

CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

I. Phân loại linh kiện bán dẫn theo khả năng điều khiển:

Các linh kiện bán dẫn công suất trong lĩnh vực điện tử công suất có 2 chức năng cơ bản: *đóng và ngắt dòng điện đi qua nó.*

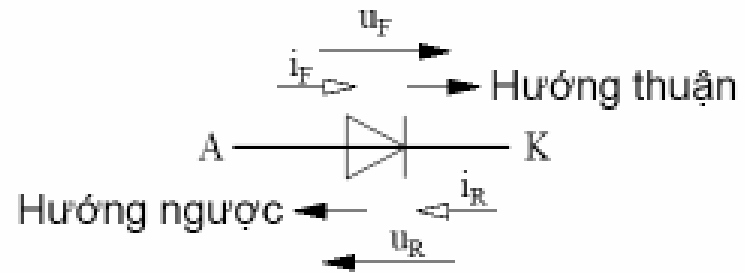
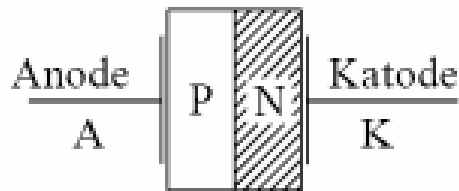
Các linh kiện bán dẫn công suất theo chức năng đóng ngắt dòng điện và theo khả năng điều khiển các chức năng này có thể chia ra làm 03 nhóm chính:

- Nhóm 1: gồm các linh kiện không điều khiển như diode, diac;
- Nhóm 2: gồm các linh kiện điều khiển kích đóng được như Thyristor, triac;
- Nhóm 3: gồm các linh kiện điều khiển kích ngắt được như Transistor (BJT, MOSFET, IGBT), GTO.

CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

II. Diode:

1. Cấu tạo, hoạt động:



R: reverse – ngược

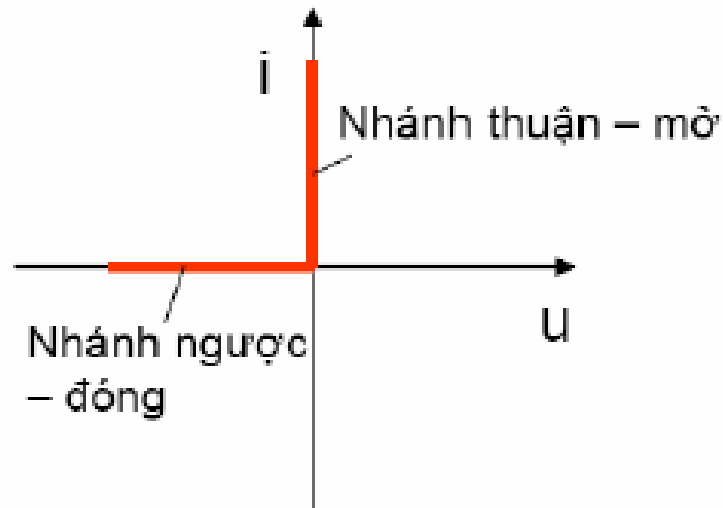
F: forward – thuận

CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

2. Đặc tính V – A

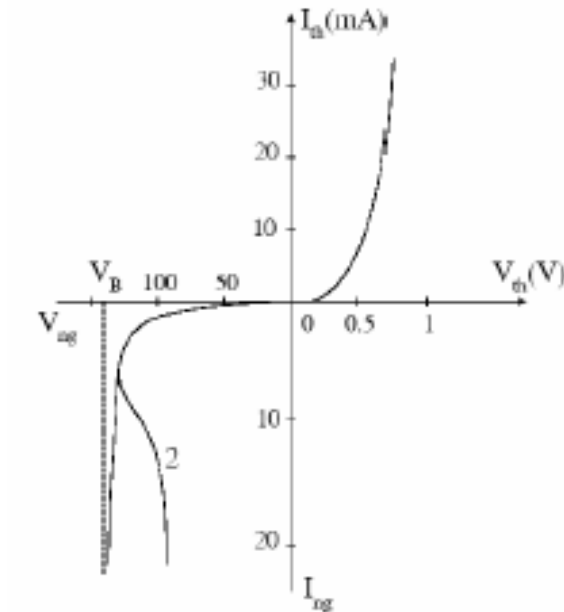
a. Diode lý tưởng

Hai trạng thái: mở – đóng



CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

b. Diode thực tế



CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

Diode thực tế: IDB30E60 – Infineon Technologies

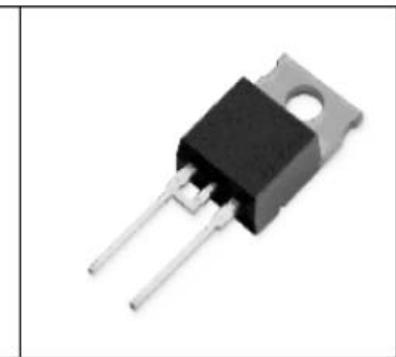
Product Summary

V_{RRM}	600	V
I_F	30	A
V_F	1.5	V
T_{jmax}	175	°C

P-TO220-3.SMD



P-TO220-2-2.

