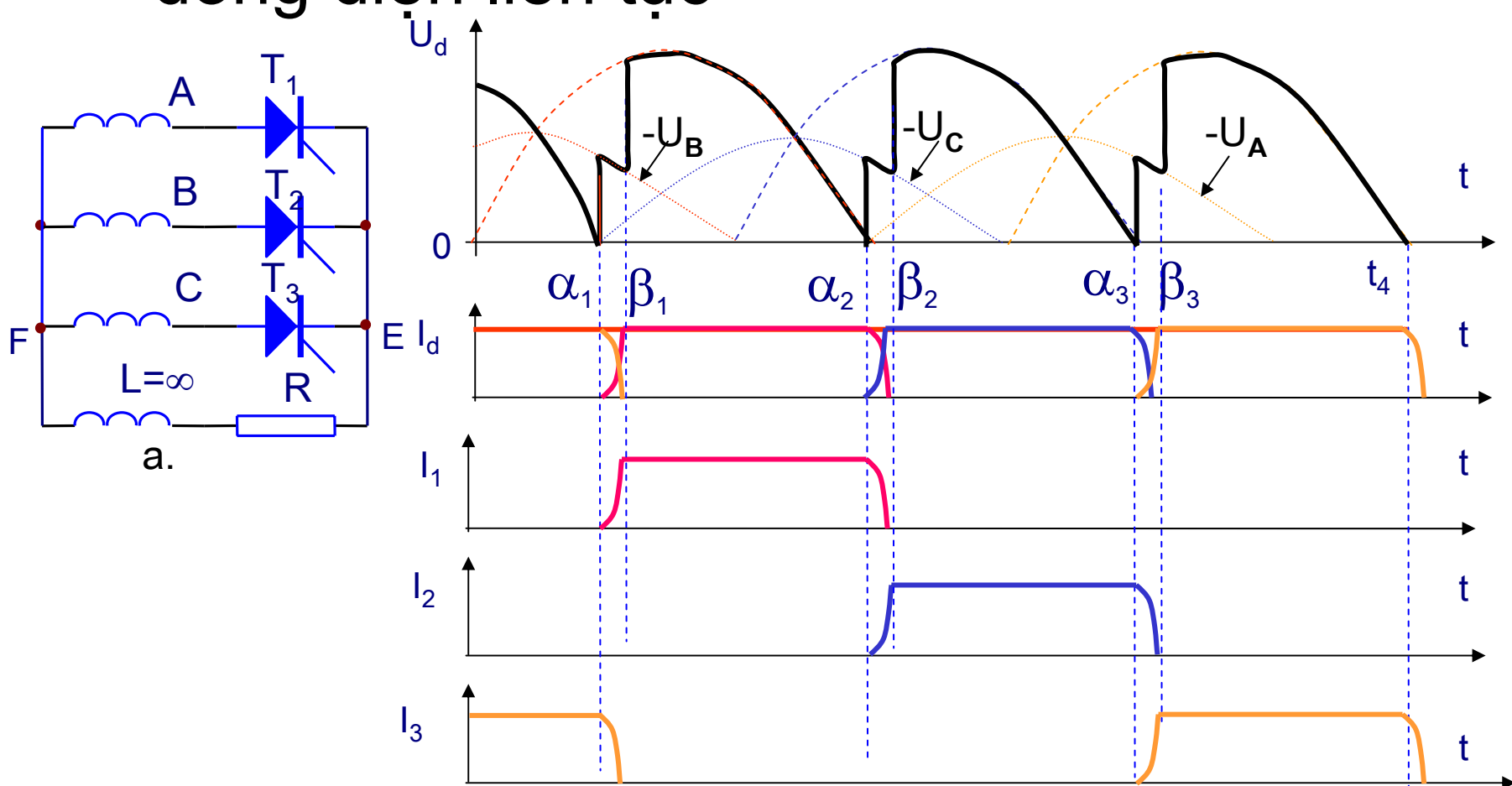
e. Hoạt động của sơ đồ khi có diode xả năng lượng



$$U_{dtb} = \frac{3}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6} + \alpha}^{\pi} \sqrt{2} U_{2f} \sin \omega t \cdot d\omega t = 1,17 \cdot U_{2f} \frac{1 + \cos \left(\alpha + \frac{\pi}{6} \right)}{\sqrt{3}}$$

4.5.3. Hiện tượng trùng dẫn

□ Xét sơ đồ có tải điện cảm lớn để cho dòng điện liên tục



Xét trùng dẫn hai pha A, C

Phương trình mạch điện

$$U_A - U_C = 2L_{BA} \frac{di}{dt} + 2R_{BA} i$$

$$U_A = U_{2m} \sin \omega t, \quad U_C = U_{2m} \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{m} \right)$$

$$U_A - U_C = 2U_{2m} \sin \frac{\pi}{m} \sin \left[\omega t - \left(90^\circ - \frac{\pi}{m} \right) \right]$$

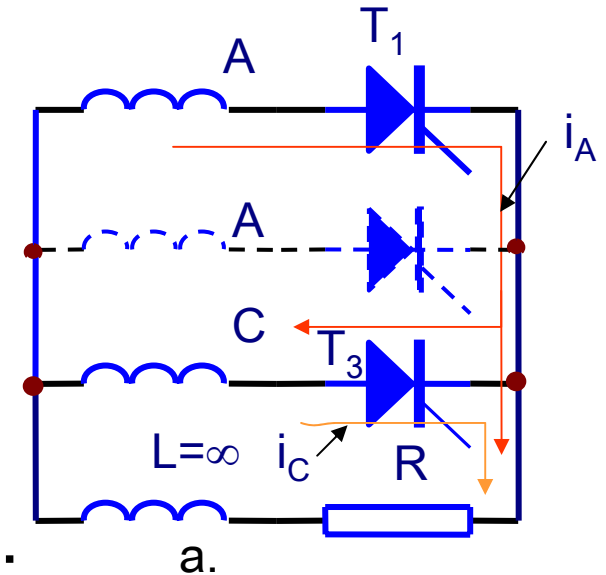
Sau khi giải phương trình trên ta có:

$$i_A = \frac{U_{2m}}{X_{BA}} \sin \frac{\pi}{m} [\cos \alpha + \cos(\omega t + \alpha)]$$

$$i_C = I_d - i_A$$

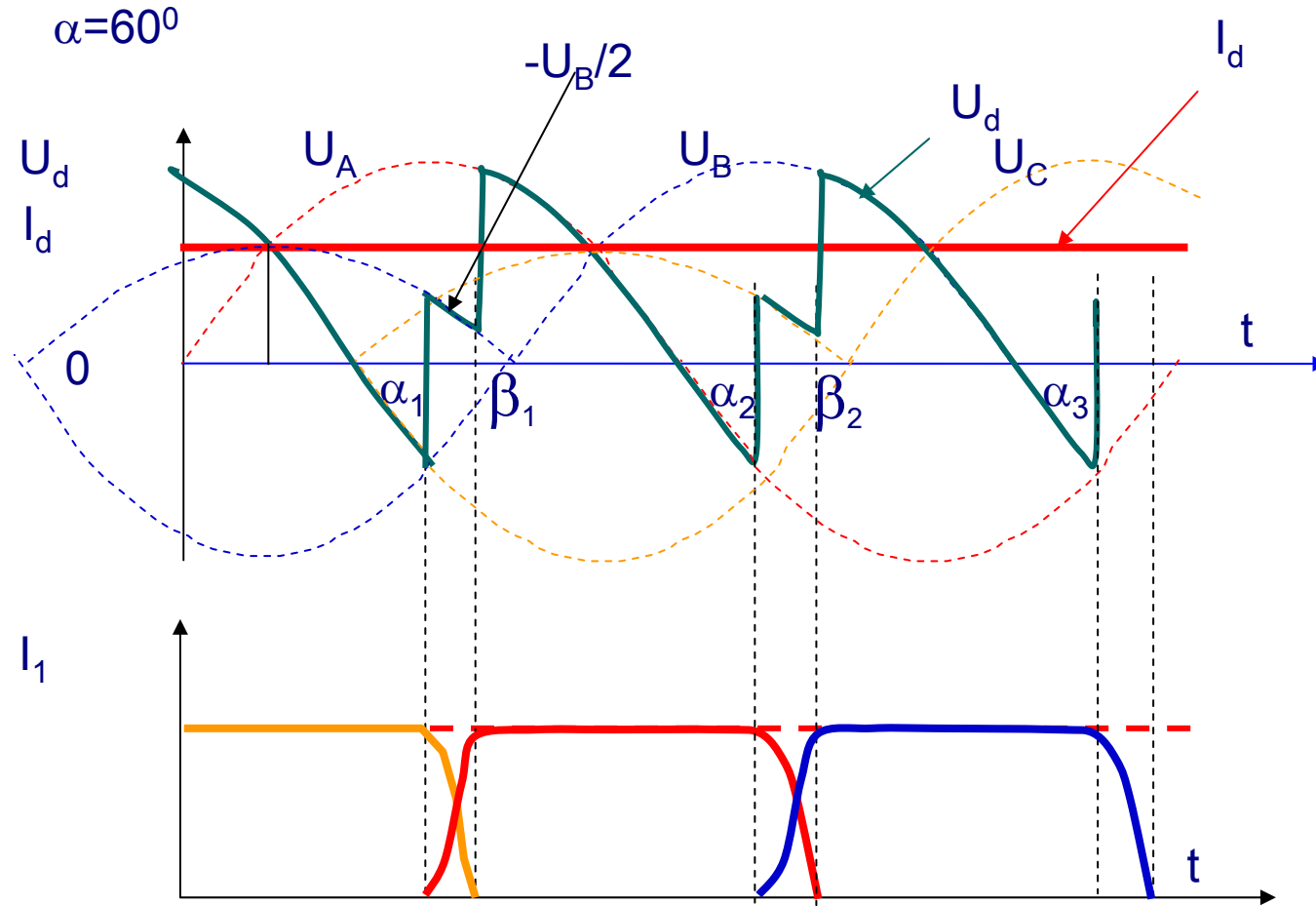
Góc trùng dẫn được tính từ:

$$\cos \alpha - \cos(\alpha + \gamma) = \frac{X_{BA} I_d}{U_{2m} \sin \frac{\pi}{m}}$$



Trùng dẫn ở góc lớn hơn

□ Hiện tượng



Dạng điện áp trong vùng trùng dẫn

Giả sử có sự trùng dẫn hai pha A và C. khi đó, phương trình điện áp viết cho pha A và C:

$$U_{EF} = U_A - R_{BA} \cdot i_A - L_{BA} (di_A/dt)$$

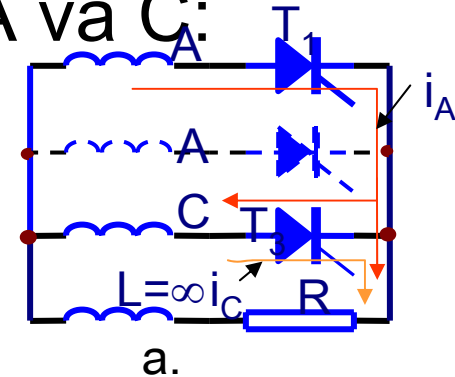
$$U_{EF} = U_C - R_{BA} \cdot i_C - L_{BA} (di_C/dt)$$

Cộng hai biểu thức trên lại ta có:

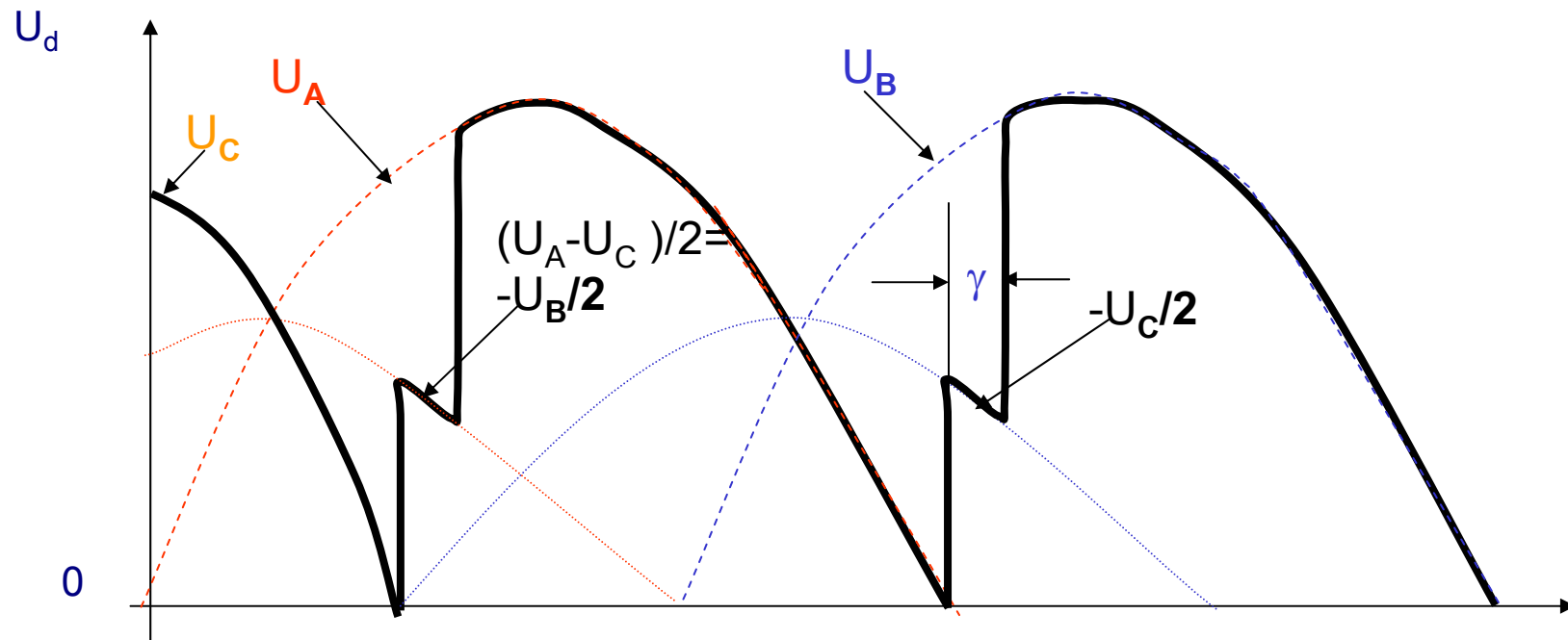
$$2 \cdot U_{EF} = U_A + U_C - (R_{BA} \cdot i_A + R_{BA} \cdot i_A) - [L_{BA} (di_A/dt) + L_{BA} (di_C/dt)]$$

Điện trở biến áp nhỏ nên $R_{BA} \cdot i_A + R_{BA} \cdot i_A \approx 0$, đạo hàm dòng điện khi tăng và giảm bằng nhau nên $L_{BA} (di_A/dt) + L_{BA} (di_C/dt) = 0$. Do đó:

$$U_{EF} = (U_A + U_C)/2 = -U_B/2$$



Hình dạng điện áp trong vùng trùng dẫn



□ Giá trị điện áp chỉnh lưu khi có xét trùng dẫn

$$U_{d\alpha} = U_{d0} \cos\alpha - \Delta U_{\gamma} = U_{d0} \cos\alpha - \frac{X_{BA} \cdot I_d}{\frac{2\pi}{m}}$$

$$\Delta U_{\gamma} = \frac{m}{2\pi} \int_0^{\gamma} (U_A - U_{dN}) d\omega t = \frac{m}{2\pi} \int_0^{\gamma} \left(U_A - \frac{U_C - U_A}{2} \right) d\omega t$$

$$\Rightarrow \Delta U_{\gamma} = \frac{X_{BA} \cdot I_d}{\frac{2\pi}{m}}$$

Một số nhận xét

- Chất lượng dòng điện một chiều ở chỉnh lưu tia ba pha tốt hơn các loại chỉnh lưu một pha
- Dòng điện chạy qua ngắt điện nhỏ hơn, phát nhiệt ít hơn
- Biến áp được chế tạo là loại ba pha ba trụ

4.6. CHỈNH LƯU CẦU BA PHA

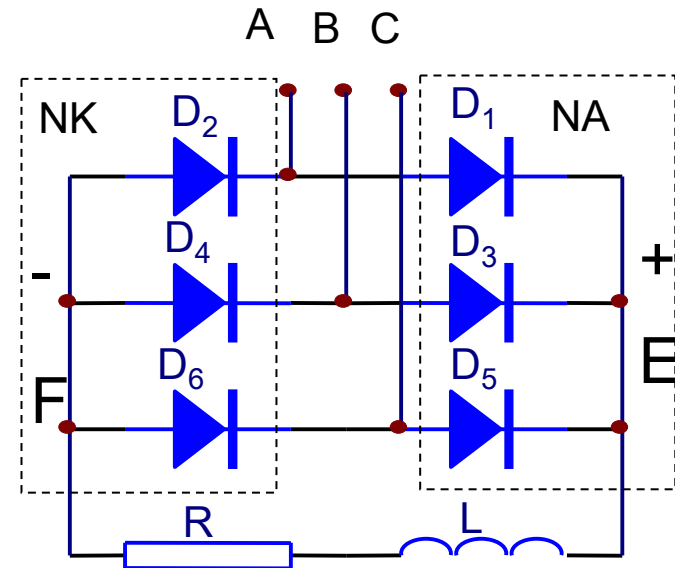
- Chỉnh lưu không điều khiển
- Chỉnh lưu điều khiển đối xứng
- Chỉnh lưu điều khiển không đối xứng

4.6.1. Chỉnh lưu không điều khiển

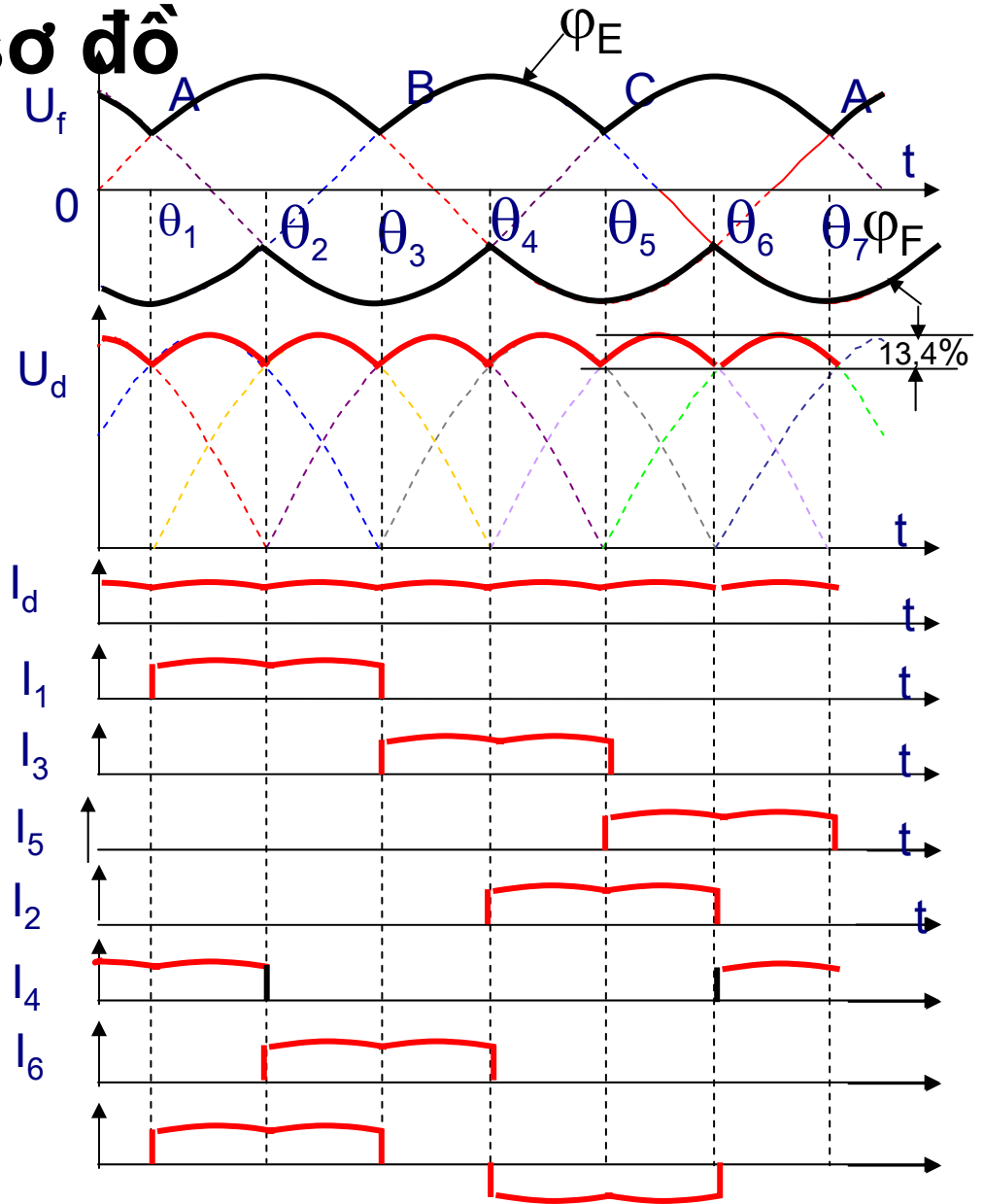
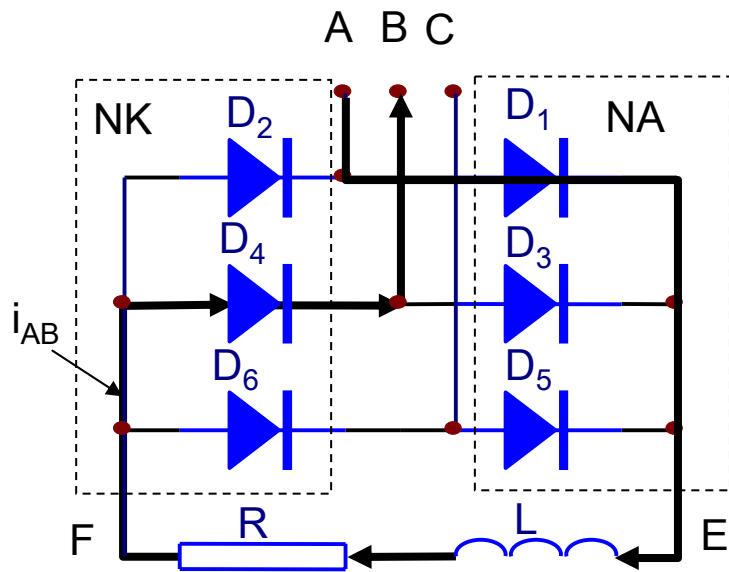
a. Sơ đồ:

Mô tả sơ đồ:

Hai nhóm ngắt điện NA mắc chung cathode cho điện áp dương, NK mắc chung anode cho điện áp âm



b. Hoạt động của sơ đồ



c. Thông số của sơ đồ

□ Điện áp, dòng điện chỉnh lưu và ngắt điện

$$U_{dtb} = \frac{6}{2\pi} \int_{\pi/3}^{4\pi/6} \sqrt{3}\sqrt{2}U_{2f} \sin\omega t \cdot d\omega t = \frac{2.3\sqrt{6}}{2\pi} U_{2f} = 2.1,17.U_{2f}$$

$$I_d = \frac{U_d}{R_d}; I_{Dtb} = \frac{I_d}{3}; I_{Dhd} = \frac{I_d}{\sqrt{3}};$$

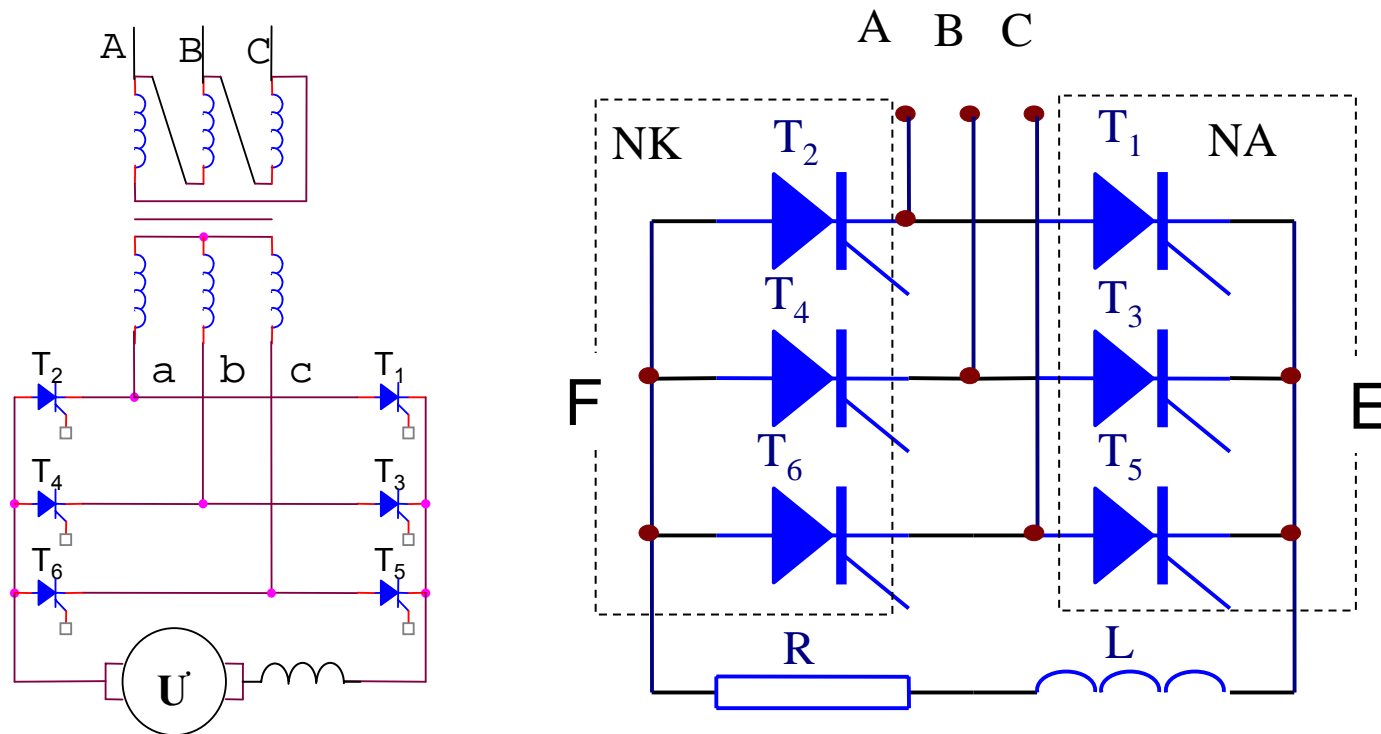
$$U_{ND} = \sqrt{2}\sqrt{3}U_{2f} = 2,45.U_{2f} = (2,45/2.34)U_d$$

$$S_{BA} = 1,05.U_d I_d$$

$$m = 6$$

4.6.2. CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN ĐỐI XỨNG

□ a. Sơ đồ



Sơ đồ nguyên lí mạch động lực

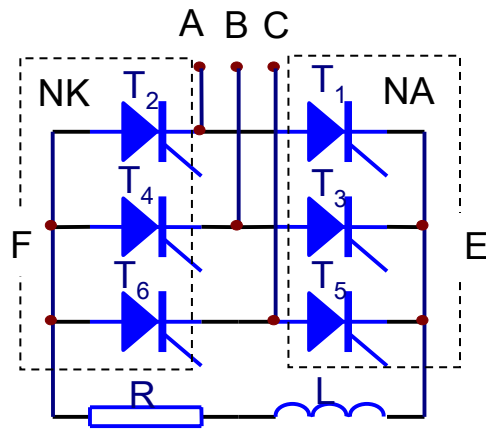
Ba cách cấp xung điều khiển

- Cấp hai xung điều khiển đúng thứ tự pha, hai xung điều khiển không đúng thứ tự pha, ba xung điều khiển như bảng dưới

t	X_C	X_D
α_1	X_1	X_{1-4}
α_2	X_6	X_{6-1}
α_3	X_3	X_{3-6}
α_4	X_2	X_{2-3}
α_5	X_5	X_{5-2}
α_6	X_4	X_{4-5}

t	X_C	X_D
α_1	X_1	X_{1-6}
α_2	X_6	X_{6-3}
α_3	X_3	X_{3-2}
α_4	X_2	X_{2-5}
α_5	X_5	X_{5-4}
α_6	X_4	X_{4-3}

t	X_C	X_D
α_1	X_1	X_{1-4-6}
α_2	X_6	X_{6-1-3}
α_3	X_3	X_{3-6-4}
α_4	X_2	X_{2-3-5}
α_5	X_5	X_{5-2-4}
α_6	X_4	X_{4-5-1}



Đúng thứ tự pha

t	X_C	X_D
α_1	X_1	X_{1-4}
α_2	X_6	X_{6-1}
α_3	X_3	X_{3-6}
α_4	X_2	X_{2-3}
α_5	X_5	X_{5-2}
α_6	X_4	X_{4-5}

Ngược thứ tự pha

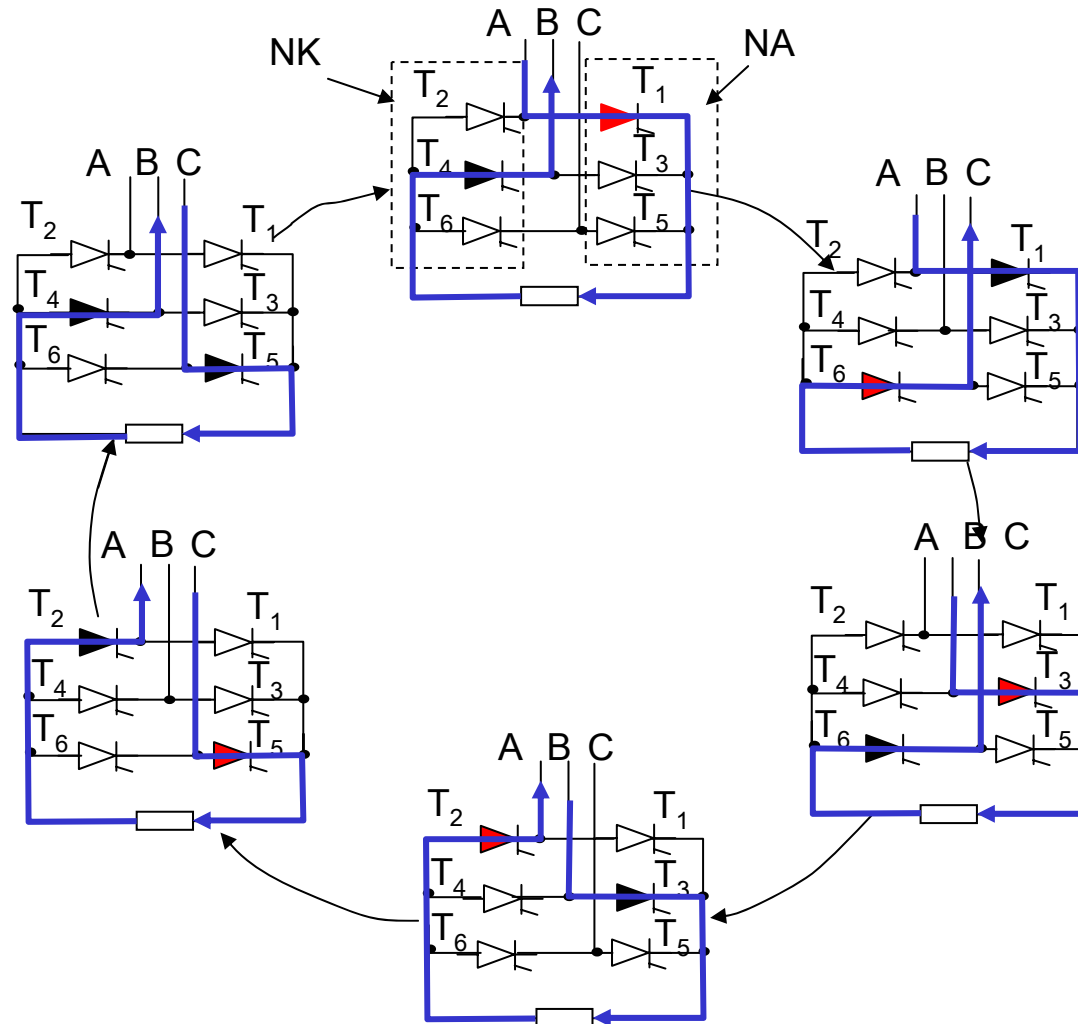
t	X_C	X_D
α_1	X_1	X_{1-6}
α_2	X_6	X_{6-3}
α_3	X_3	X_{3-2}
α_4	X_2	X_{2-5}
α_5	X_5	X_{5-4}
α_6	X_4	X_{4-3}

3 xung điều khiển

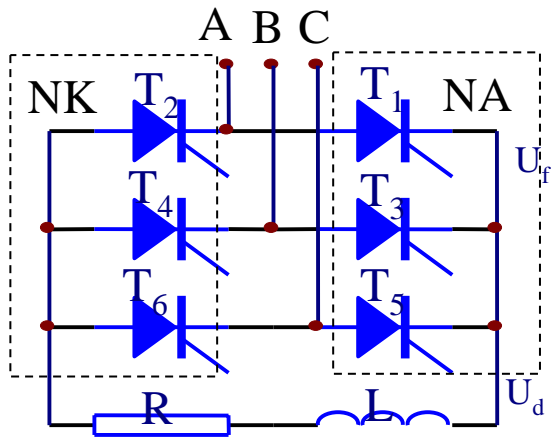
t	X_C	X_D
α_1	X_1	X_{1-4-6}
α_2	X_6	X_{6-1-3}
α_3	X_3	X_{3-6-4}
α_4	X_2	X_{2-3-5}
α_5	X_5	X_{5-2-4}
α_6	X_4	X_{4-5-1}

b. Đặc điểm điều khiển²

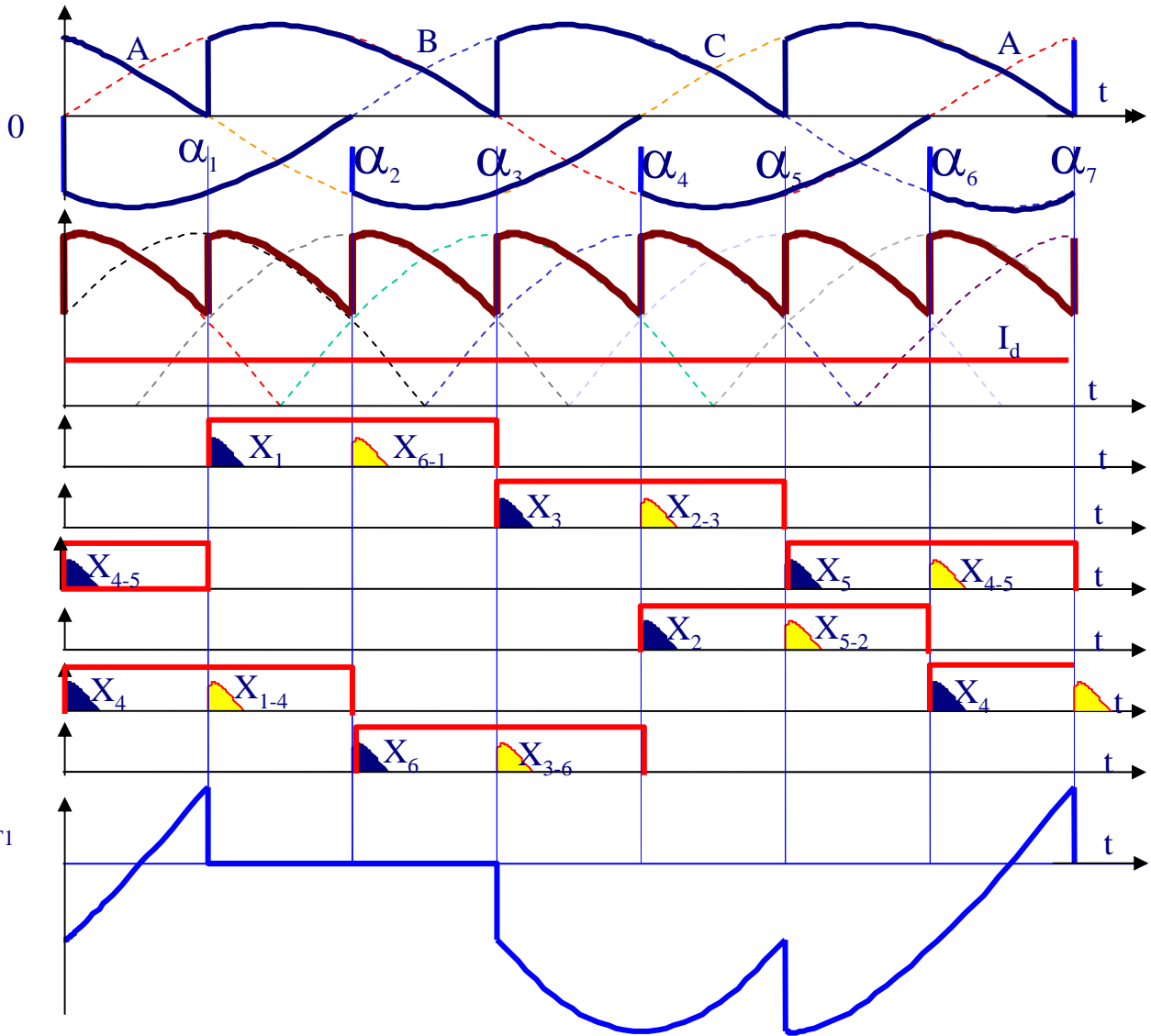
t	X_C	X_D
α_1	X_1	X_{1-4}
α_2	X_6	X_{6-1}
α_3	X_3	X_{3-6}
α_4	X_2	X_{2-3}
α_5	X_5	X_{5-2}
α_6	X_4	X_{4-5}



Đổi thứ tự dẫn của các thyristor

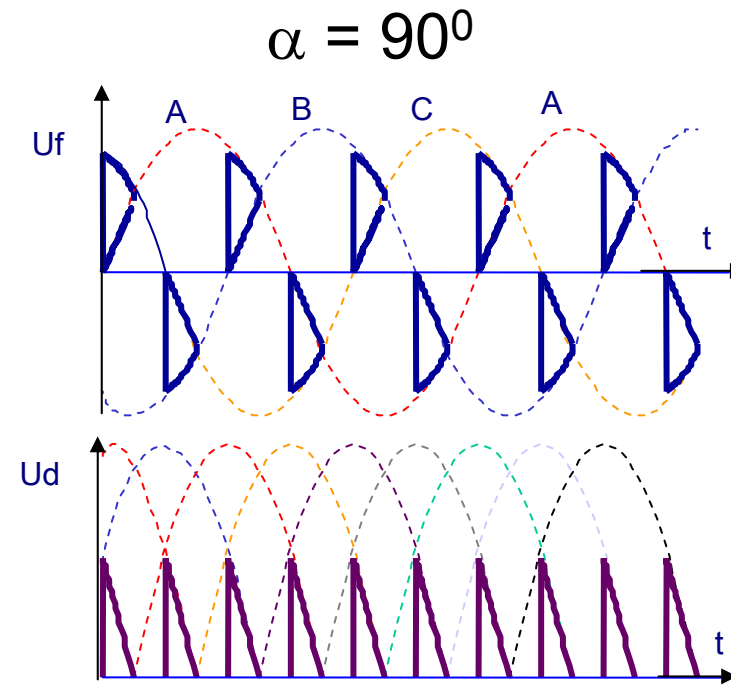
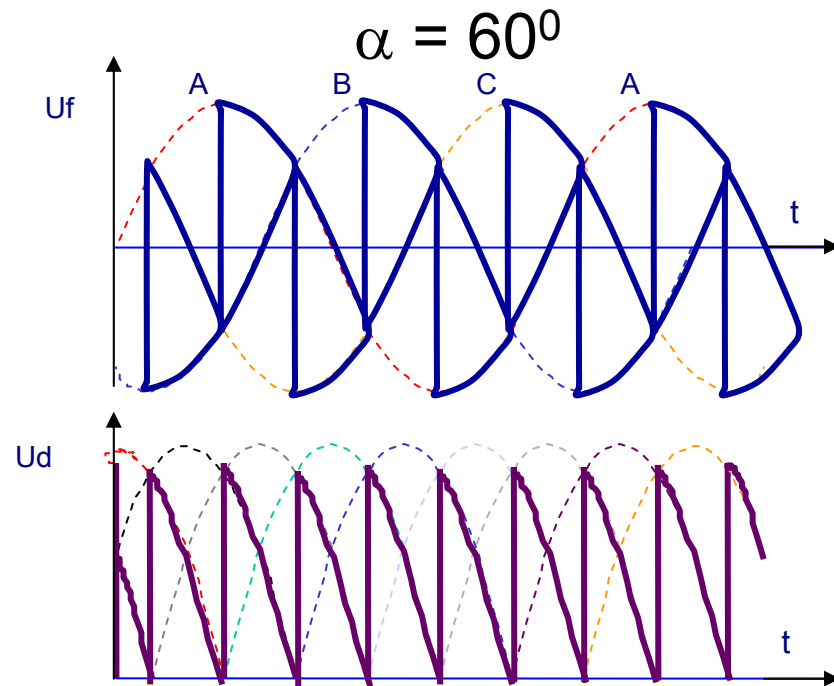


$$\alpha = 30^\circ$$

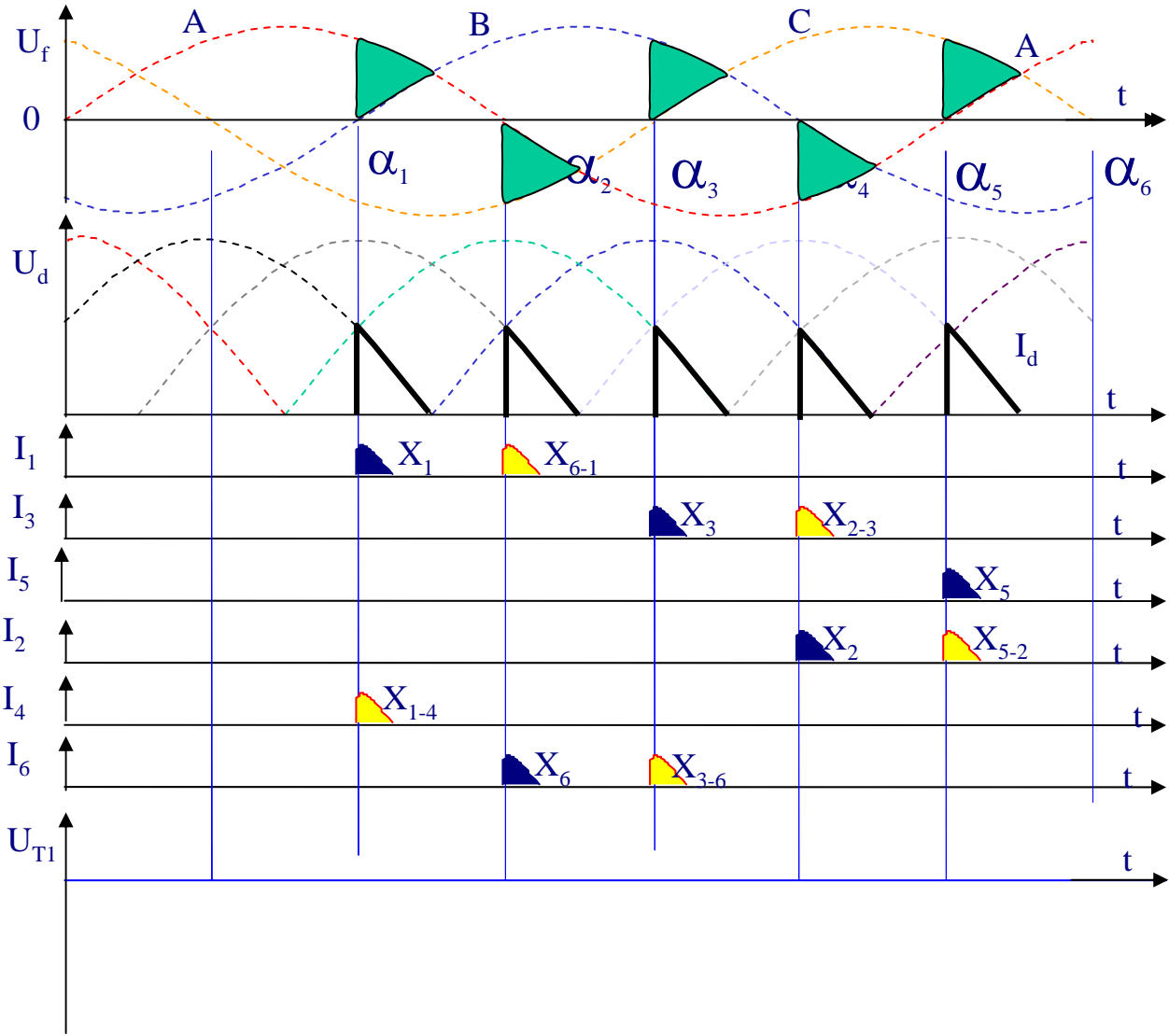
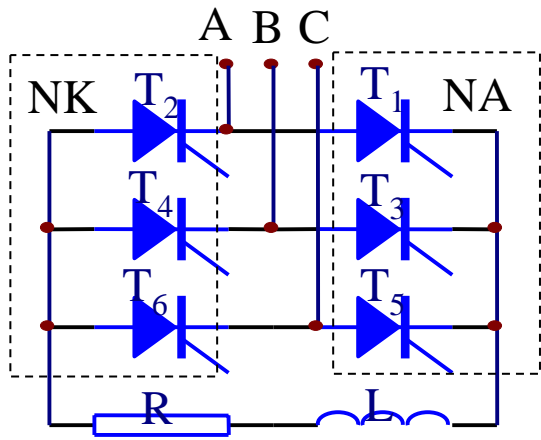


t	X_C	X_S
α_1	X_1	X_{1-4}
α_2	X_6	X_{6-1}
α_3	X_3	X_{3-6}
α_4	X_2	X_{2-3}
α_5	X_5	X_{5-2}
α_6	X_4	X_{4-5}

Ví dụ cho các trường hợp góc mở lớn hơn

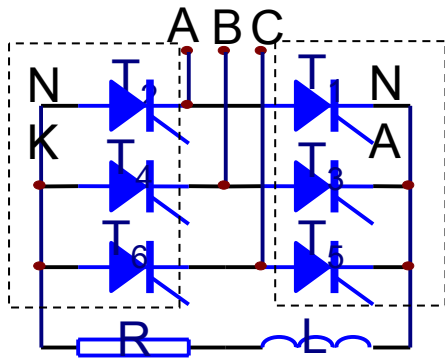


d.