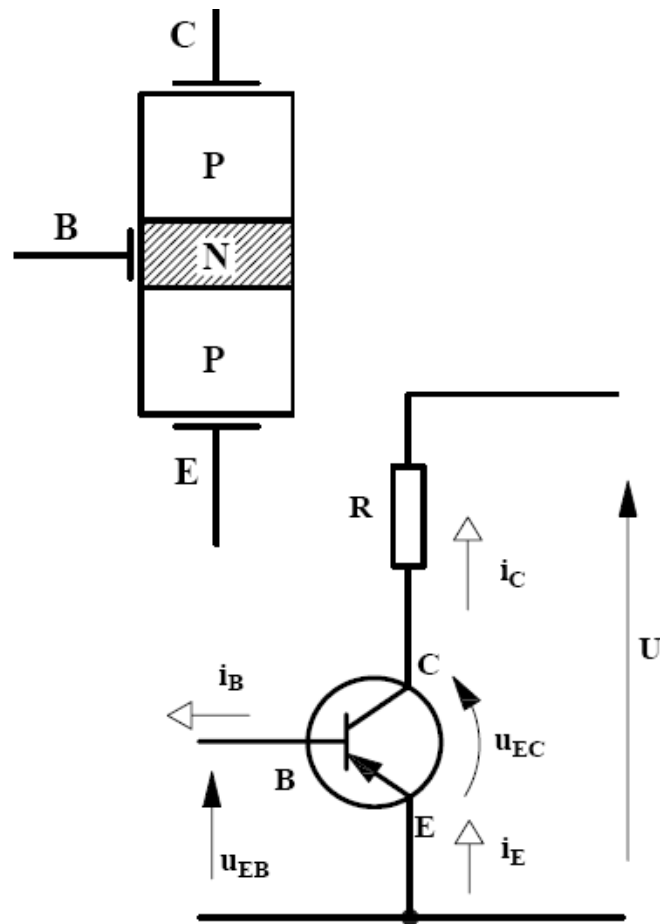
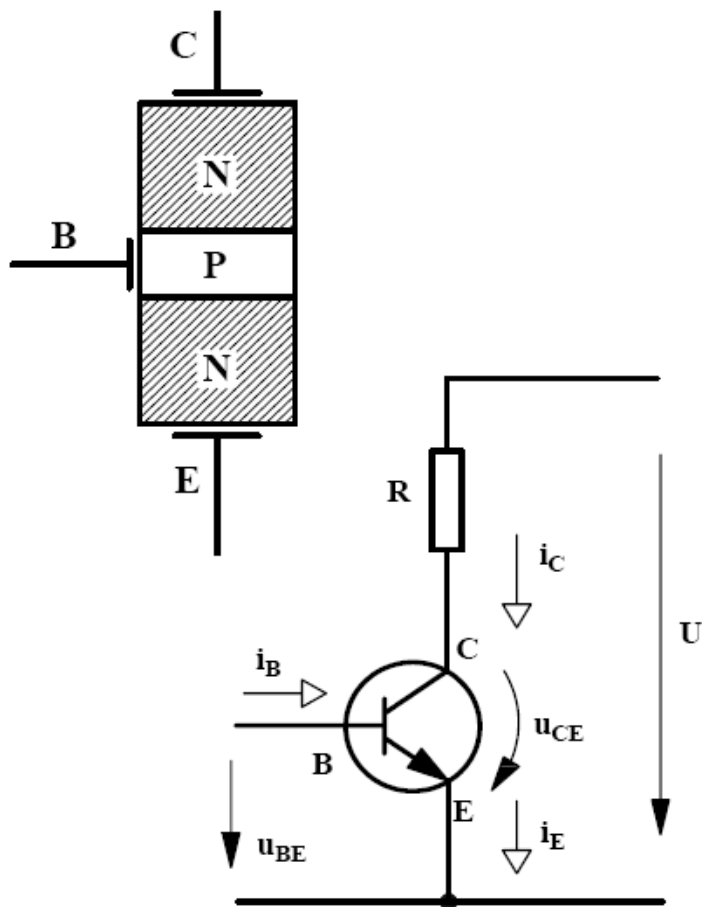


Type	Package	Ordering Code	Marking	Pin 1	PIN 2	PIN 3
IDP30E60	P-TO220-2-2.	Q67040-S4488	D30E60	C	A	-
IDB30E60	P-TO220-3.SMD	Q67040-S4376	D30E60	NC	C	A

CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

III. Transistor lưỡng cực (BJT) Bipolar Junction Transistor

1. Cấu tạo, hoạt động:



CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

- Điện áp: áp thuận $U_{CE} > 0$

Có thể khoá điện áp $10^1 \div 10^2$ V

- Dòng điện: có thể điều khiển dòng điện từ vài chục đến vài trăm ampe ($10^1 \div 10^2$ A)

- Tần số fsw cao nhất > 20 KHz

BJT là loại linh kiện điều khiển hoàn toàn (đóng ngắt)

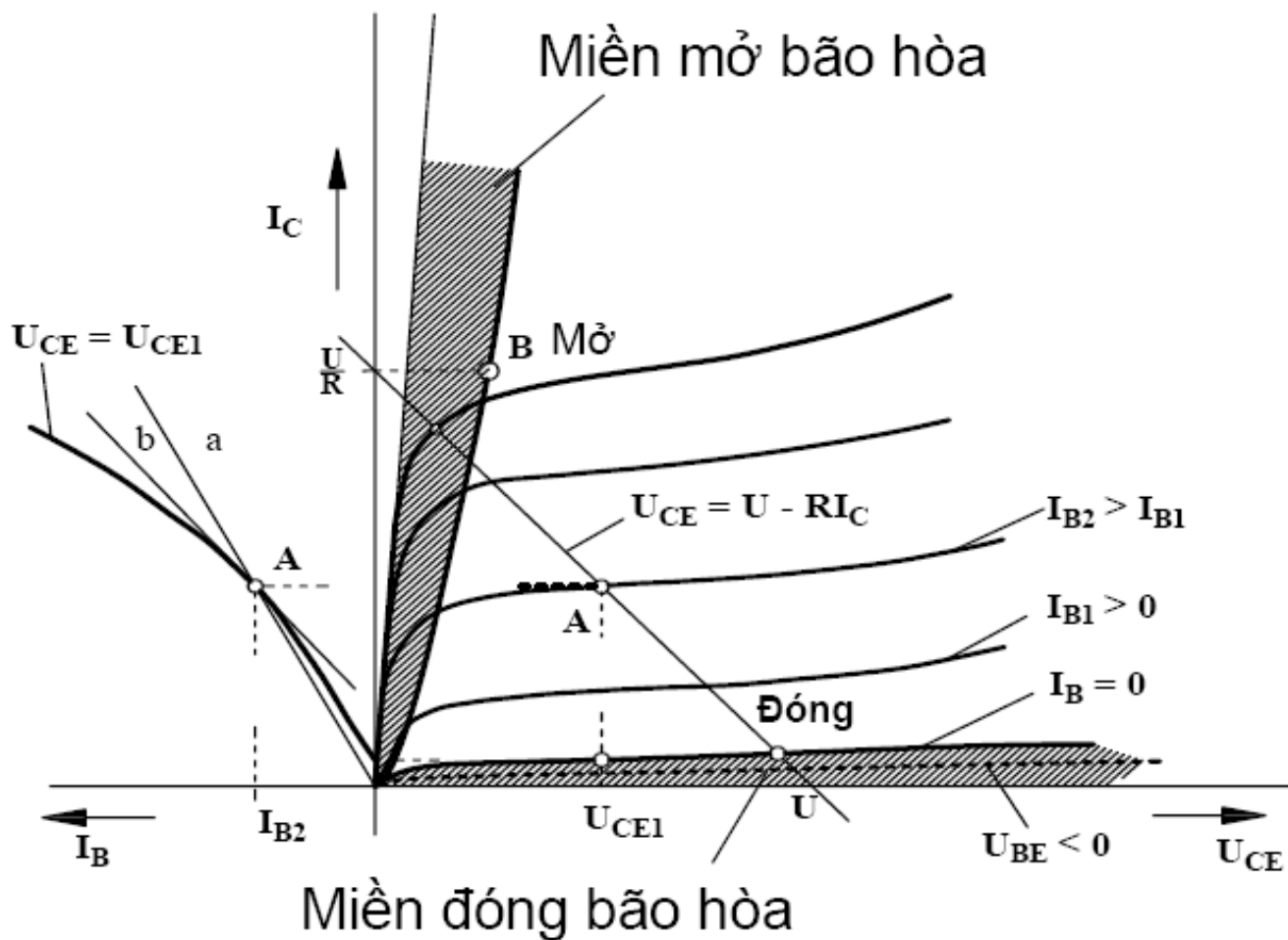
Tín hiệu dòng I_B có 2 đặc điểm:

+ Liên tục.