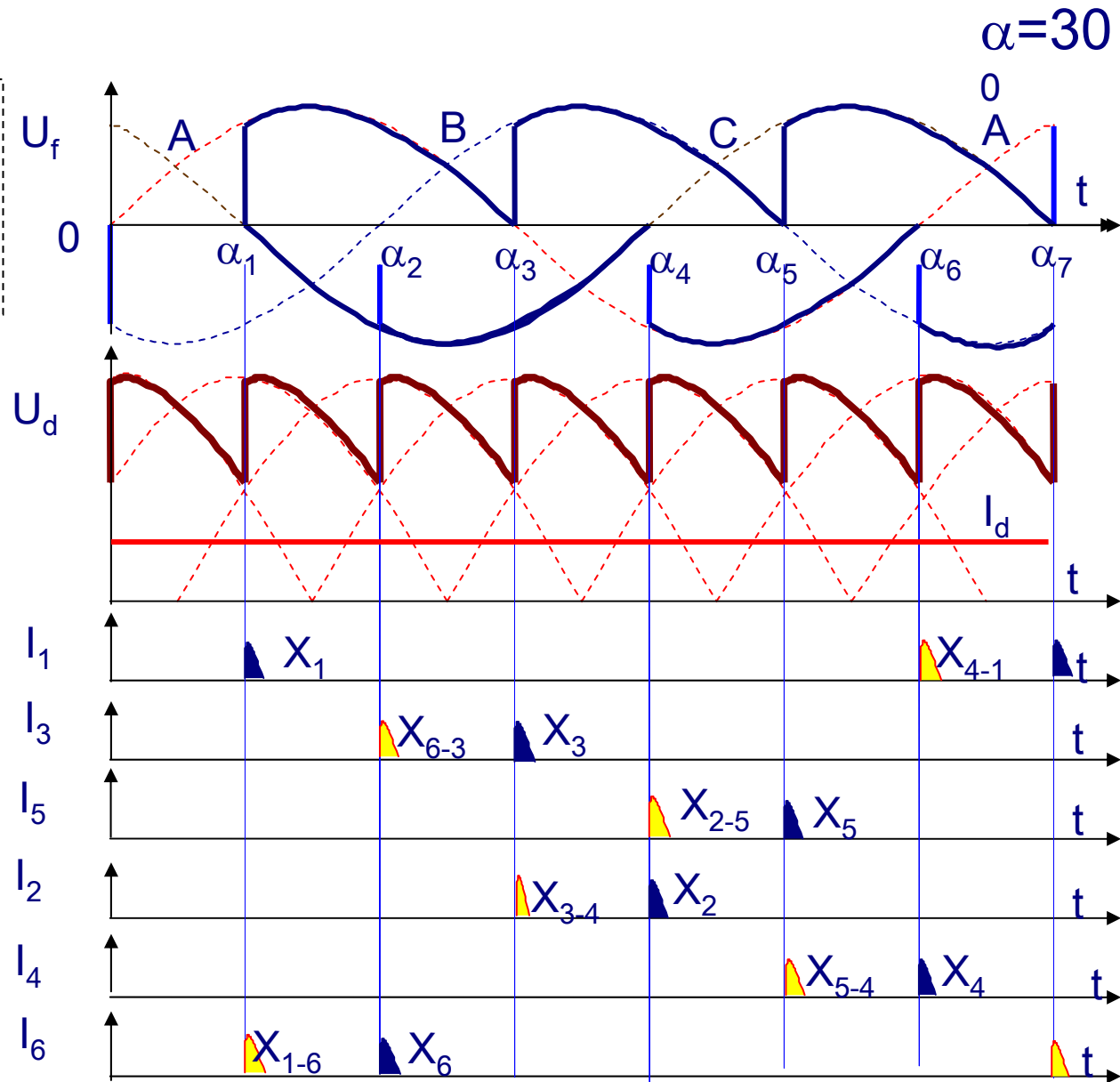


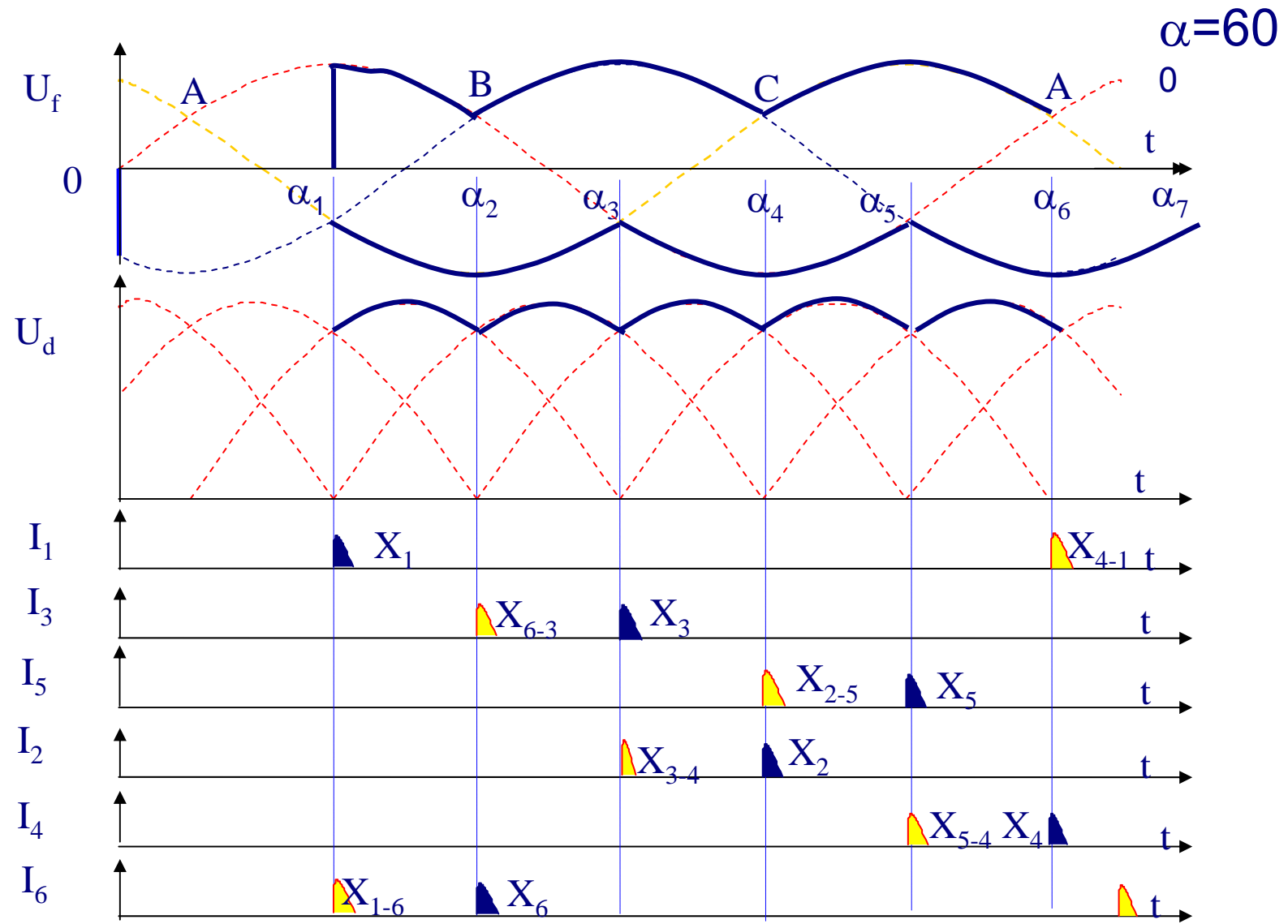
t	X_C	X_S
α_1	X_1	X_{1-4}
α_2	X_6	X_{6-1}
α_3	X_3	X_{3-6}
α_4	X_2	X_{2-3}
α_5	X_5	X_{5-2}
α_6	X_4	X_{4-5}

Điều khiển không đúng thứ tự pha



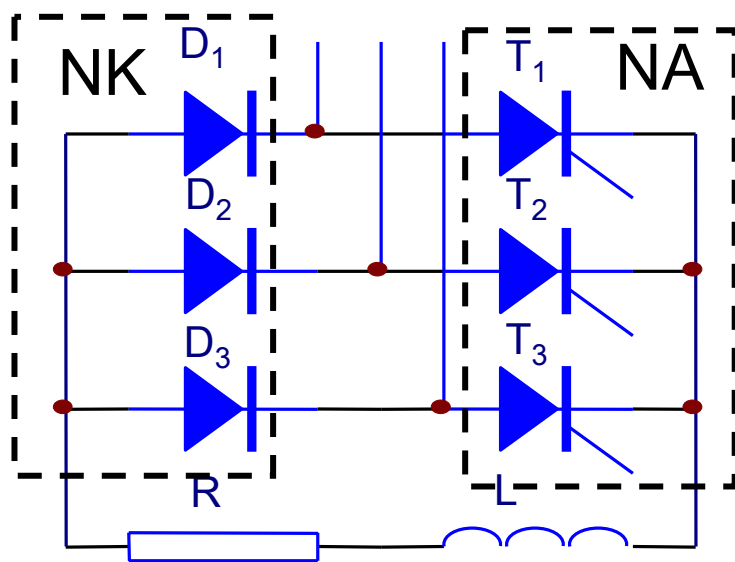
t	X_C	X_D
α_1	X_1	X_{1-6}
α_2	X_6	X_{6-3}
α_3	X_3	X_{3-2}
α_4	X_2	X_{2-5}
α_5	X_5	X_{5-4}
α_6	X_4	X_{4-3}



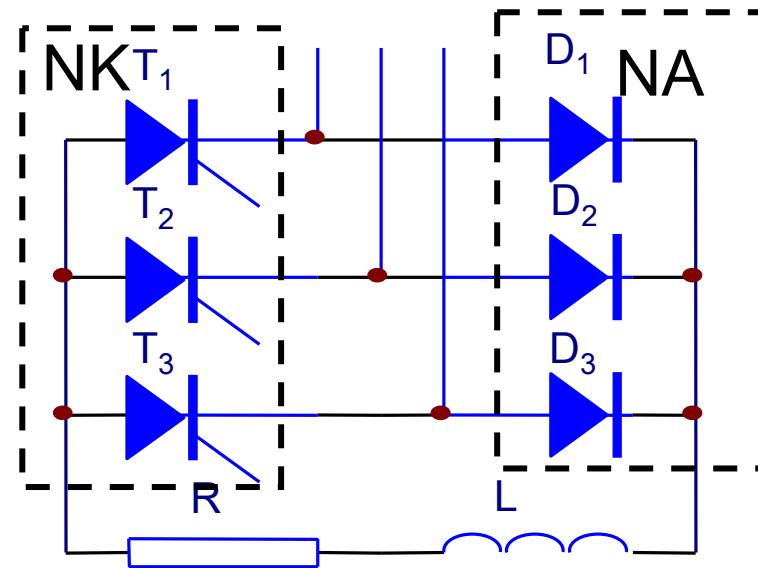


4.6.3. Chỉnh lưu điều khiển không đối xứng

□ Sơ đồ

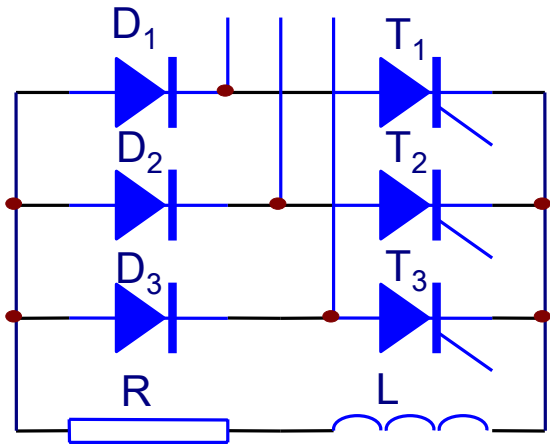


a)

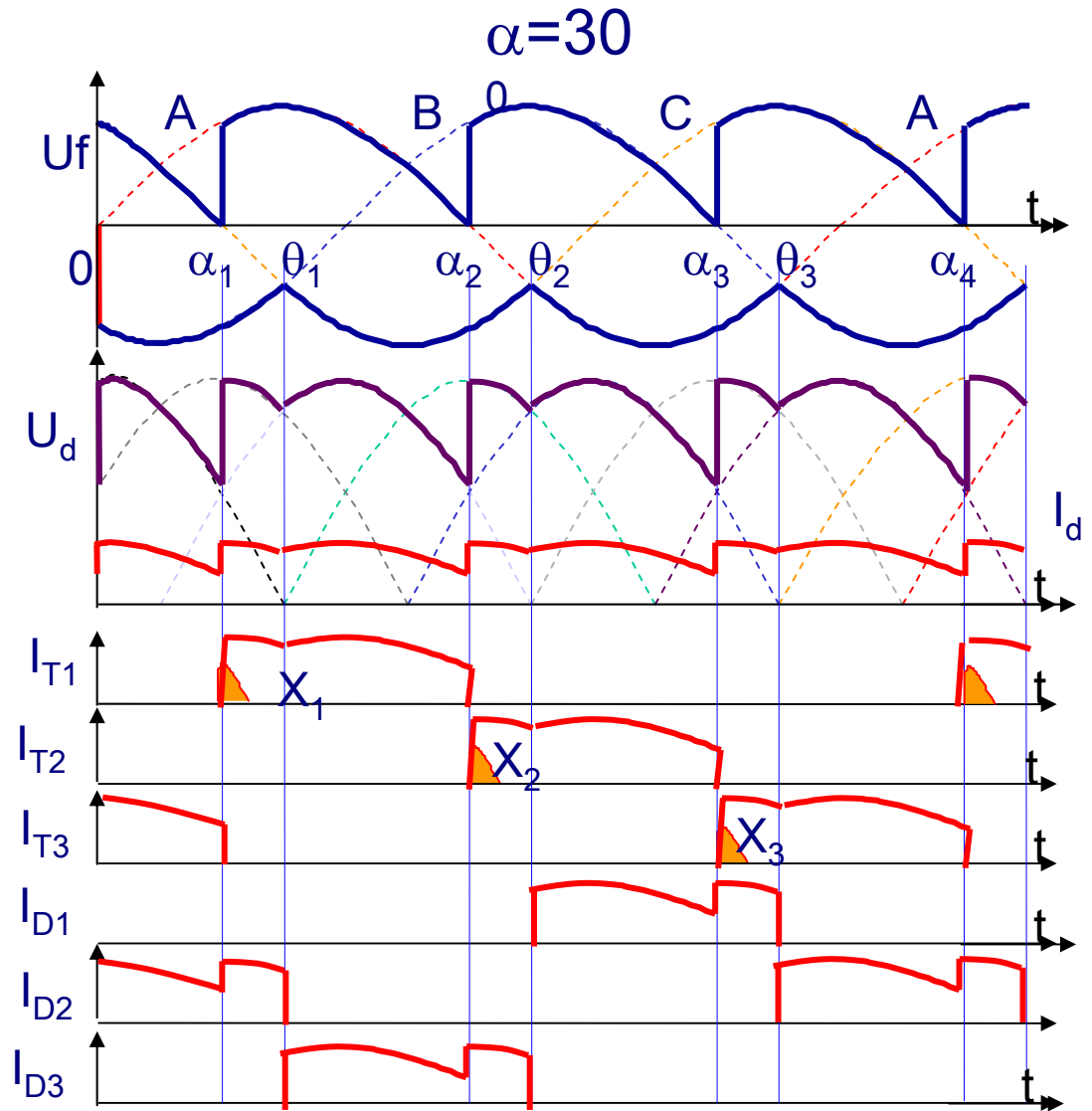


b)

Hoạt động



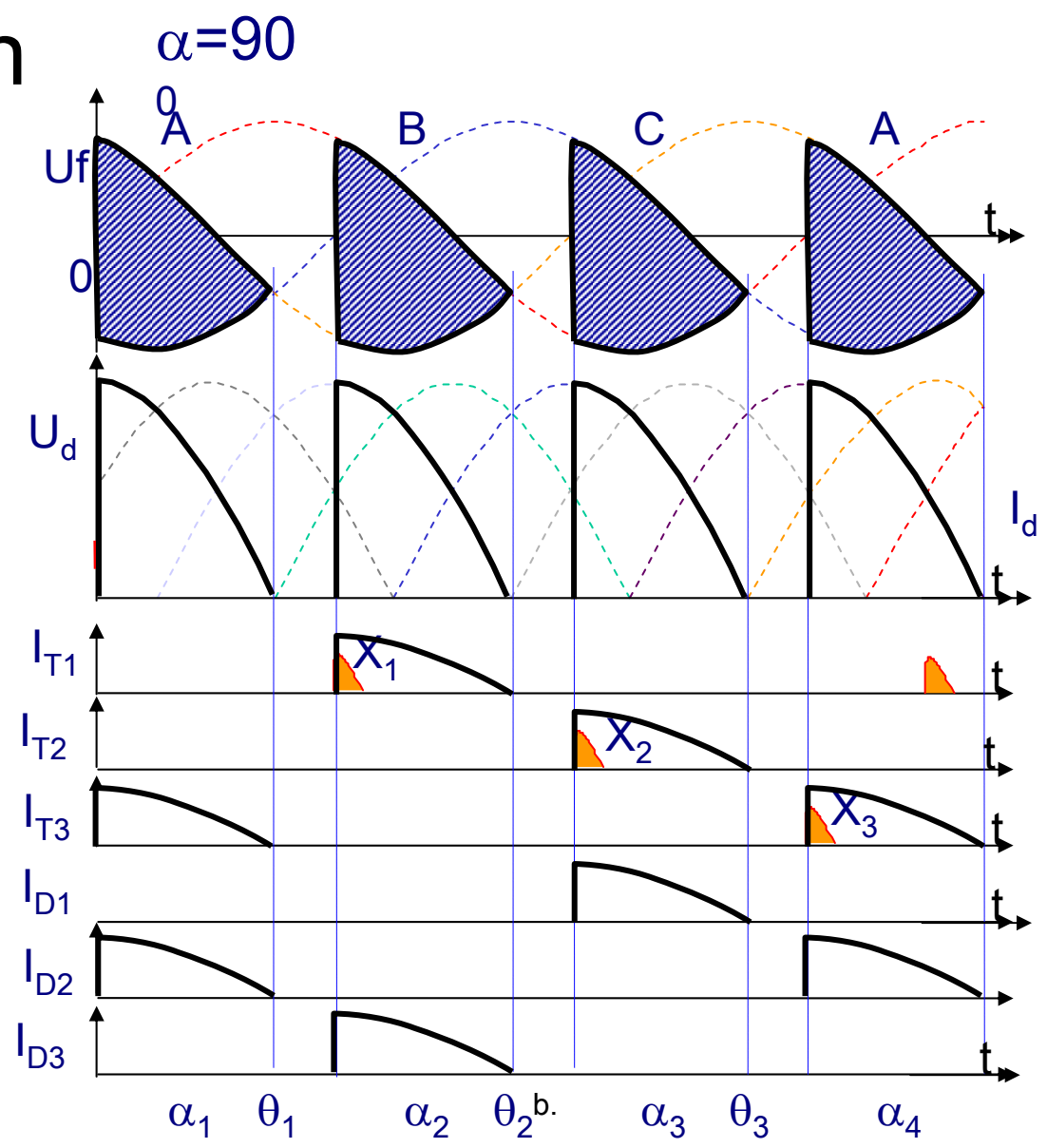
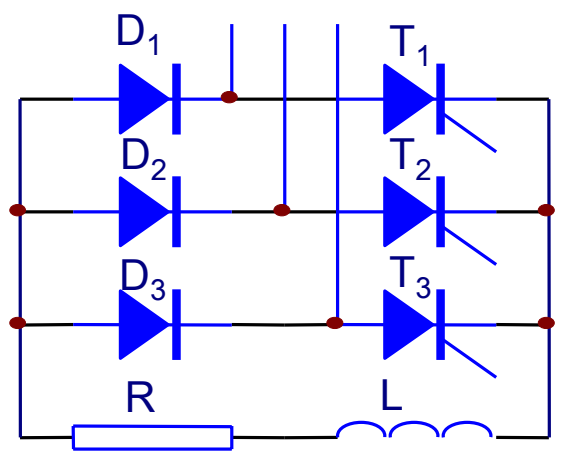
a.



b.