+ Phải đủ lớn ($I_B > I_{B \text{ min}}$)

CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

2. Đặc tuyến Volt – Ampe



CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

Trong vùng chứa các đặt tuyến ngõ ra, ta phân biệt vùng nghịch, vùng bảo hoà và vùng tích cực.

+ **Vùng nghịch:** đặt tuyến ngõ ra với thông số $I_B = 0$ nằm trong vùng này. Transistor ở chế độ ngắt. Dòng i_{CO} có giá trị nhỏ đi qua transistor và tải. Khi $U_{BE} < 0$ độ lớn dòng i_{CO} .

+ **Vùng bảo hoà:** Nếu như điểm làm việc nằm trong vùng bảo hoà transistor sẽ đóng, dòng i_C dẫn và điện thế U_{CE} đạt giá trị U_{CESAT} nhỏ không đáng kể (khoảng $1 \div 2$ V). Điện thế U_{CESAT} gọi là điện thế bảo hoà.

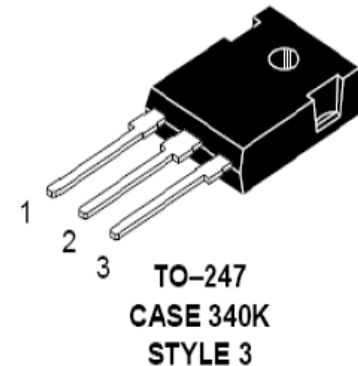
+ **Vùng tích cực:** là vùng mà transistor hoạt động tích cực, tương ứng với các giá trị làm việc $u_{CE} > u_{CESAT}$ và dòng i_C . Mỗi quan hệ giữa hai đại lượng này phụ thuộc vào tải và dòng i_B .

CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

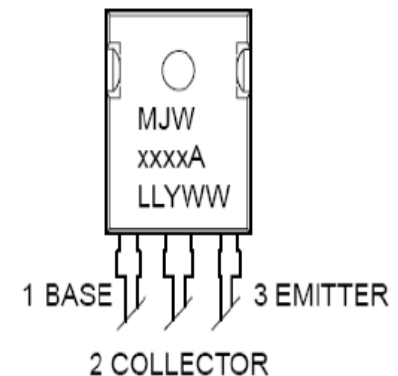
Transistor thực tế - MJW3281A (NPN) – ON Semiconductor

MAXIMUM RATINGS ($T_J = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
Collector–Emitter Voltage	V_{CEO}	230	Vdc
Collector–Base Voltage	V_{CBO}	230	Vdc
Emitter–Base Voltage	V_{EBO}	5.0	Vdc
Collector–Emitter Voltage – 1.5 V	V_{CEX}	230	Vdc
Collector Current – Continuous – Peak (Note 1)	I_C	15 25	Adc
Base Current – Continuous	I_B	1.5	Adc
Total Power Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate Above 25°C	P_D	200 1.43	Watts W/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	-65 to +150	$^\circ\text{C}$