Khi góc mở lớn

□ . Sơ đồ



Chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển không đối xứng
 a- sơ đồ động lực, b- giản đồ các đường cong

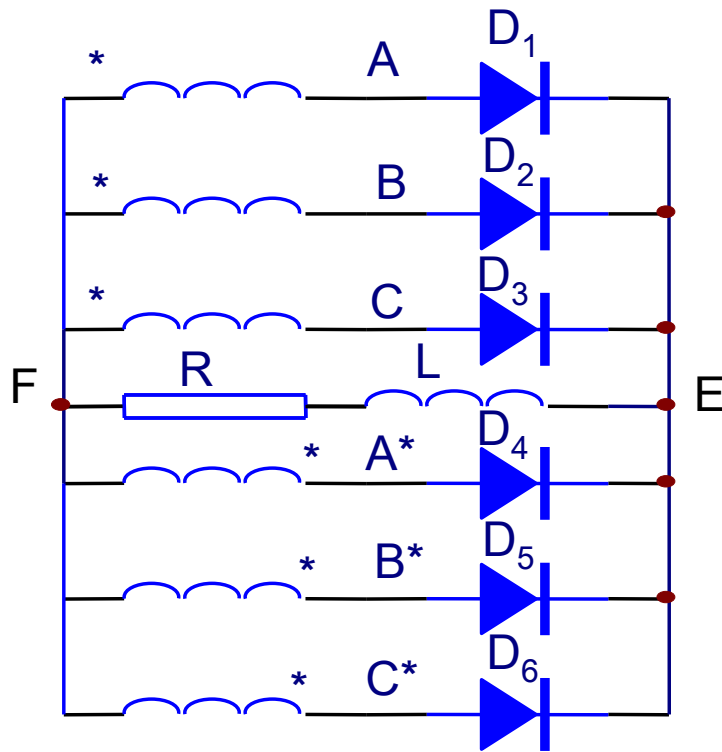
4.7 Chỉnh lưu tia sáu pha

Sơ đồ chỉnh lưu không điều khiển

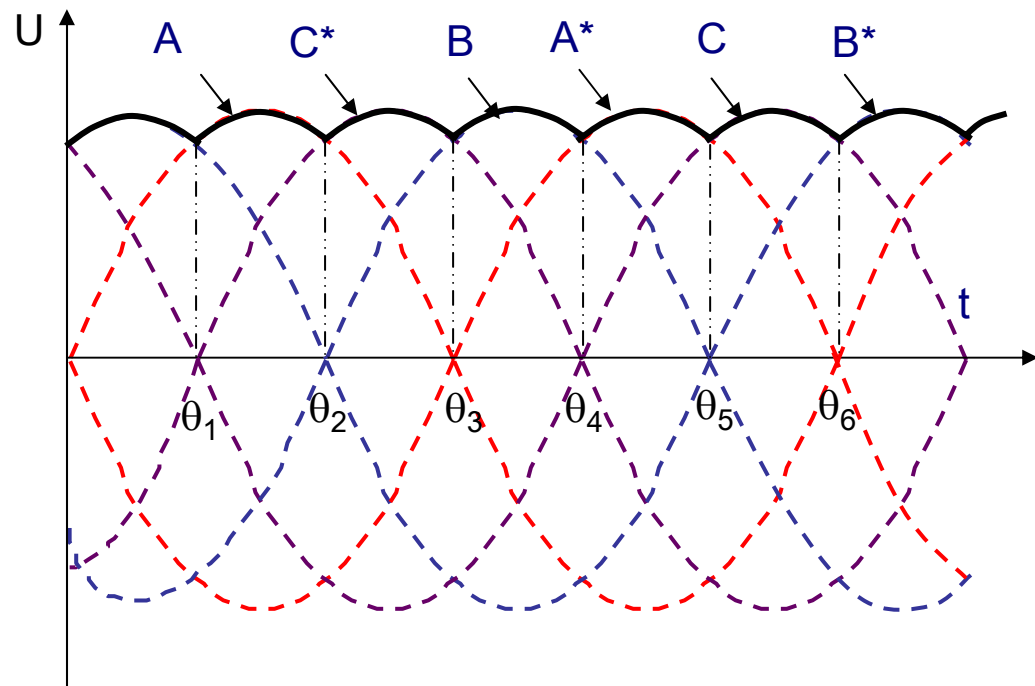
Chỉnh lưu có điều khiển

4.7.1. Chỉnh lưu không điều khiển

a. Sơ đồ



a.



b.

b. Thông số của sơ đồ

□ Điện áp, dòng điện chỉnh lưu và ngắt điện

$$U_{dtb} = \frac{6}{2\pi} \int_{\pi/6}^{\pi/3} \sqrt{2}U_{2f} \sin\omega t \cdot d\omega t = 1,35.U_{2f}$$

$$I_d = \frac{U_d}{R_d}; I_{Dtb} = \frac{I_d}{6}; I_{Dhd} = \frac{I_d}{\sqrt{6}};$$

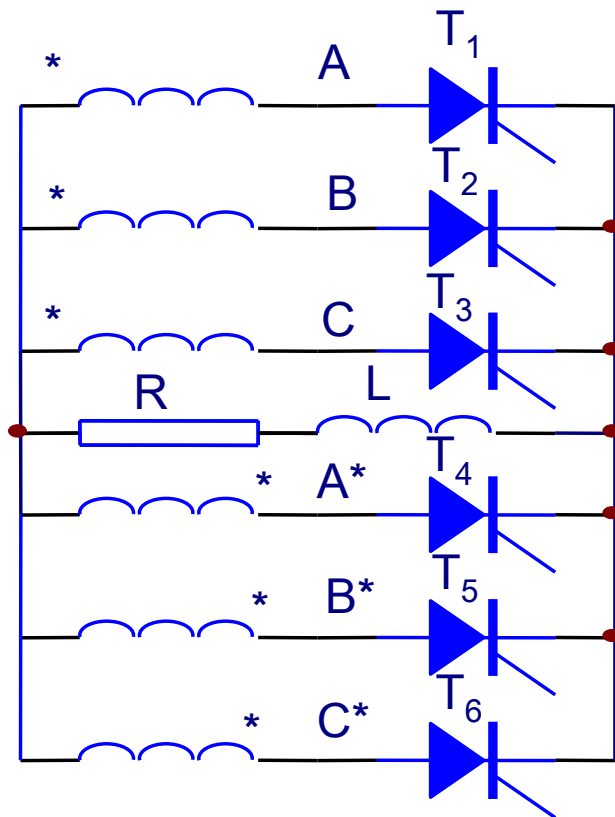
$$U_{ND} = 2.\sqrt{2}U_{2f}$$

$$S_{BA} = 1,26.U_d I_d$$

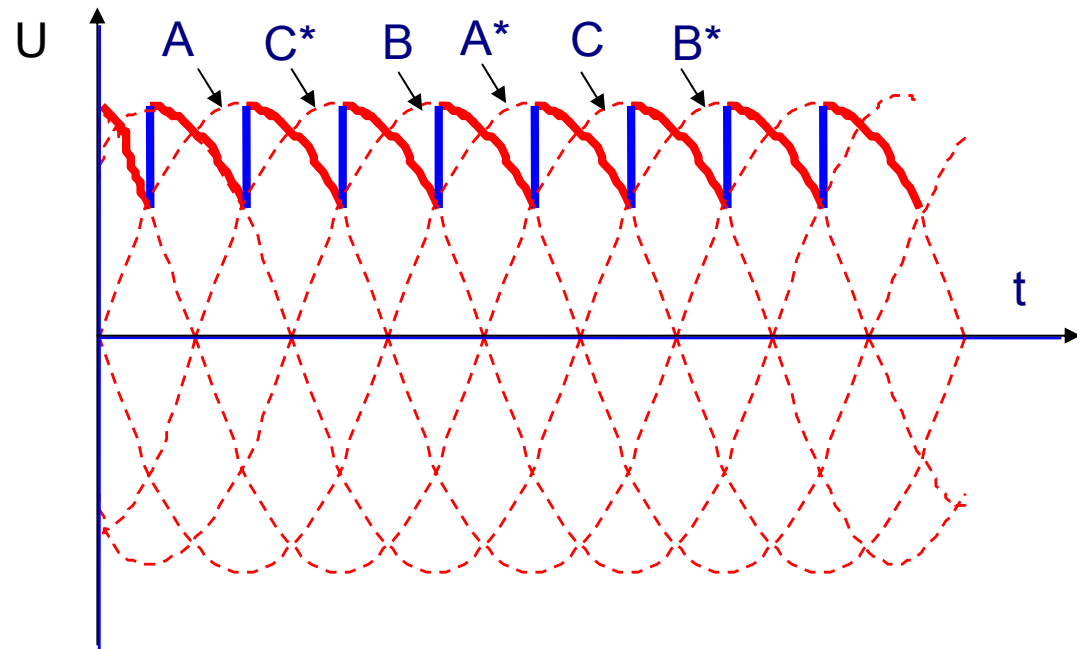
$$m = 6$$

4.7.2. Chỉnh lưu có điều khiển?

□ Sơ đồ



a.

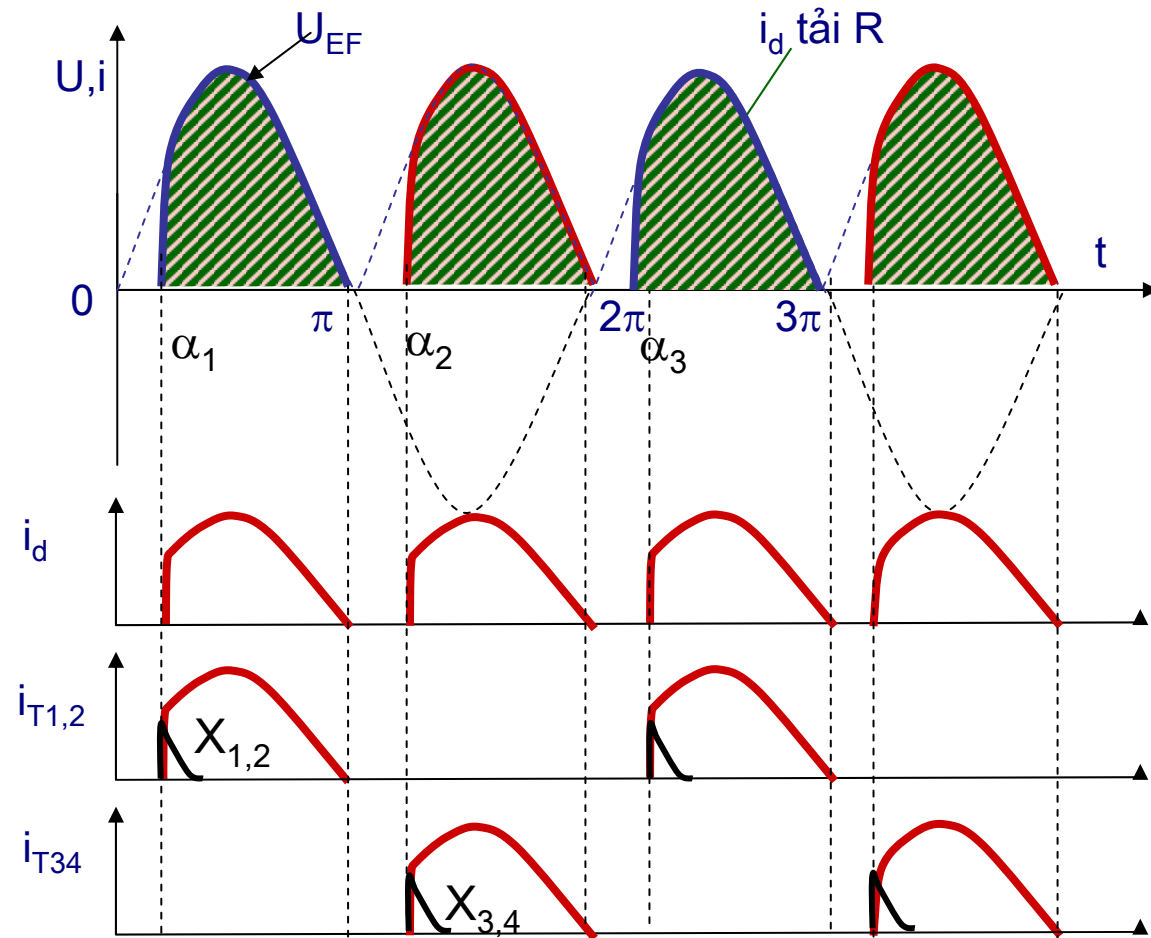
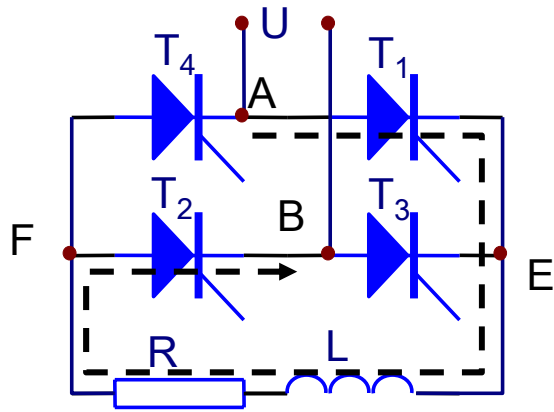


b.

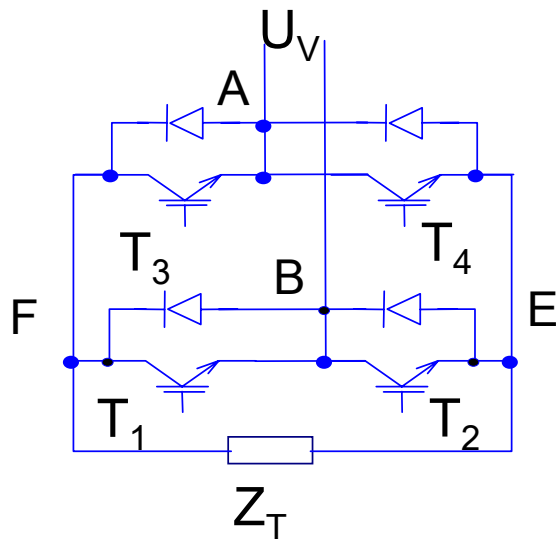
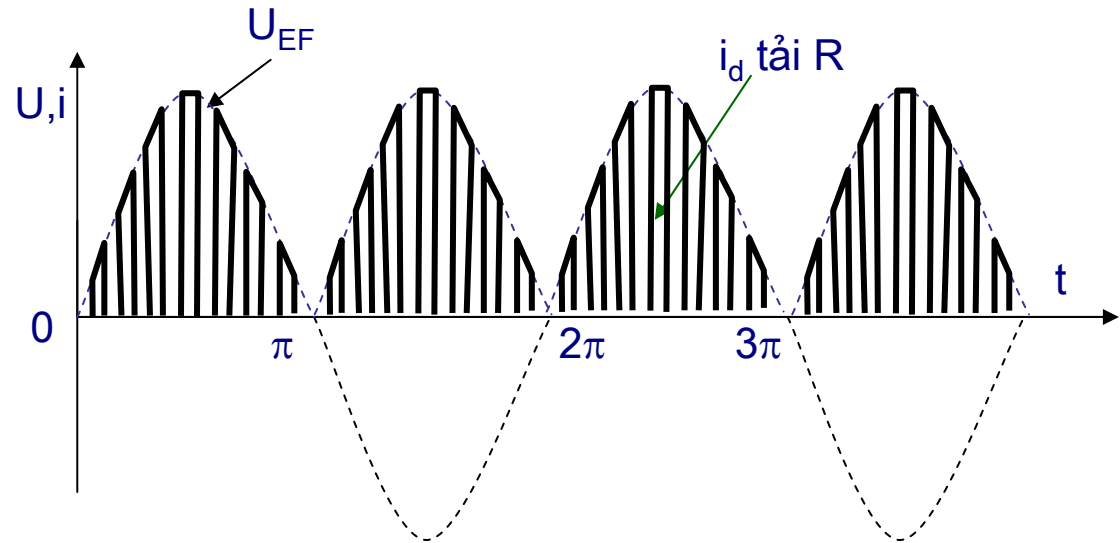
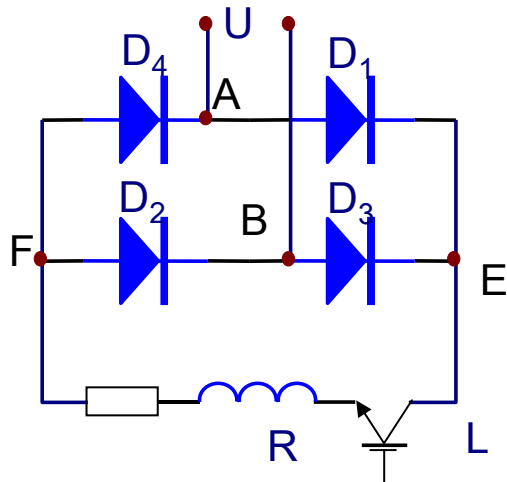
4.8. Chỉnh lưu chất lượng cao

Chỉnh lưu 1 pha

□ Chỉnh lưu cơ sở

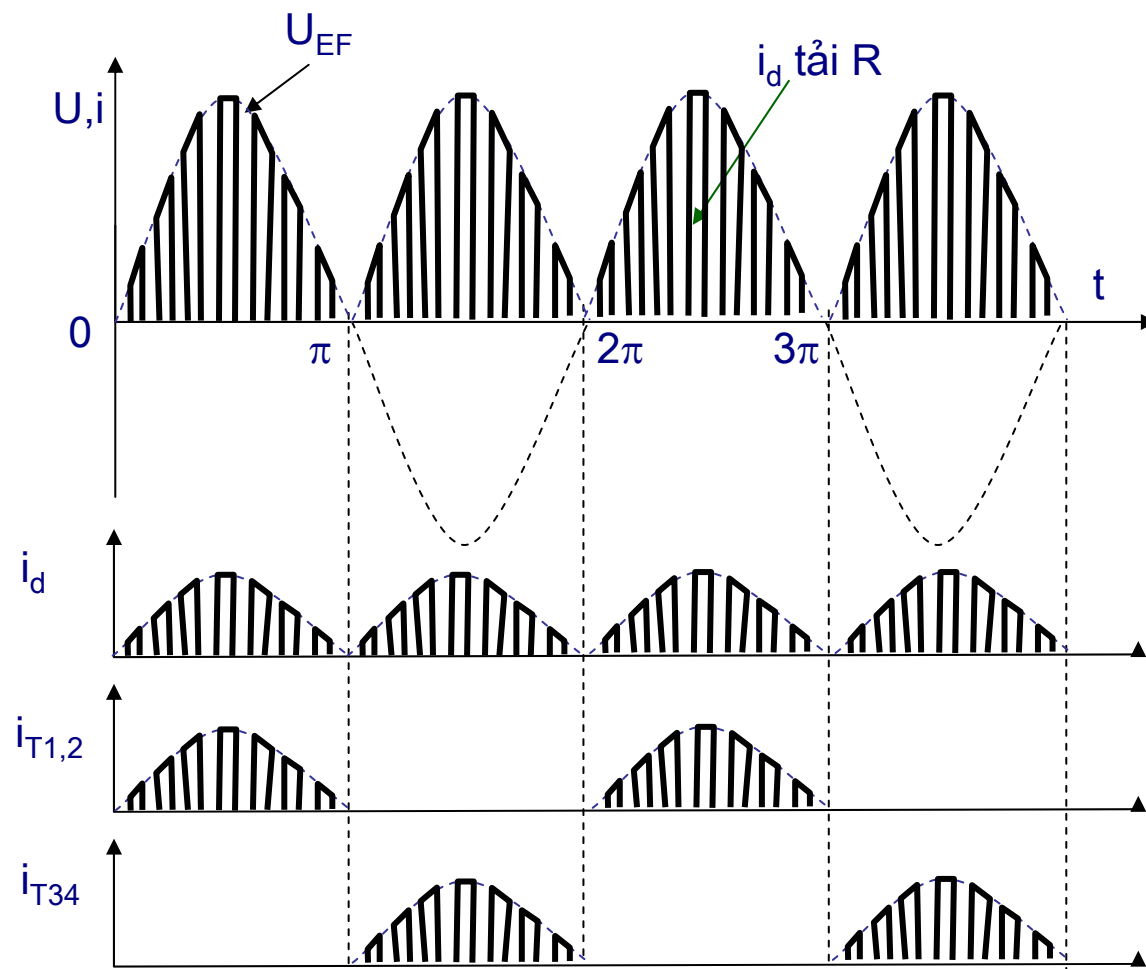
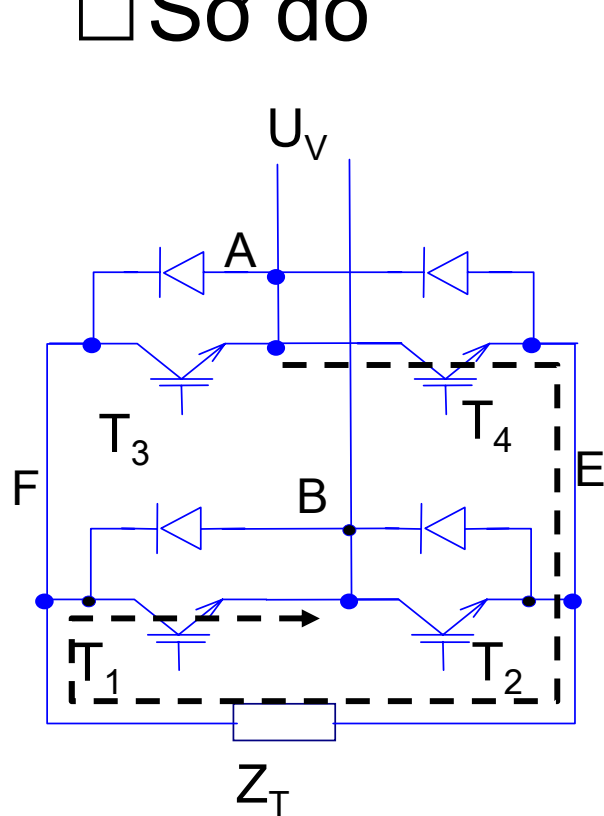