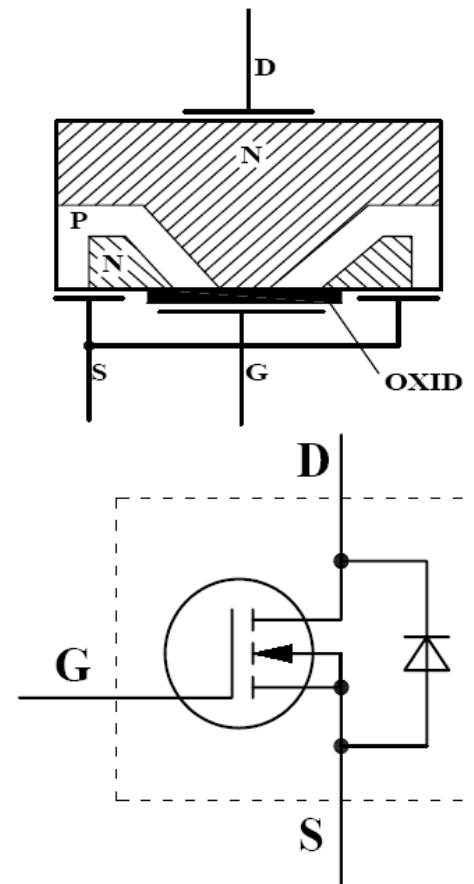
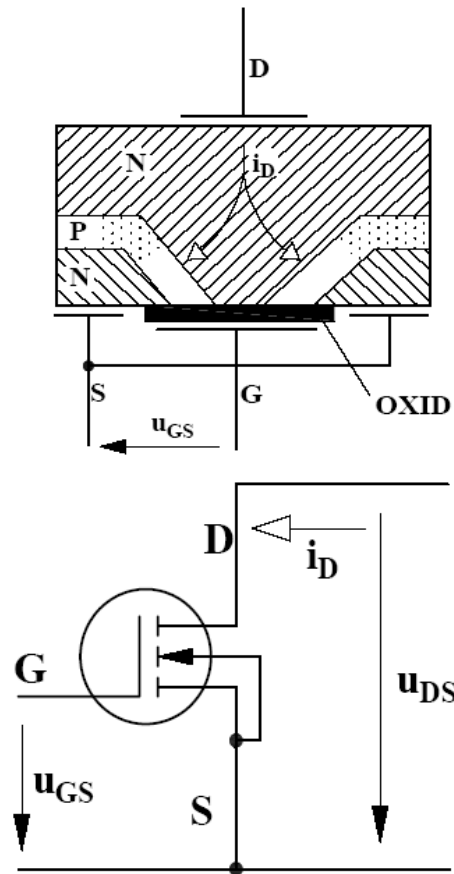
MARKING DIAGRAM



CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

IV. Transistor trường MOSFET

(Metal Oxid Semiconductor Field Effect Transistor)



CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

MOSFET ở trạng thái ngắt khi điện áp cổng thấp hơn giá trị UGS

Một số đặc điểm:

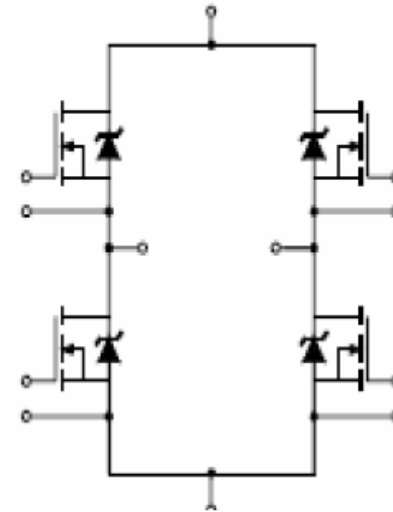
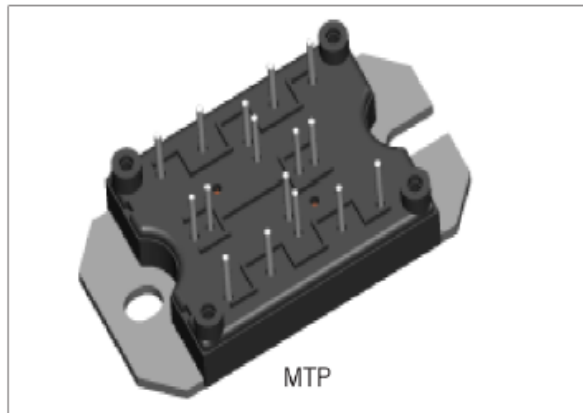
Áp điều khiển được điện áp $10^1 \div 10^2$ V