Sơ đồ tương đương CL - BA

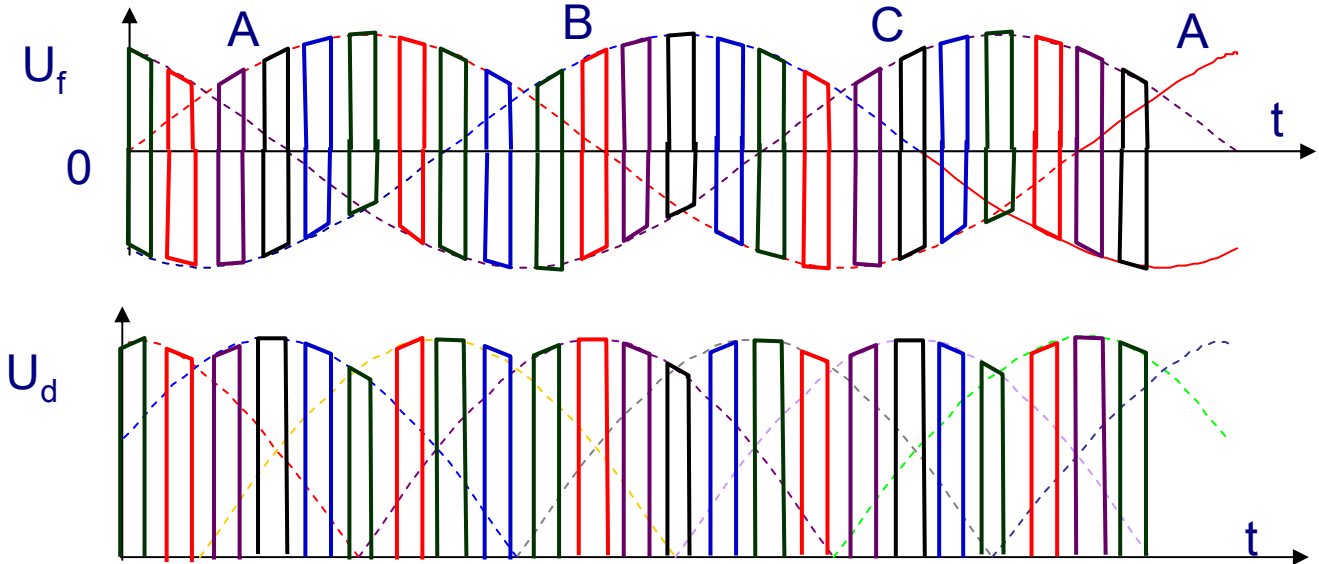
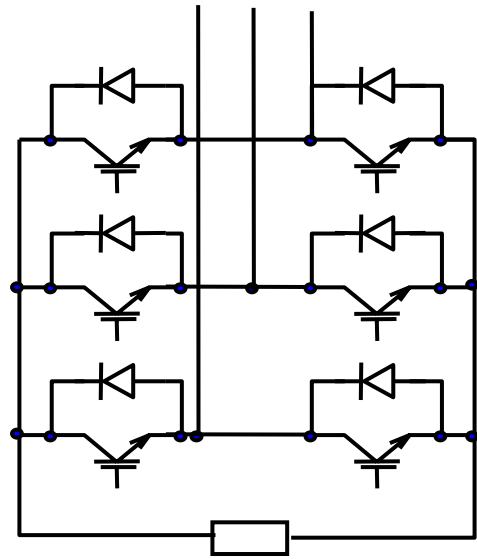


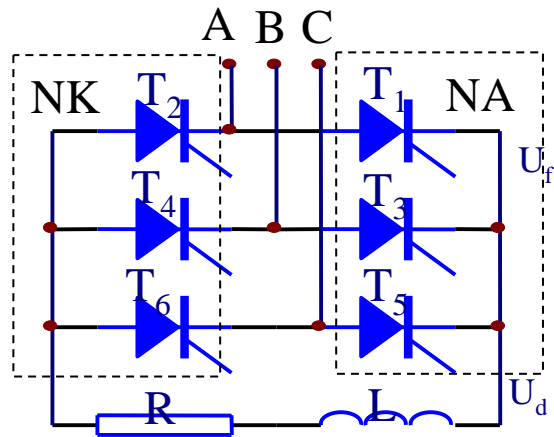
Chỉnh lưu dùng tranzitor

□ Sơ đồ

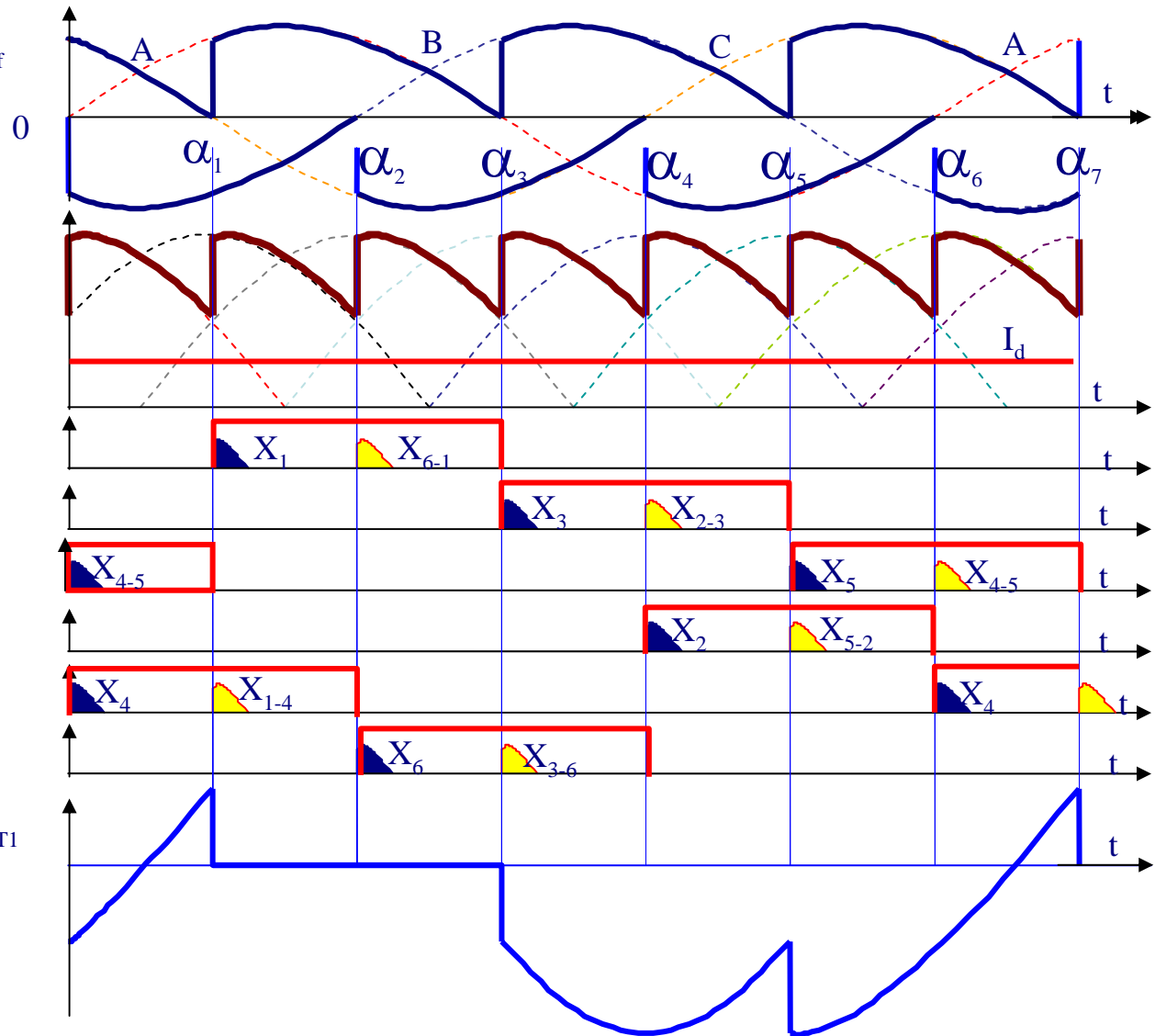


Chỉnh lưu cầu ba pha





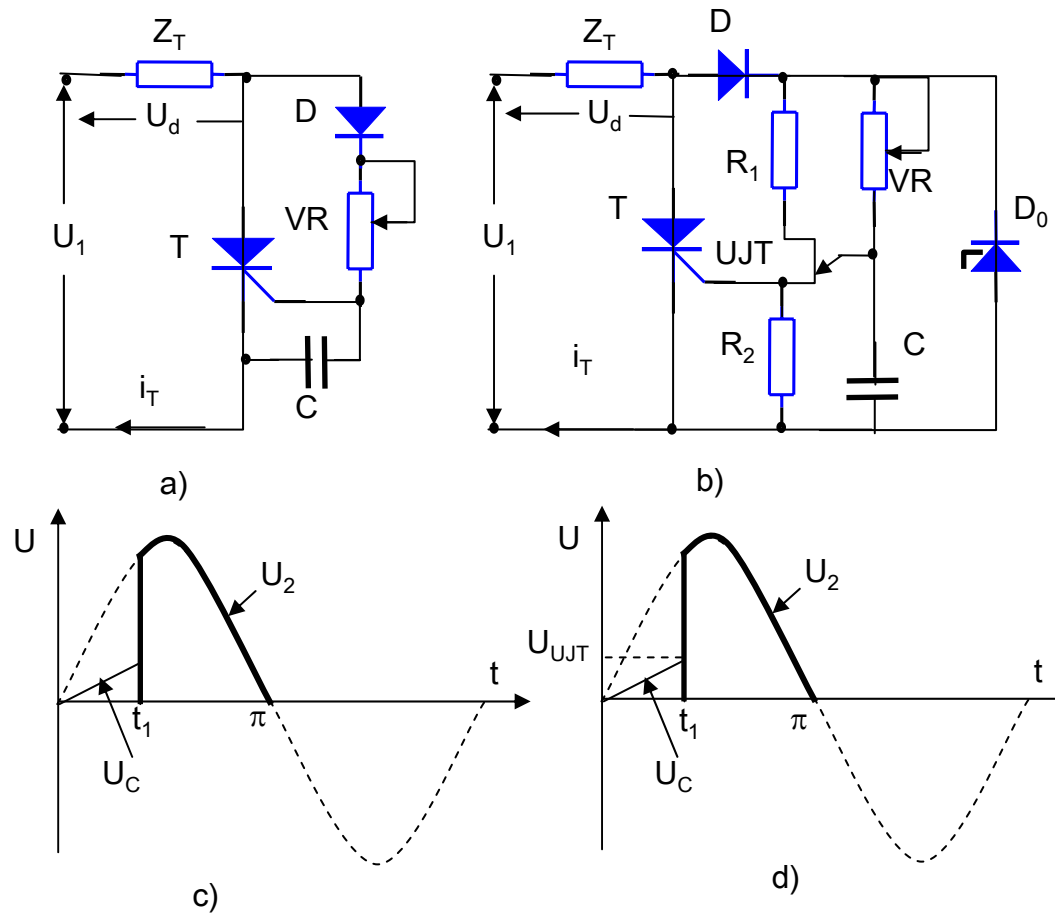
$$\alpha = 30^\circ$$



t	X_C	X_S
α_1	X_1	X_{1-4}
α_2	X_6	X_{6-1}
α_3	X_3	X_{3-6}
α_4	X_2	X_{2-3}
α_5	X_5	X_{5-2}
α_6	X_4	X_{4-5}

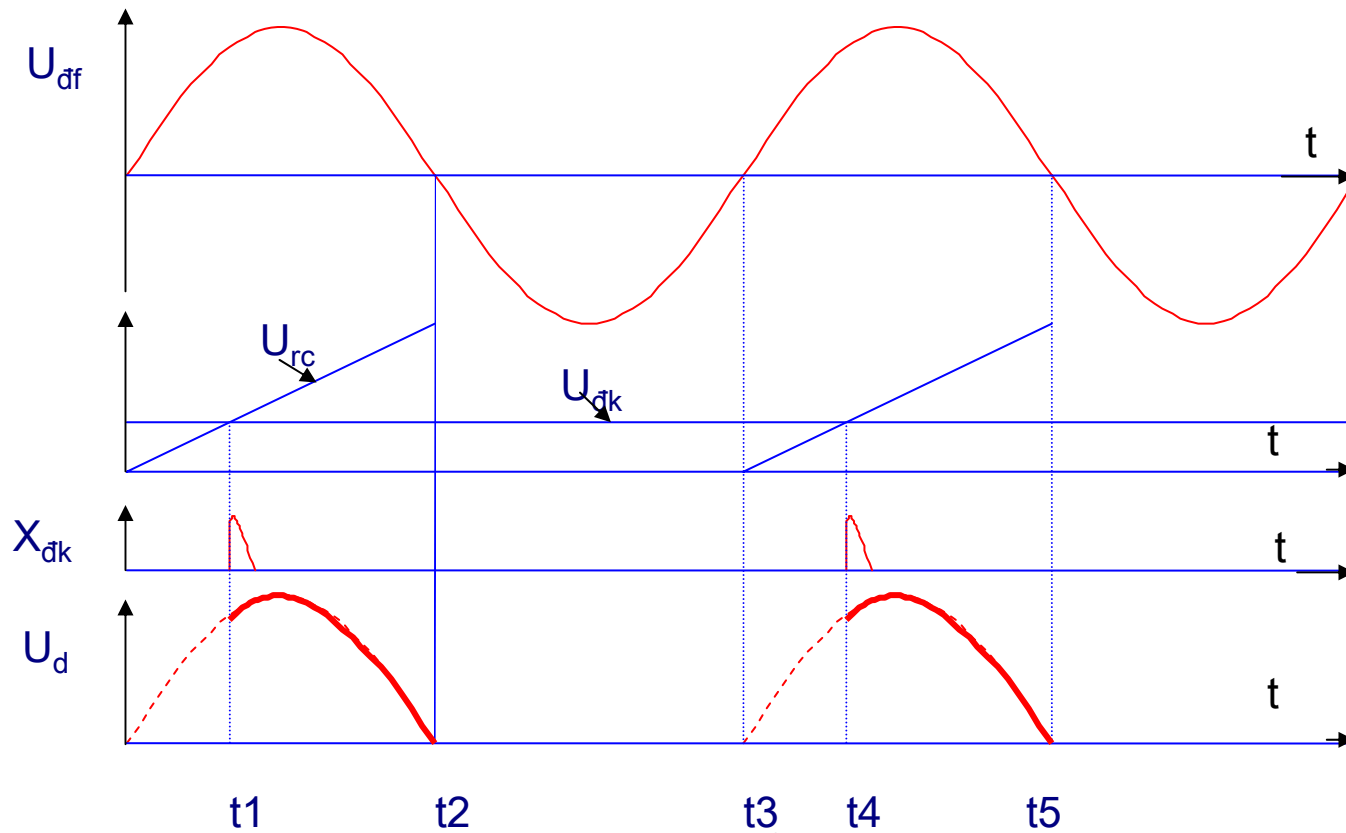
4.9. Thiết kế mạch điều khiển

4.9.1. Mạch điều khiển thyristor đơn giản



Thiết kế mạch điều khiển theo nguyên tắc thẳng đứng.

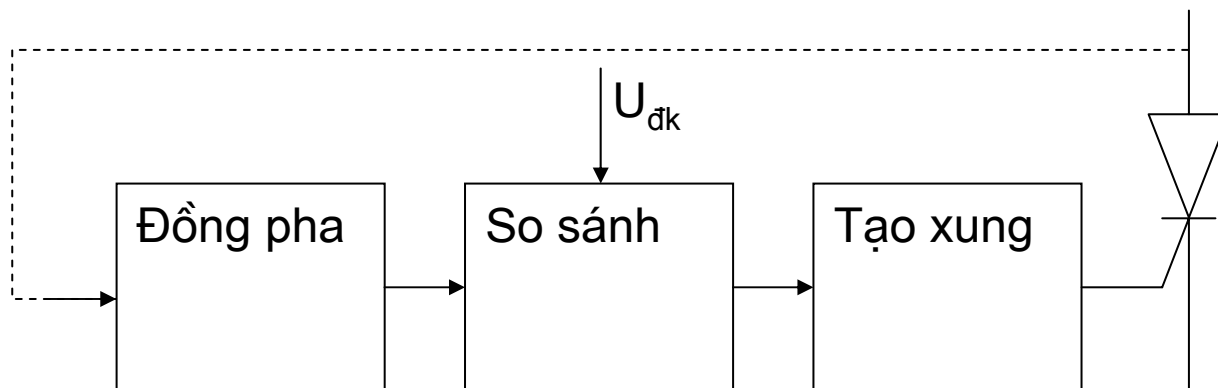
a. Nguyên lý điều khiển.



Nguyên lý điều khiển chỉnh lưu.

b. Sơ đồ khối mạch điều khiển.

Sơ đồ khối.

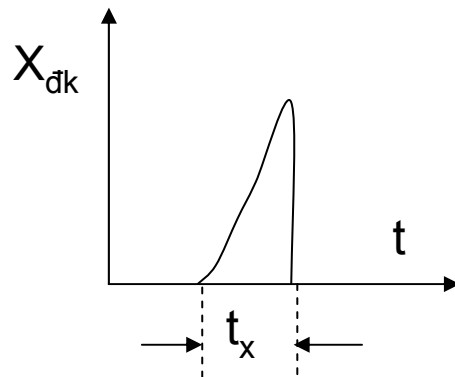
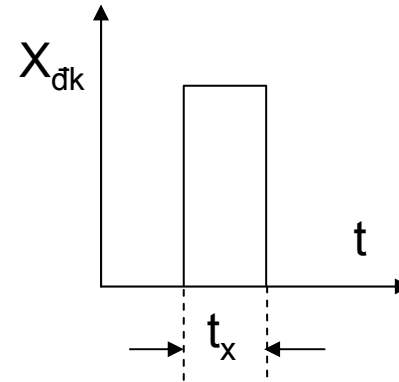
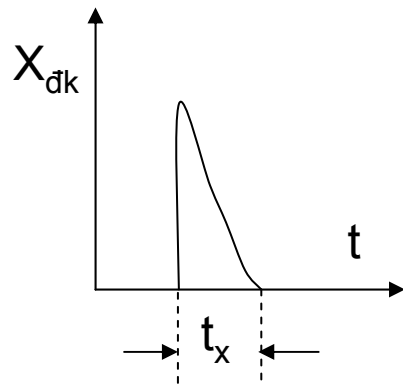


Sơ đồ khối mạch điều khiển

Chức năng của các khâu

- **Khâu đồng pha** có nhiệm vụ tạo điện áp tựa U_{rc} (thường gặp là điện áp dạng răng cưa tuyến tính) trùng pha với điện áp anode của thyristor.
- **Khâu so sánh** nhận tín hiệu điện áp răng cưa và điện áp điều khiển, có nhiệm vụ so sánh giữa điện áp tựa với điện áp điều khiển $U_{đk}$, tìm thời điểm hai điện áp này bằng nhau ($U_{đk} = U_{rc}$). Tại thời điểm hai điện áp bằng nhau, thì phát xung ở đầu ra để gửi sang tầng khuếch đại
- **Khâu tạo xung** có nhiệm vụ tạo xung phù hợp để mở thyristor. Xung để mở thyristor có yêu cầu: sườn trước dốc thẳng đứng, để đảm bảo yêu cầu thyristor mở tức thời khi có xung điều khiển (thường gặp loại xung này là xung kim hoặc xung chữ nhật); đủ độ rộng (với độ rộng xung lớn hơn thời gian mở của thyristor); đủ công suất; cách ly giữa mạch điều khiển với mạch động lực (nếu điện áp động lực quá lớn).