Dòng điện: có thể điều khiển dòng điện đến vài chục ampe

Tần số fsw cao nhất >20KHz

CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

MOSFET thực tế - 19MT050XF – International Rectifier

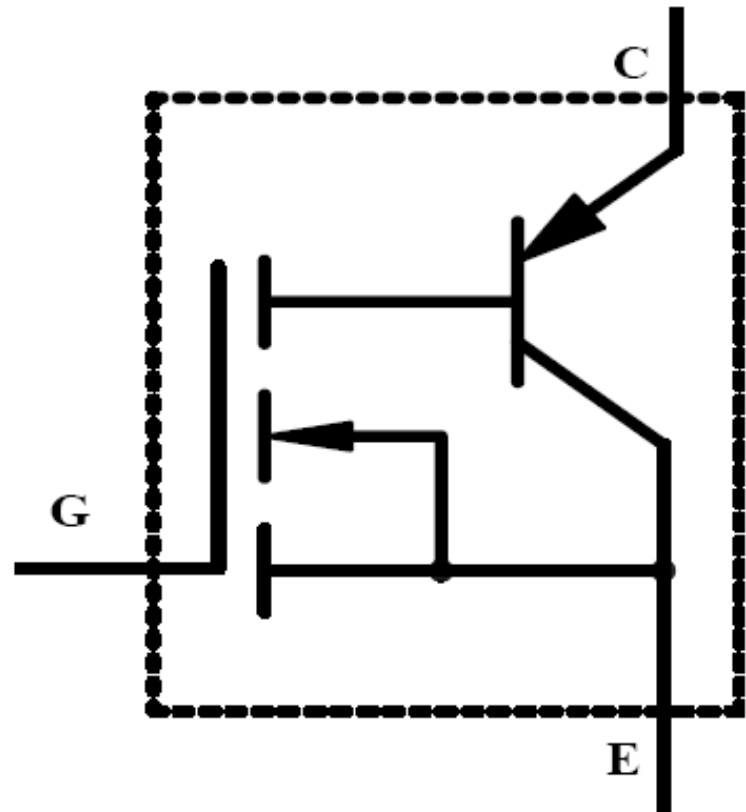
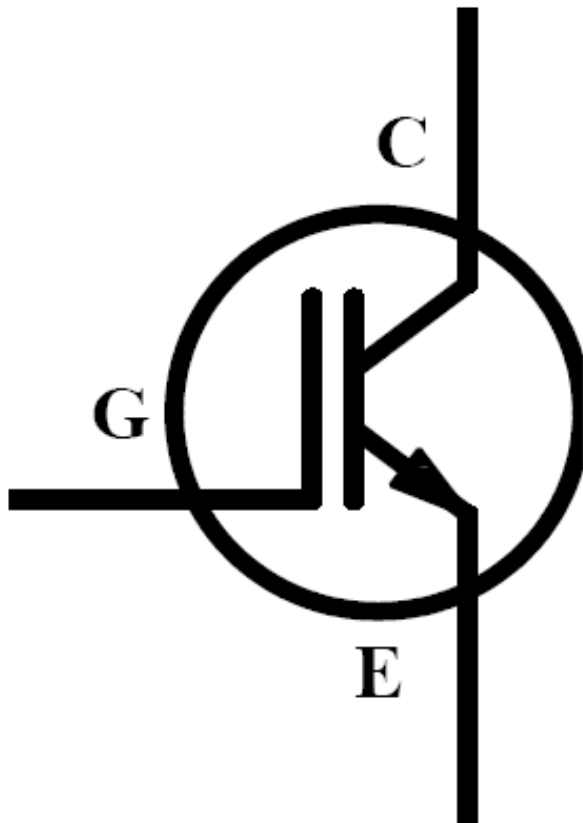


Absolute Maximum Ratings

Parameters			Max	Units
I_D	Continuous Drain Current @ $V_{GS} = 10V$	@ $T_C = 25^\circ C$	31	A
		@ $T_C = 100^\circ C$	19	
I_{DM}	Pulsed Drain Current (1)		124	
P_D	Maximum Power Dissipation	@ $T_C = 25^\circ C$	1140	W
		@ $T_C = 100^\circ C$	456	
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage		± 30	V
V_{ISOL}	RMS Isolation Voltage, Any Terminal to Case, $t = 1$ min		2500	
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt (3)		15	V/ ns

CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

V. Transistor lưỡng cực cổng cách ly - IGBT Insulated Gate Bipolar Transistor



CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

IGBT có những ưu điểm của BJT và MOSFET

- Điện áp: áp thuận $U_{CE} > 0$

Có thể khoá điện áp $\div 1200 \text{ V}$

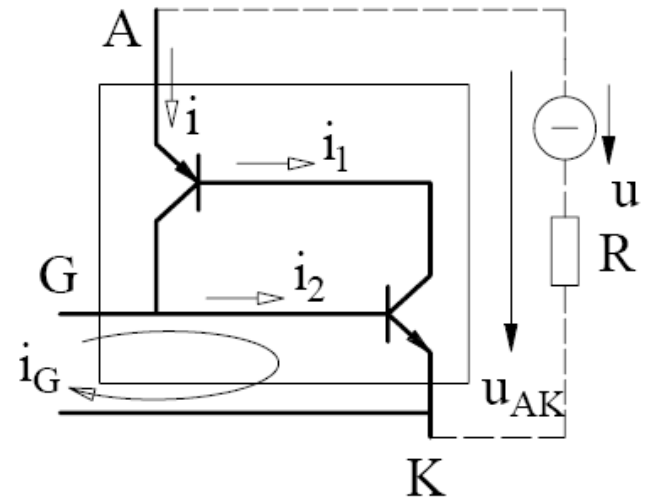
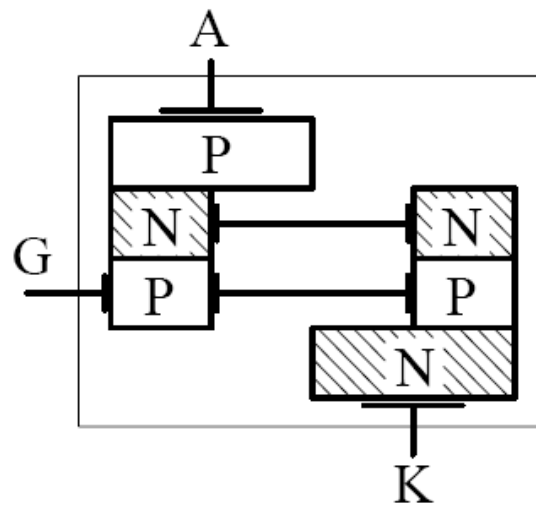
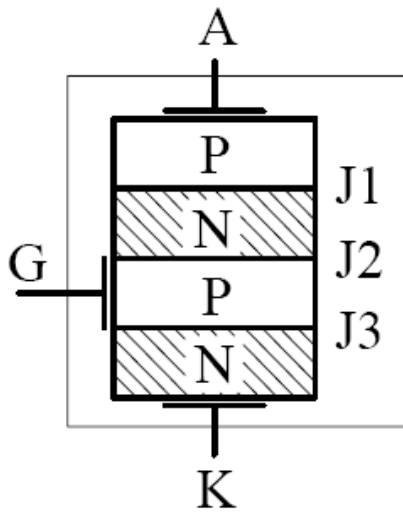
- Dòng điện: có thể điều khiển dòng điện $> 1\text{KA}$

- Tần số fsw cao nhất $> 20\text{KHz}$

CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

VI. Thyristor

1. Cấu tạo – Hoạt động:

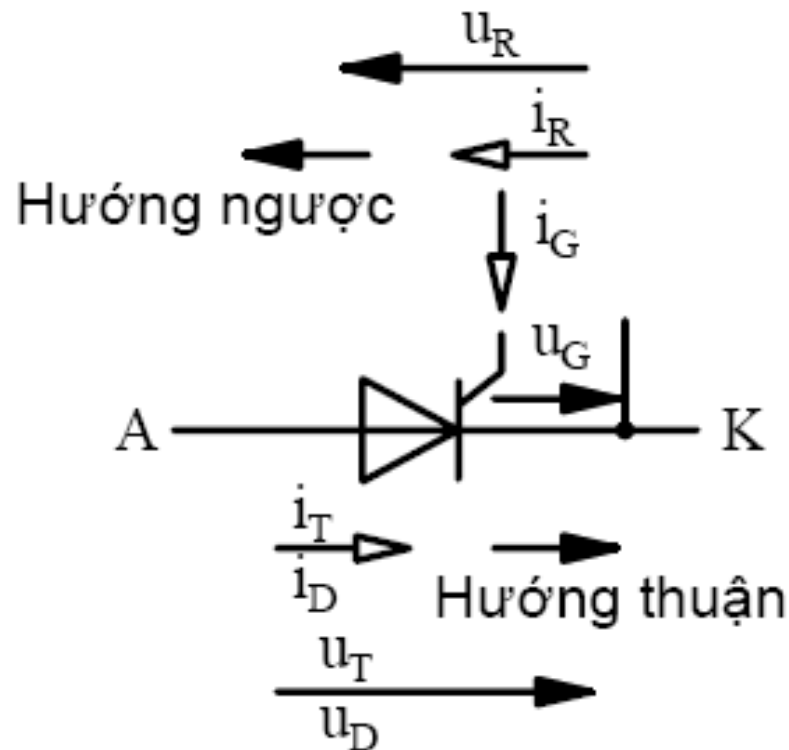


CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

Thyristor có 3 trạng thái làm việc:

- Mở
- Đóng
- Khóa

Ký hiệu:



CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

Điều kiện để mở Thyristor

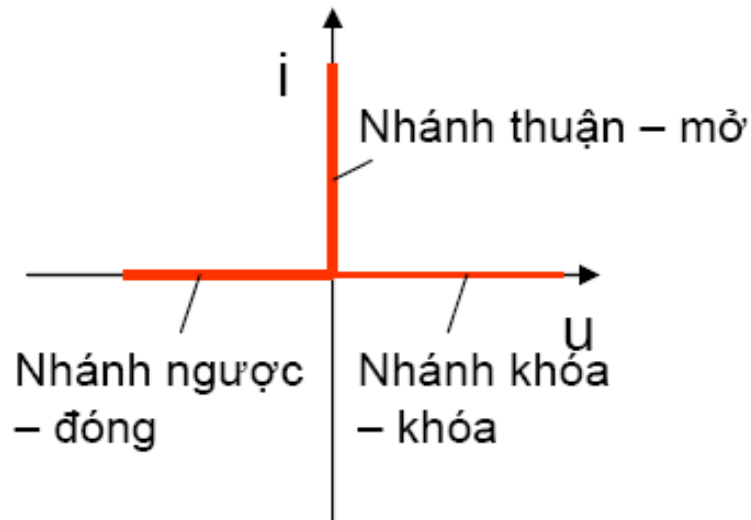
- $U_{AK} > 0$
- Xung điều khiển đưa vào cực điều khiển.