□ Dạng xung phù hợp để mở thyristor

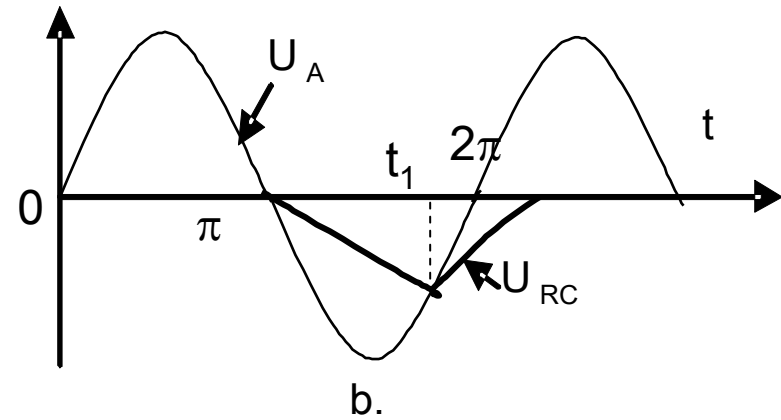
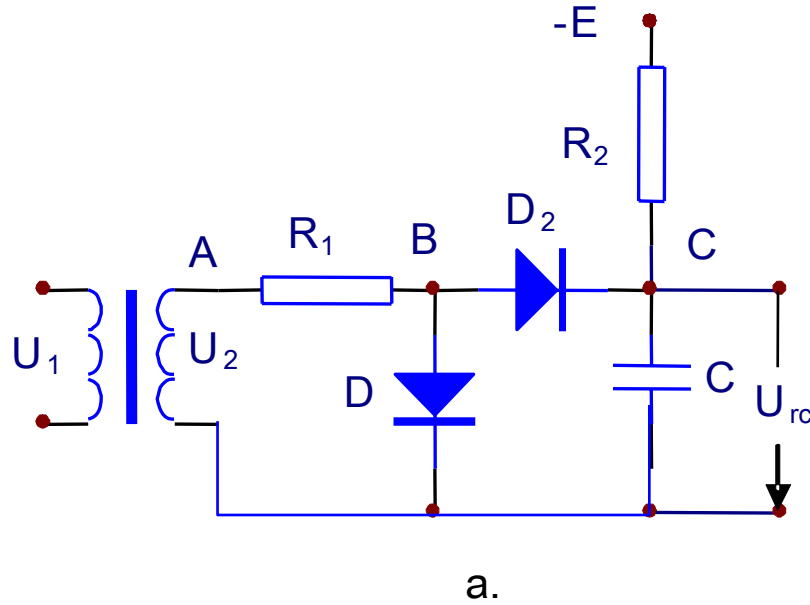


Sai

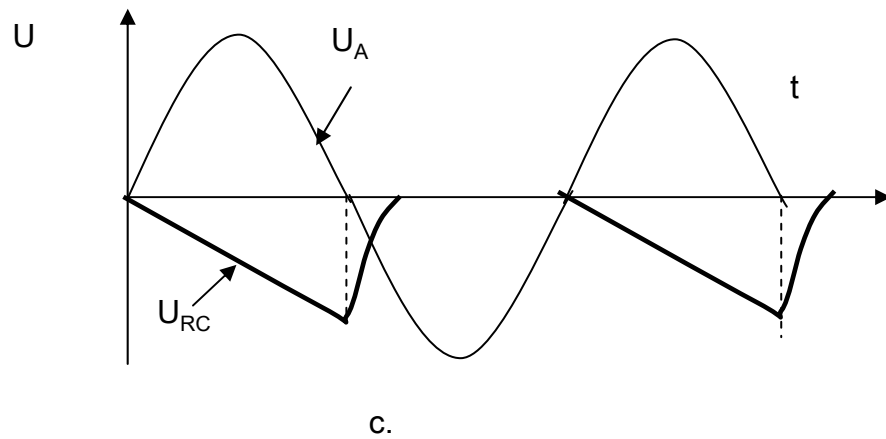
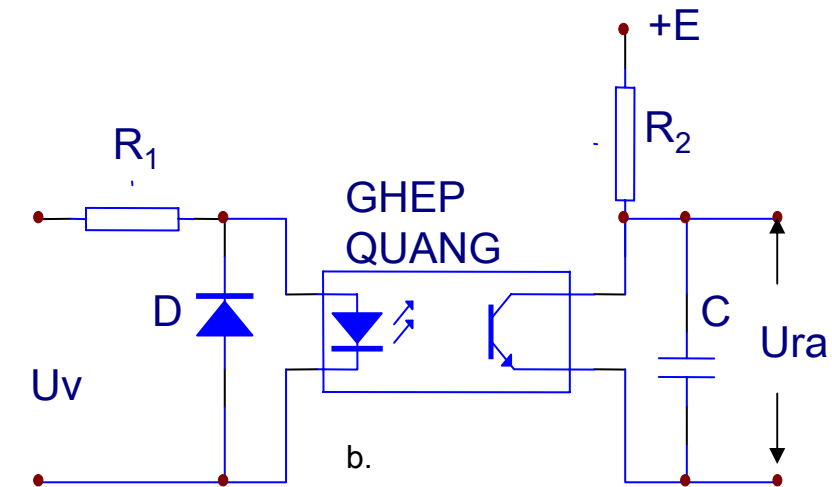
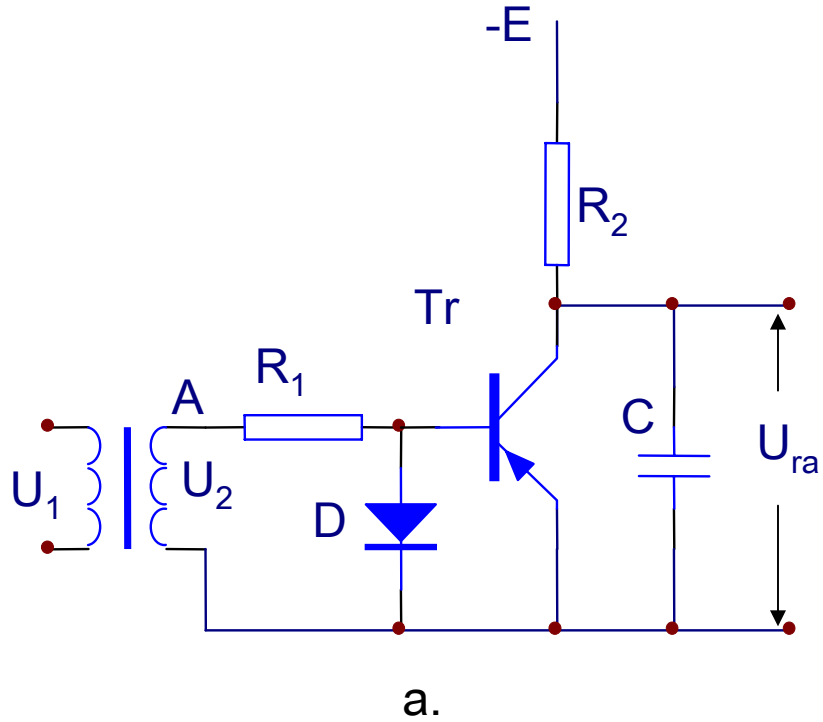
$t_x > t_m$; thường t_m trong khoảng $100 \square 200 \mu s$

Các khâu cơ bản

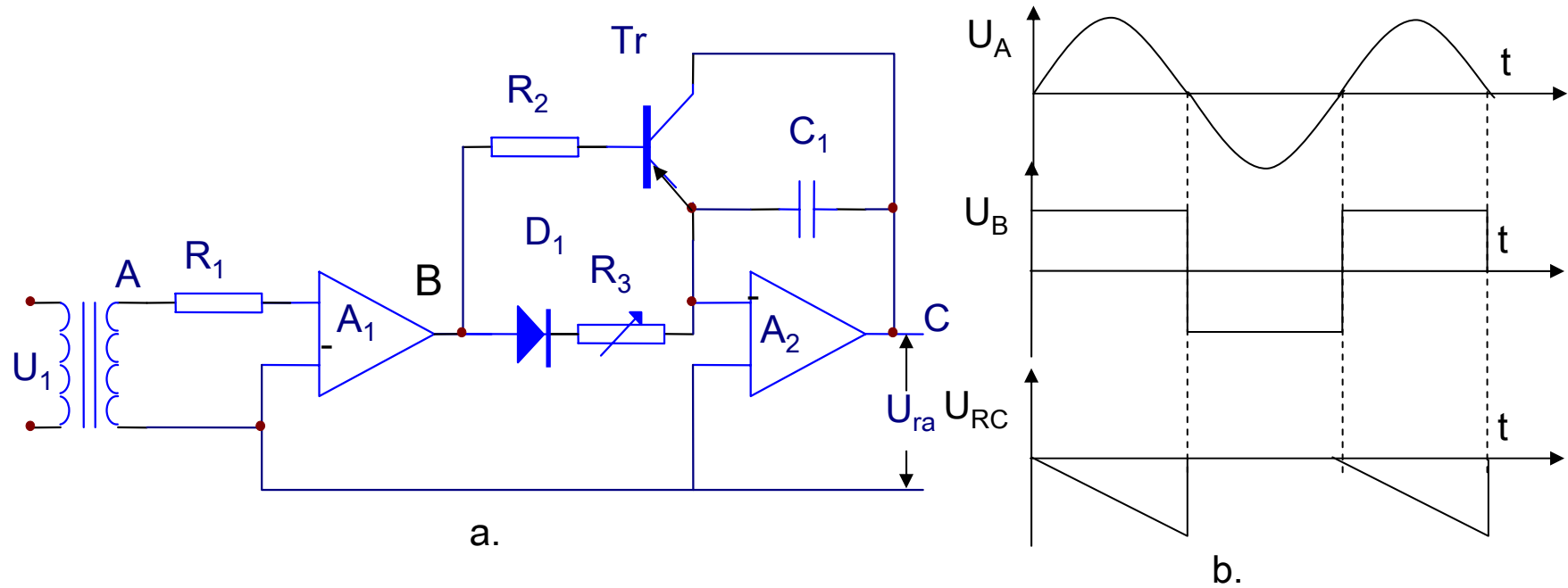
- Khâu đồng pha dùng diode và tụ



□ Đồng pha dùng tranzitor và tụ

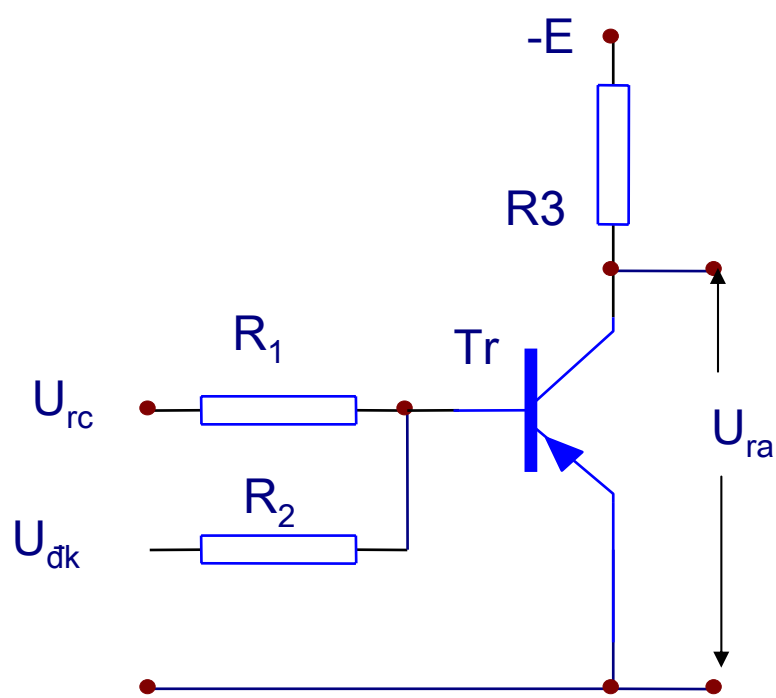


□ Đồng pha dùng khuếch đại tuyến tính

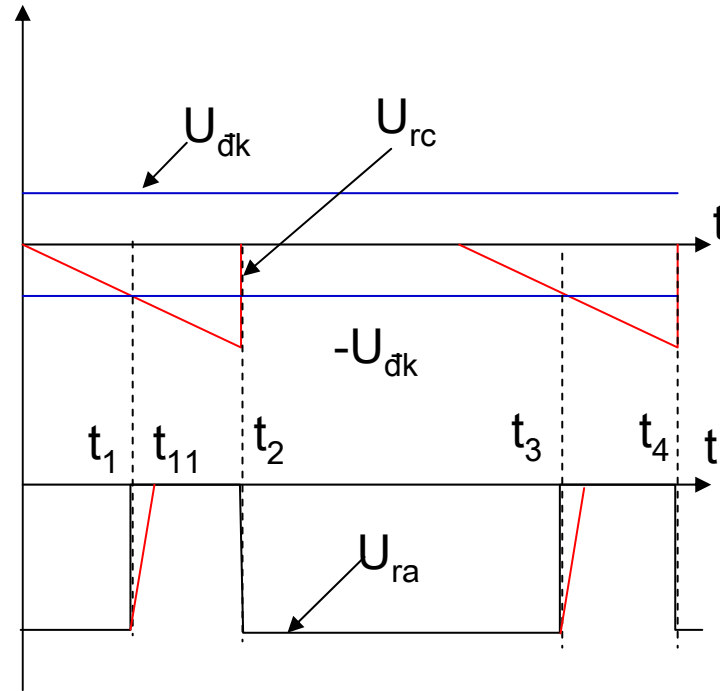


Khâu đồng pha dùng KĐTT.
a- sơ đồ; b- các đường cong điện áp các khâu.

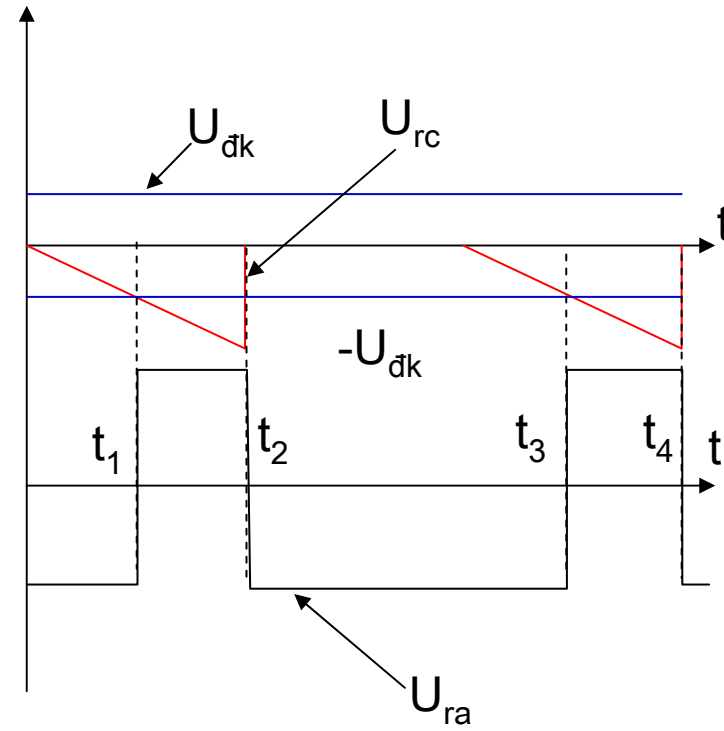
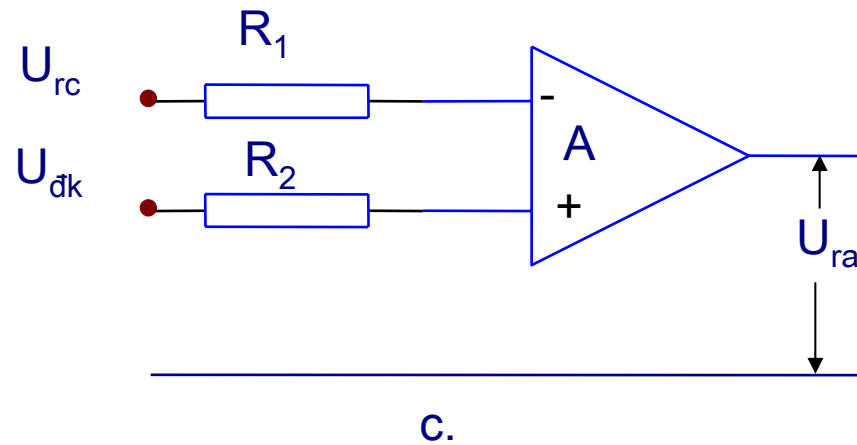
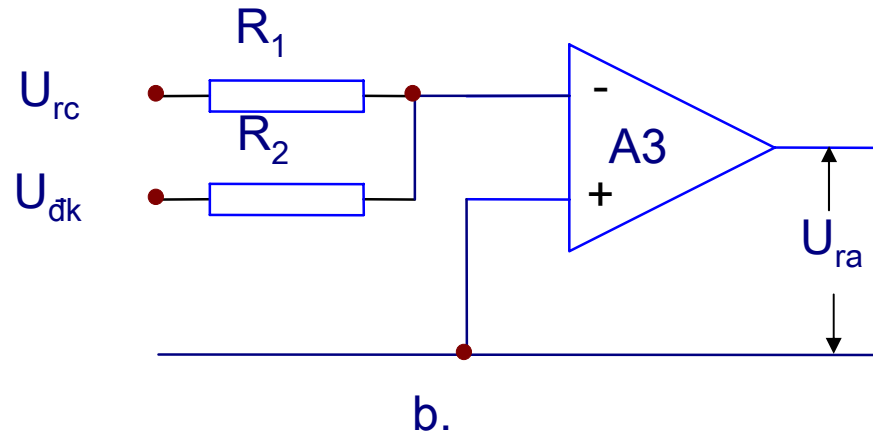
□ Khâu so sánh dùng tranzitor



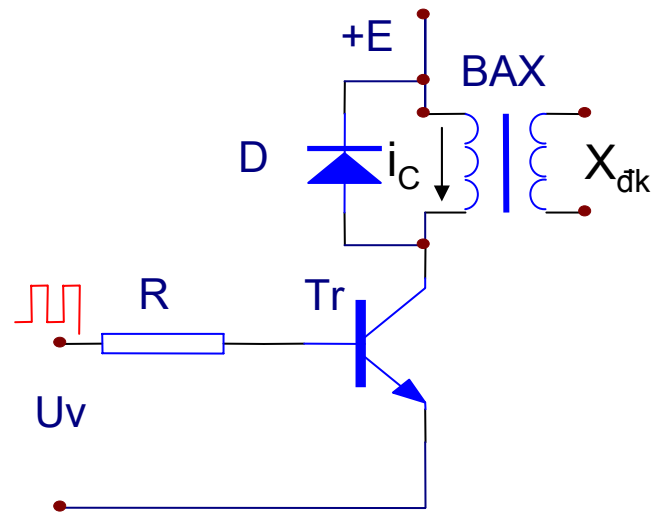
a.



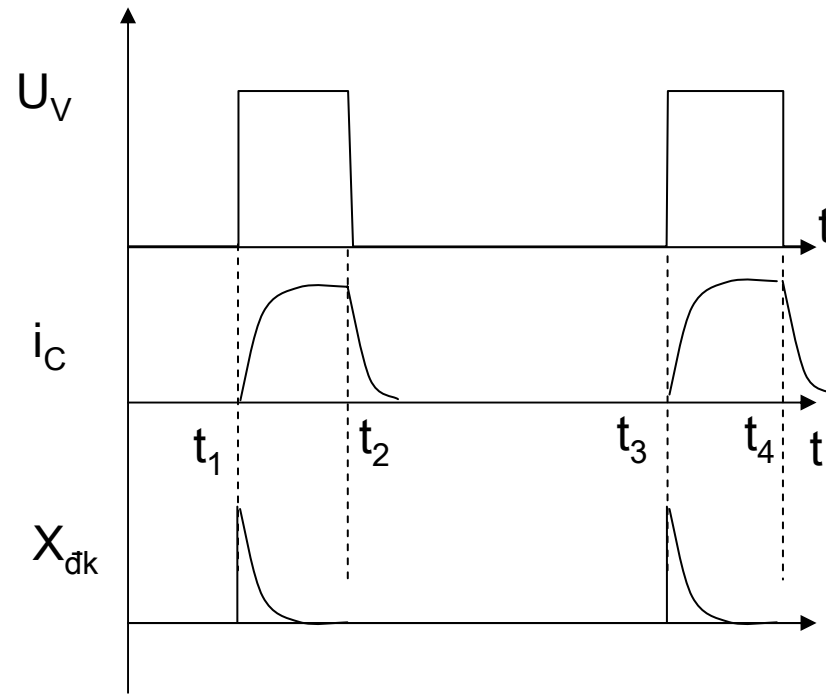
□ So sánh dùng KĐTT



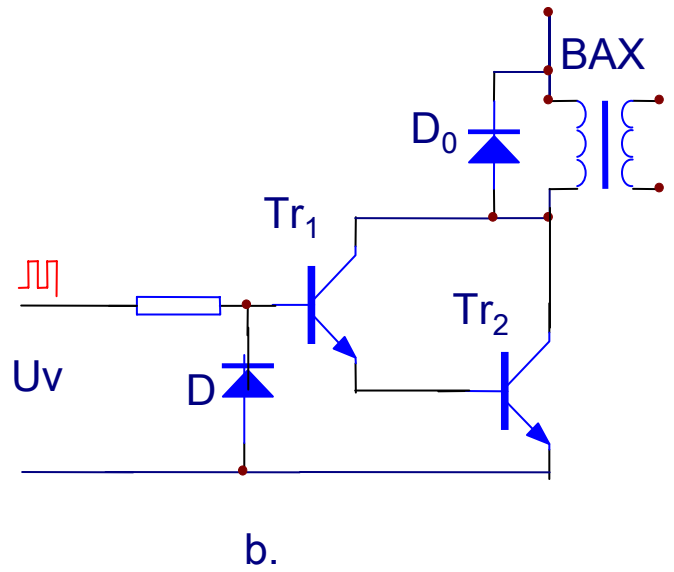
□ Khâu khuếch đại



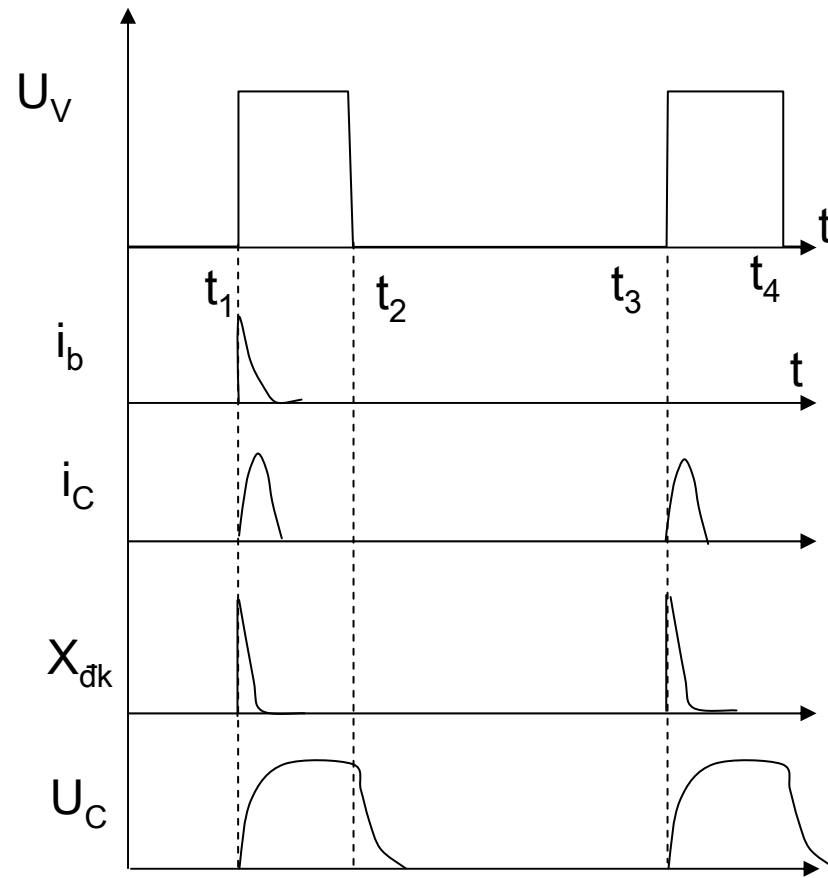
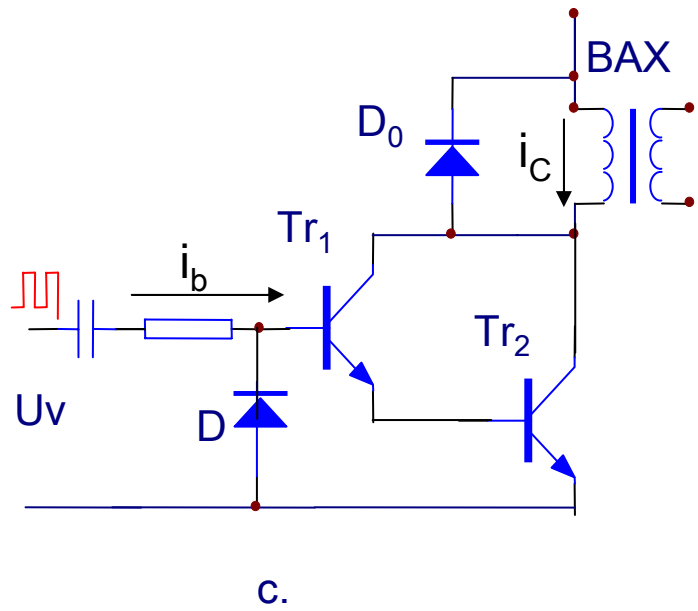
a.



□ Khâu so sánh với khuếch đại mắc darlington

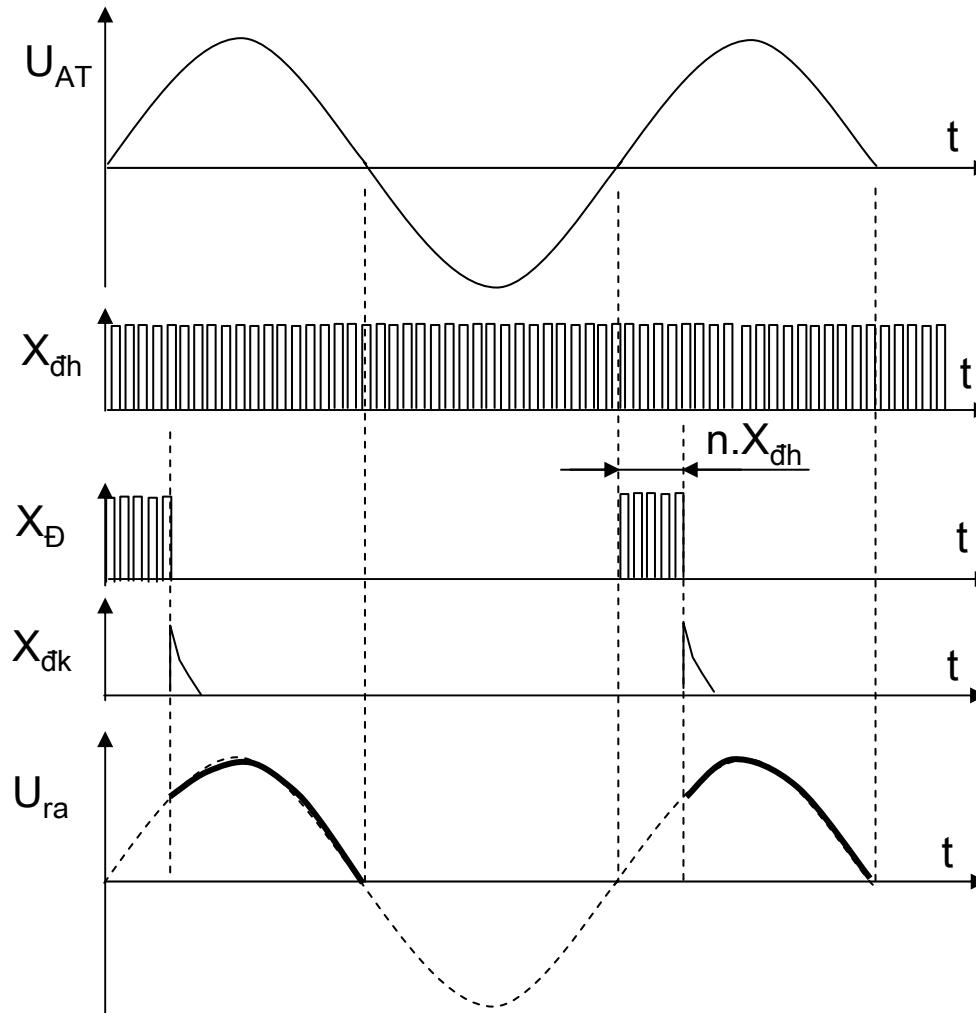


□ Sơ đồ có tụ ghép tầng

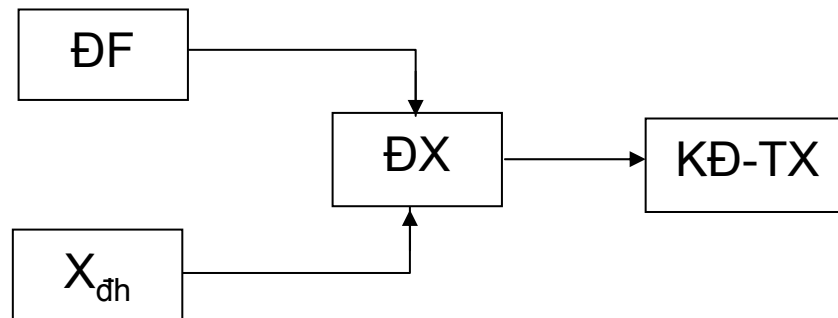


4.9.2. Thiết kế mạch điều khiển bằng mạch số.

□ Nguyên lí điều khiển

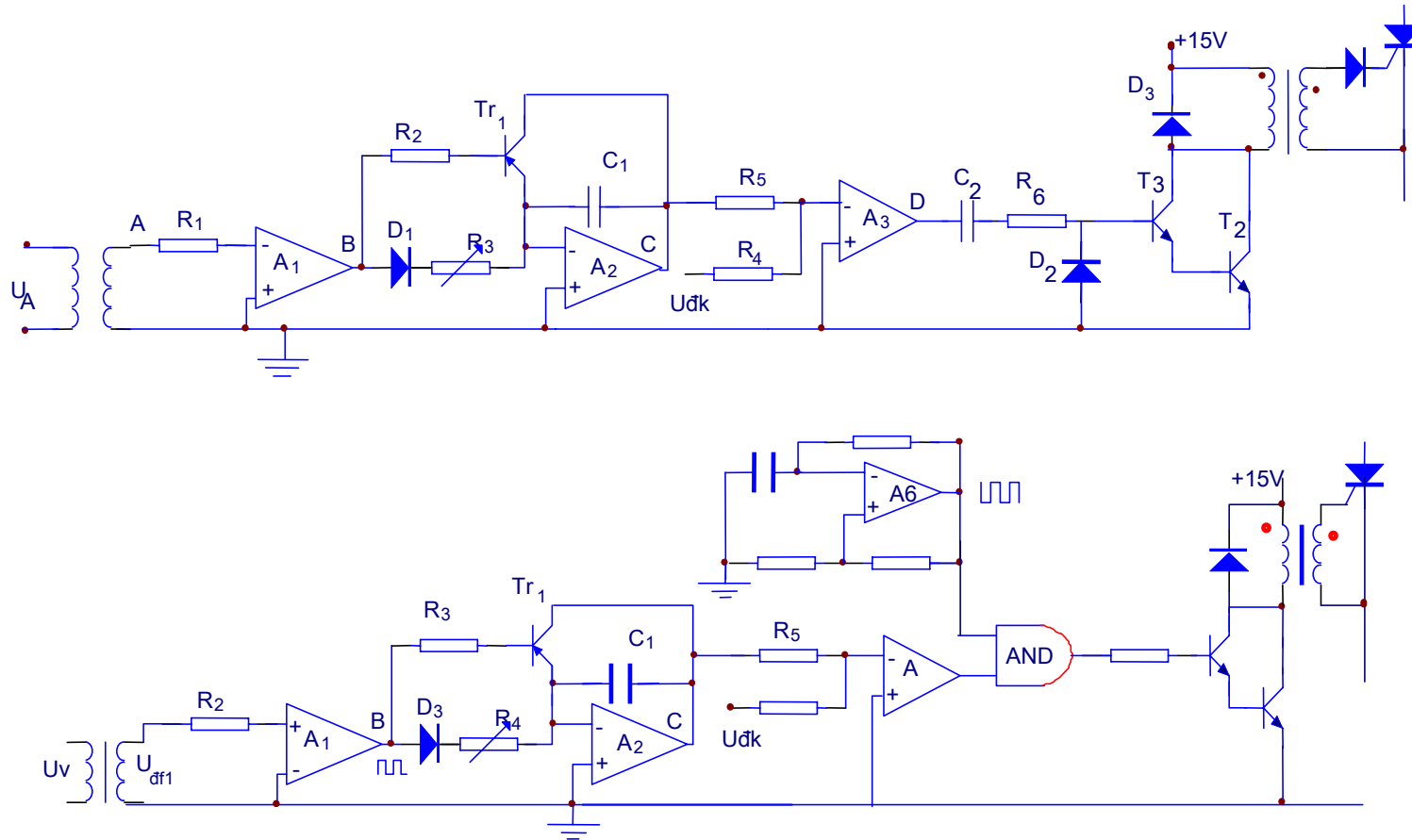


Sơ đồ khối mạch điều khiển bằng mạch số

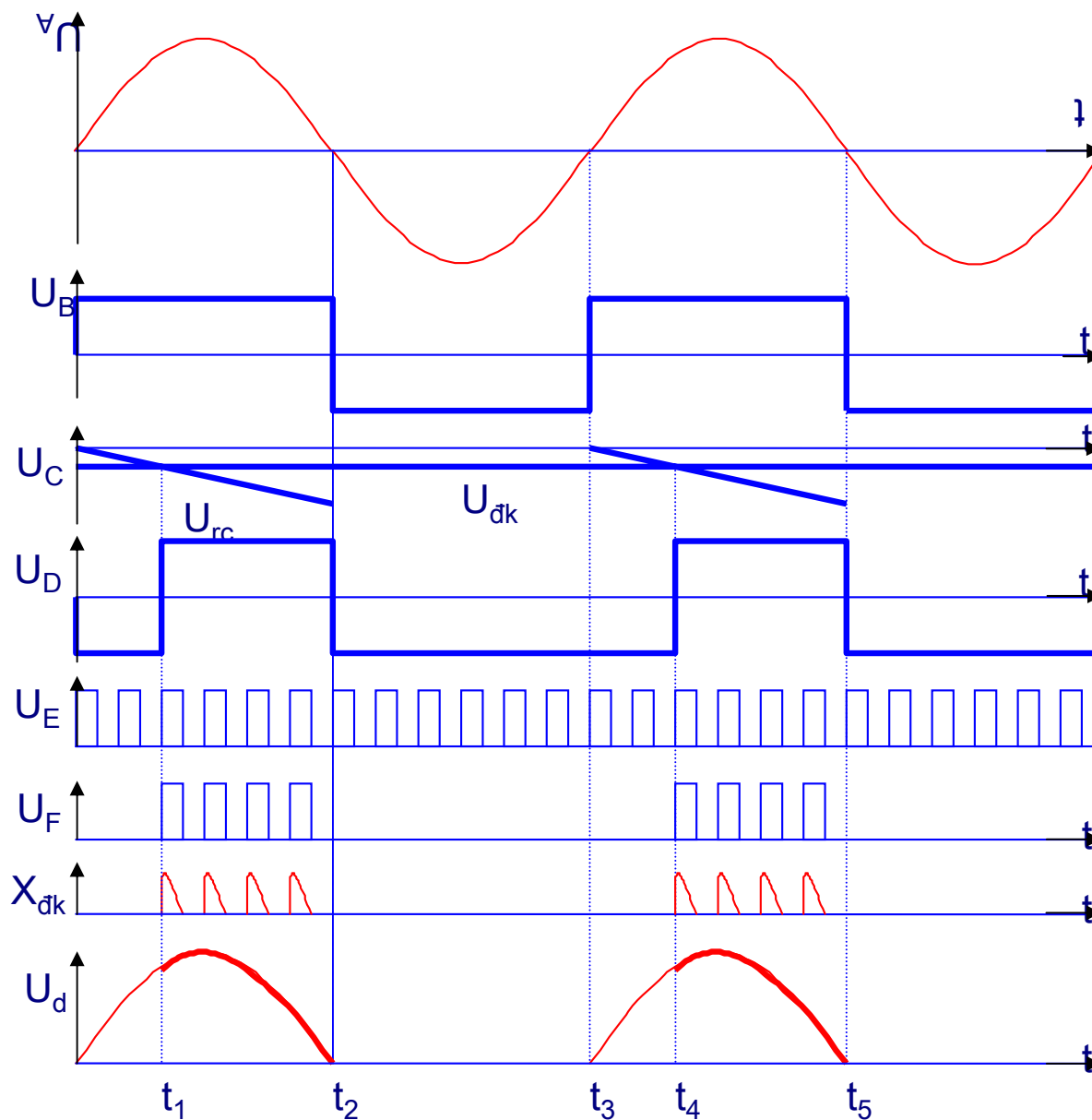


**Sơ đồ khối điều khiển thrysistor
trong mạch chỉnh lưu bằng mạch
số**

□ Sơ đồ ví dụ một mạch điều khiển

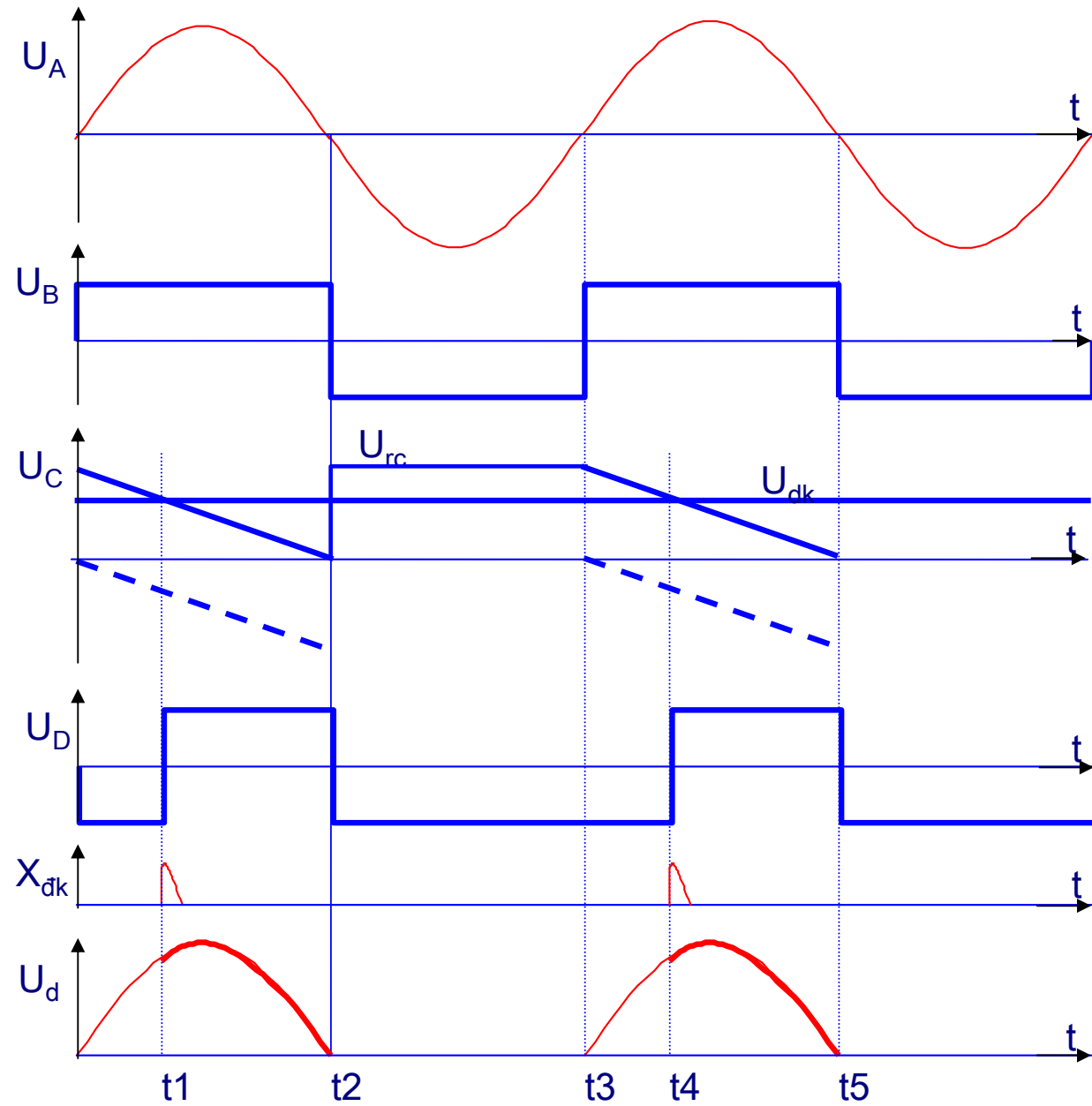


□ Nguyên lí hoạt động của sơ đồ



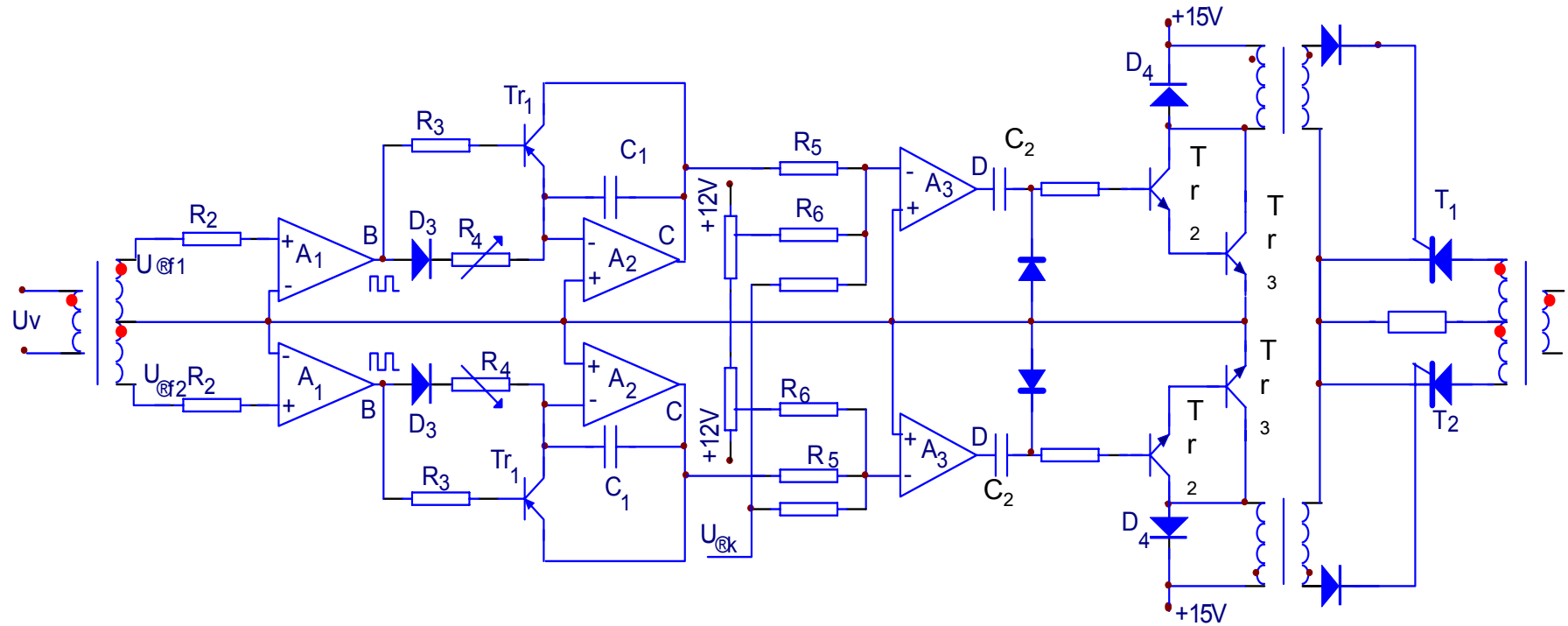
Giải đồ các đường cong mạch điều khiển.

□ Sơ đồ
không
chùm
xung



Giải đồ các đường cong mạch điều khiển

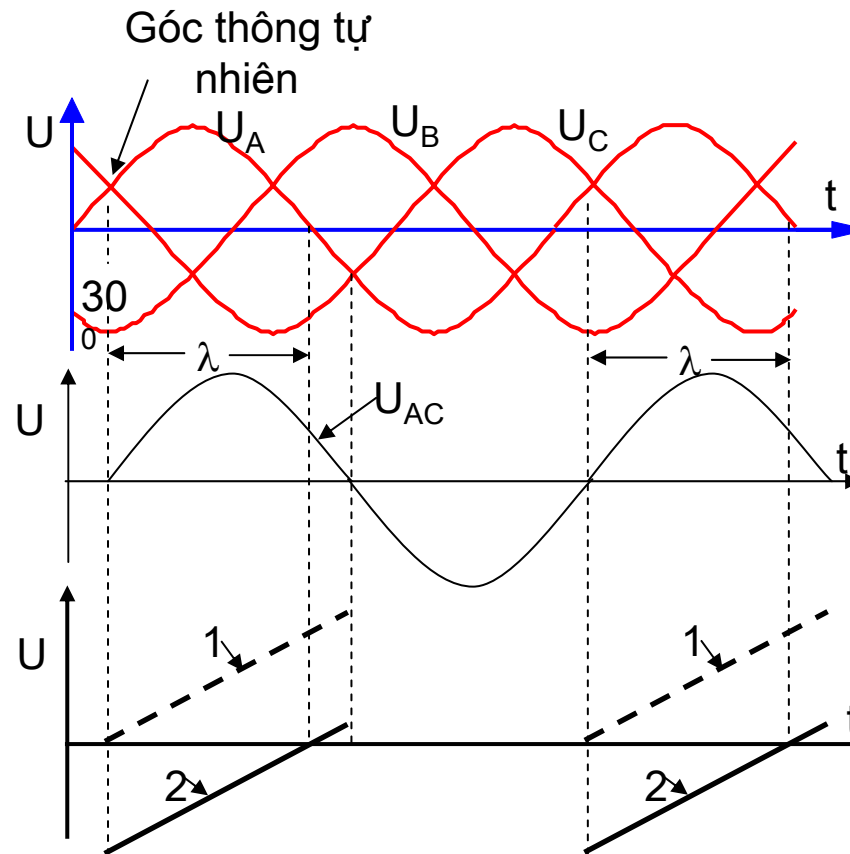
□ Ví dụ điều khiển chỉnh lưu hai nửa chu kì



Sơ đồ mạch điều khiển chỉnh lưu một pha cả chu kì

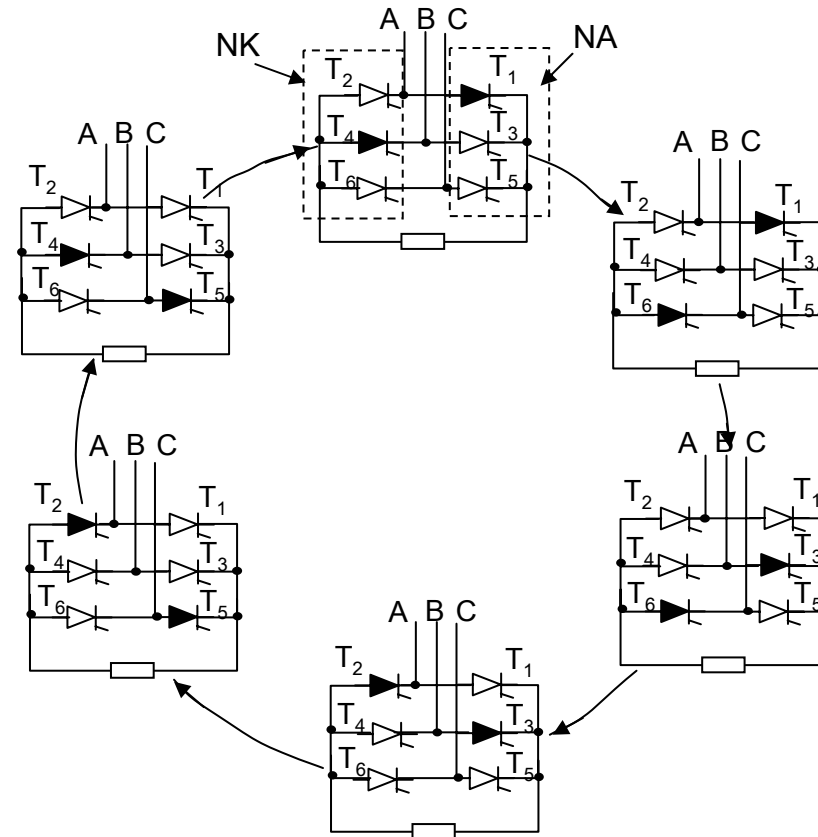
- Đặc điểm điều khiển chỉnh lưu tia ba pha
- Sự khác nhau giữa mạch điều khiển chỉnh lưu một pha với mạch chỉnh lưu ba pha chỉ ở điện áp đồng pha đưa vào. Góc thông tự nhiên của mạch chỉnh lưu ba pha dịch pha so với điện áp pha một góc là 30^0 (nếu lệnh mở thyristor trước thời điểm góc thông tự nhiên này thyristor không dẫn, vì thyristor pha trước đó đang dẫn, điện áp đang còn dương hơn). Do đó, điện áp tựa làm nền đưa vào để mở thyristor cũng cần dịch pha một góc 30^0 . Để dịch pha điện áp đồng pha đi một góc 30^0 cần nối biến áp đồng pha có sơ cấp nối tam giác. Khi đó điện áp thứ cấp mỗi pha biến áp trùng pha với điện áp dây (điện áp dây dịch pha so với điện áp pha một góc là 30^0 , U_{AC}).

□ Tạo điện áp đồng pha của chỉnh lưu tia ba pha



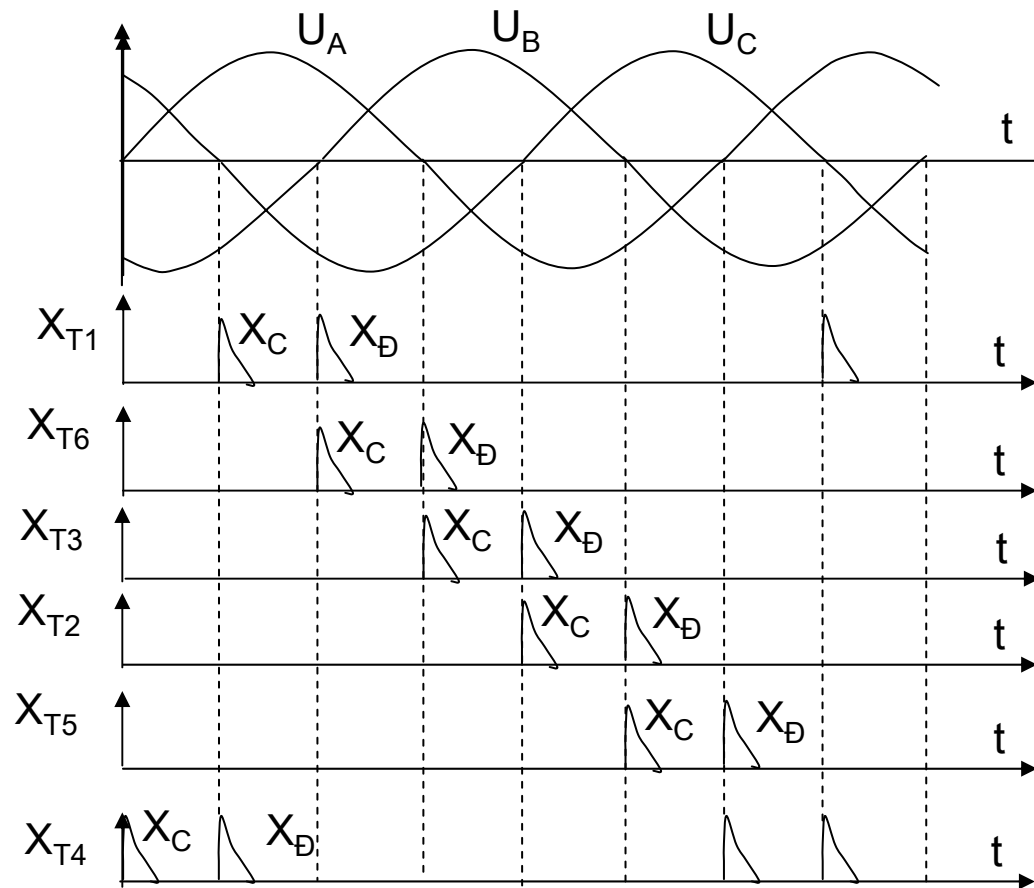
Xác định góc thông tự nhiên và khoảng dẫn của thrysistor trong chỉnh lưu ba pha.

- Đặc điểm điều khiển chỉnh lưu cầu ba pha
- Thứ tự cấp xung điều khiển như hình bên



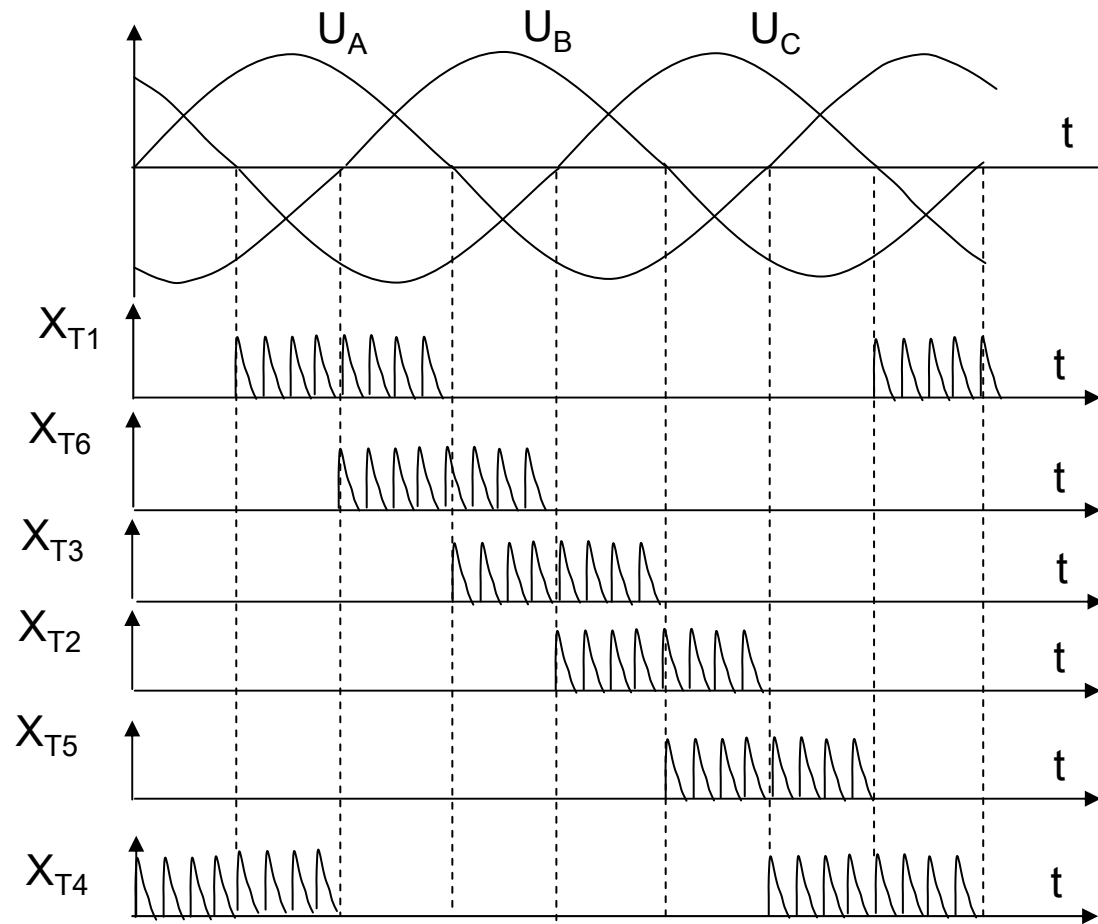
Đổi thứ tự dẫn của các thrysistor

□ Điều khiển
kiểu độn
xung điều
khiển



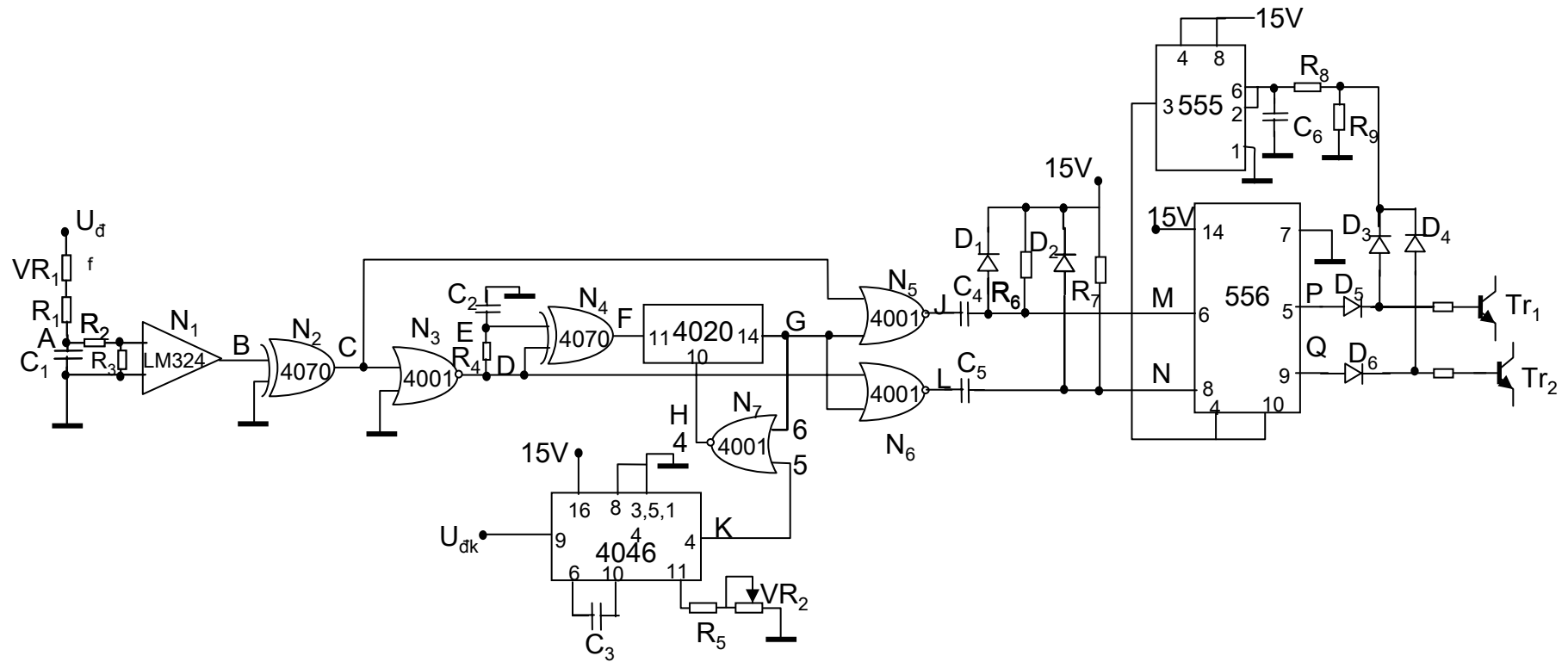
Cấp xung điều khiển chỉnh lưu cầu ba
pha đối xứng bằng cách độn xung điều
khiển

□ Điều
khiển
bằng
chùm
xung
điều
khiển

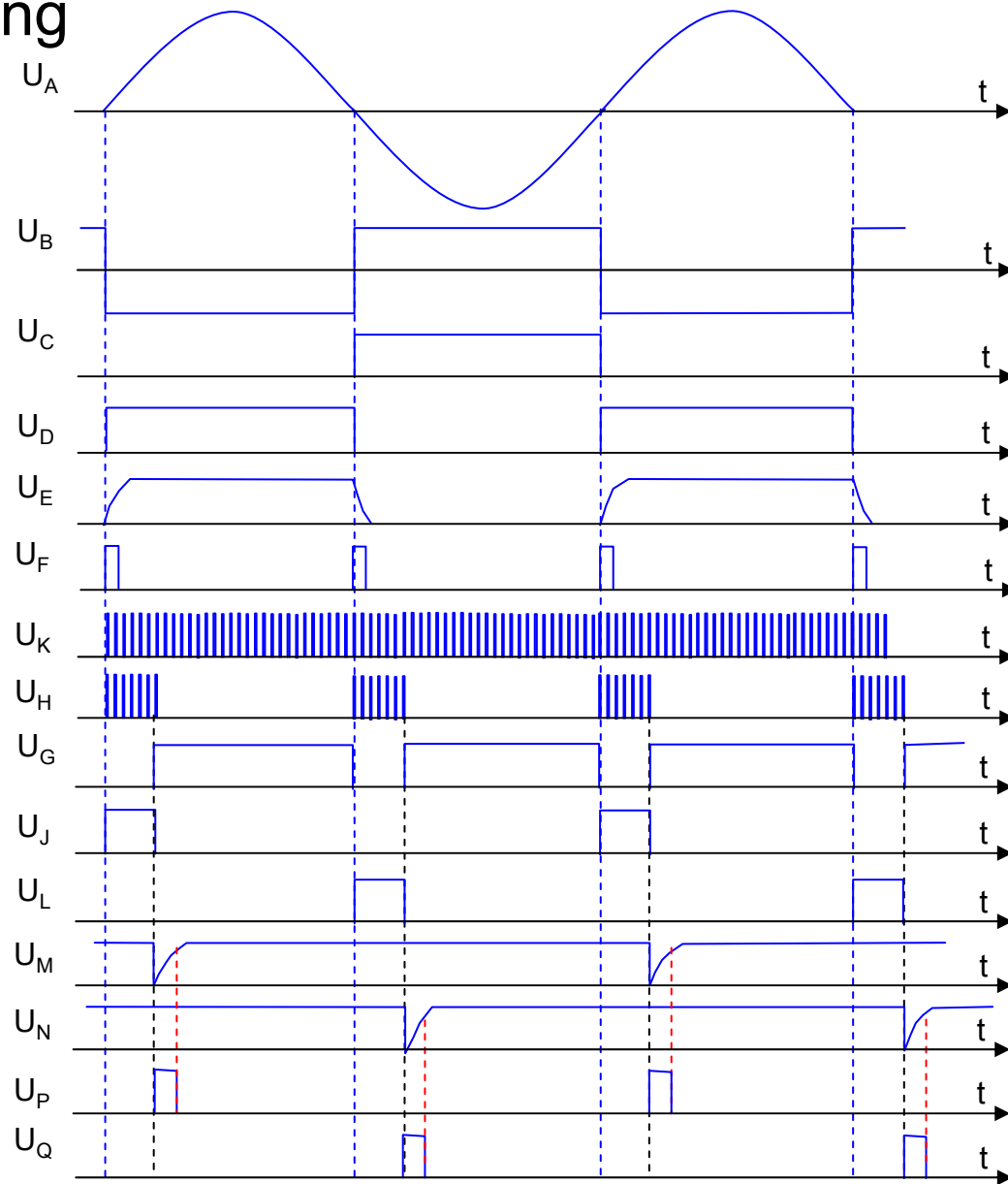


Cấp xung điều khiển chỉnh lưu cầu ba pha
đối xứng bằng chùm xung điều khiển

Sơ đồ ví dụ mạch điều khiển số



□ Giải đồ đường cong



- Điện áp hình sin U_A từ lưới điện cung cấp cho bộ chỉnh lưu, đồng thời cung cấp cho mạch điều khiển qua biến áp, đưa tới đầu vào của vi mạch so sánh (N1), đầu ra UB của N1 đưa tới cổng không đồng trị 4070 (N2), nhằm tạo điện áp UC một dấu. Phần tử NOR (N3) cùng với cổng không đồng trị N4 tạo ra tín hiệu UF đưa vào chân 11 của vi mạch 4020 làm tín hiệu RESET ở đầu mỗi nửa chu kỳ của sóng điện áp lưới của mỗi pha.
- Điện áp điều khiển ($U_{đk}$) được đưa vào chân 9 của vi mạch 4046 để tạo ra tín hiệu dao động UK với tần số cao ở chân 4, vi mạch 4046 làm việc ở chế độ VCO, tần số xung fx của điện áp đầu ra (UK) được điều khiển bằng điện áp VCO ($U_{đk}$). Như vậy tùy vào sự thay đổi điện áp $U_{đk}$ mà tần số fx của tín hiệu đầu ra UK cũng thay đổi theo. Điện trở nối vào chân 11 (R5, VR2) và tụ C3 nối giữa chân 6 và chân 7 quyết định dải tần số của tín hiệu UK, điện trở ở chân 11 từ $10K\Omega \div 1M\Omega$, tụ C3 có giá trị từ $50\mu F$ trở lên.

- Tín hiệu ra UK từ chân 4 của 4046 được đưa vào chân 10 (chân cp) của bộ đếm 4020 thông qua cổng NOR (N7) để làm tín hiệu đếm (UH).
- Khi bắt đầu chu kì điện áp, có tín hiệu RESET UF (tích cực ở mức cao) đưa tới chân 11 của bộ đếm sẽ xóa tất cả các trạng thái trước đó của các đầu ra về mức logic 0 vì thế chân 14 của 4020 (UG) cũng ở mức logic 0. Tín hiệu này UG được đưa tới phần tử NOR (N7) chờ sẵn. Khi tín hiệu vào thứ hai UK của phần tử NOR (N7) từ chân 4 của 4046 ở mức logic thấp thì điện áp ra UH của phần tử NOR (N7) ở mức cao, khi tín hiệu UK ở mức cao thì điện áp UH ở mức thấp. Như vậy qua phần tử NOR (N7) chùm xung từ đầu ra 4 của 4046 bị dịch pha đi một nửa chu kì xung. Chùm xung này được đưa vào chân 10 của bộ đếm, bộ đếm sẽ tiến hành đếm.

□ Đầu ra của bộ đếm được lấy ở chân 14 (O9). Vì vậy, khi bộ đếm đếm được 29 = 512 xung thì chân 14 (UG) của bộ đếm sẽ chuyển từ mức logic 0 lên mức logic 1, tín hiệu UG có mức logic cao này đưa lại chân 6 của phần tử NOR (N7), cho tín hiệu ra UH của N7 mức 0 khoá xung đưa vào bộ đếm 4020. Như vậy bộ đếm không nhận được xung đếm sẽ ngừng đếm và giữ mức logic 1 của UG tại đầu ra 14. UG được giữ ở mức logic cao cho đến khi có một tín hiệu RESET UF tiếp theo được đưa tới chân 11 của bộ đếm (bởi vì phần tử N7 đã khoá xung đầu vào của bộ đếm nên bộ đếm không thể tự động quay lại đếm khi không có tín hiệu rừ chân RESET, chỉ khi nào có tín hiệu RESET UF, đầu ra UG của bộ đếm mới chuyển về mức thấp và bộ đếm mới bắt đầu đếm lại từ đầu).

□ Như vậy, thời điểm mở thyristor được xác định khi đầu ra UG tại chân 14 của bộ đếm 4020 chuyển mức logic từ 0 lên 1. Thời gian để bộ đếm 4020 đếm được 29 để UG chuyển từ mức 0 lên mức 1 phụ thuộc vào tần số xung đầu vào, khi tần số xung càng lớn thì khoảng thời gian đếm càng nhỏ, nghĩa là góc mở α cũng nhỏ. Và ngược lại nếu tần số xung vào càng nhỏ thì khoảng thời gian đếm càng lớn dẫn đến góc mở α càng lớn, mà tần số đầu vào bộ đếm lại được điều khiển bởi điện áp Uđk. Vậy góc mở α phụ thuộc vào điện áp điều khiển (Uđk). Vì thế ta có thể khống chế góc mở α bằng điện áp điều khiển (Uđk).