Điều kiện để đóng Thyristor

Đặt điện áp ngược lên A – K

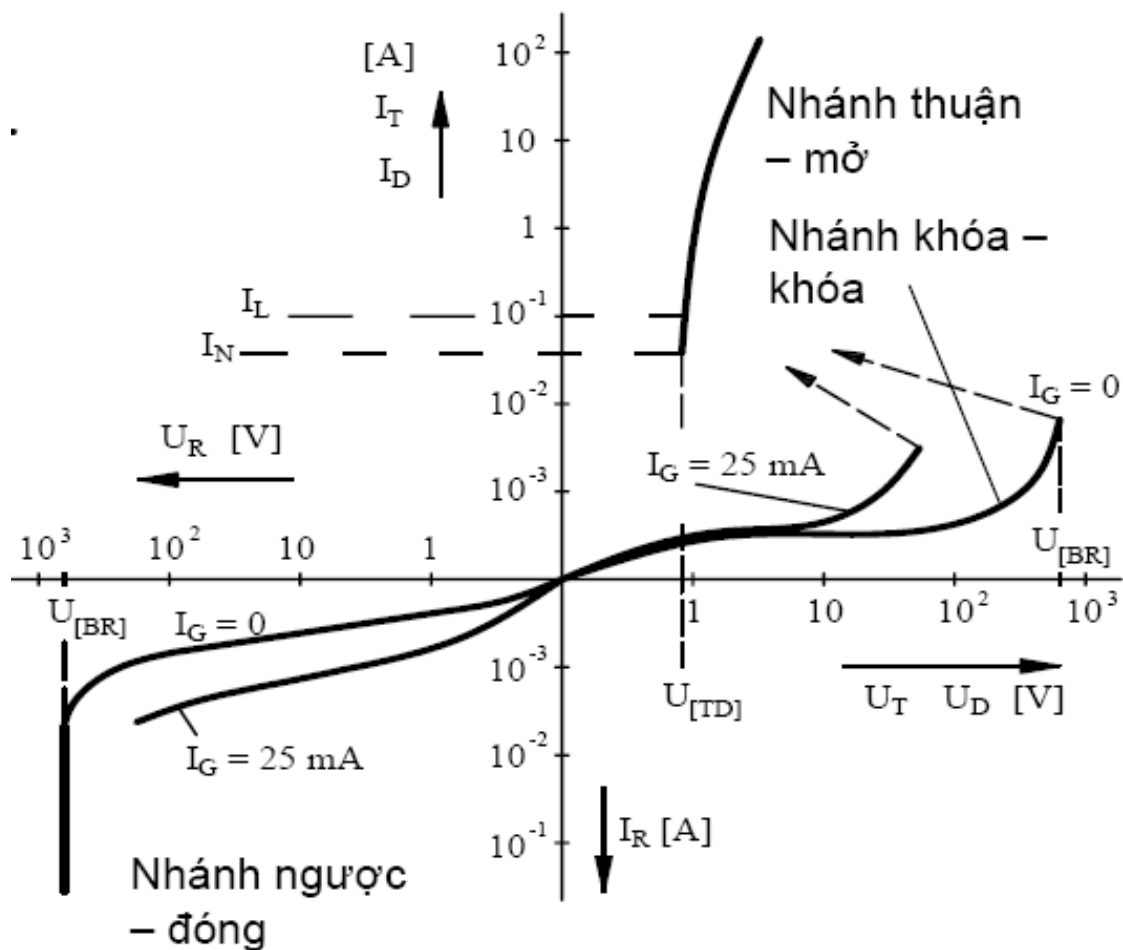
2. Đặc tính Volt - Ampe

a. Thyristor lý tưởng: Ba trạng thái: đóng – mở – khóa



CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

b. Thyristor thực tế:



CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

UBR: điện áp ngược đánh thủng

UBO: điện áp tự mở của thyristor

UTO: điện áp rơi trên Thyristor

IH: Dòng duy trì (holding)

IL: Latching

CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

Thyristor thực tế - 22RIA SERIES – International Rectifier

Major Ratings and Characteristics

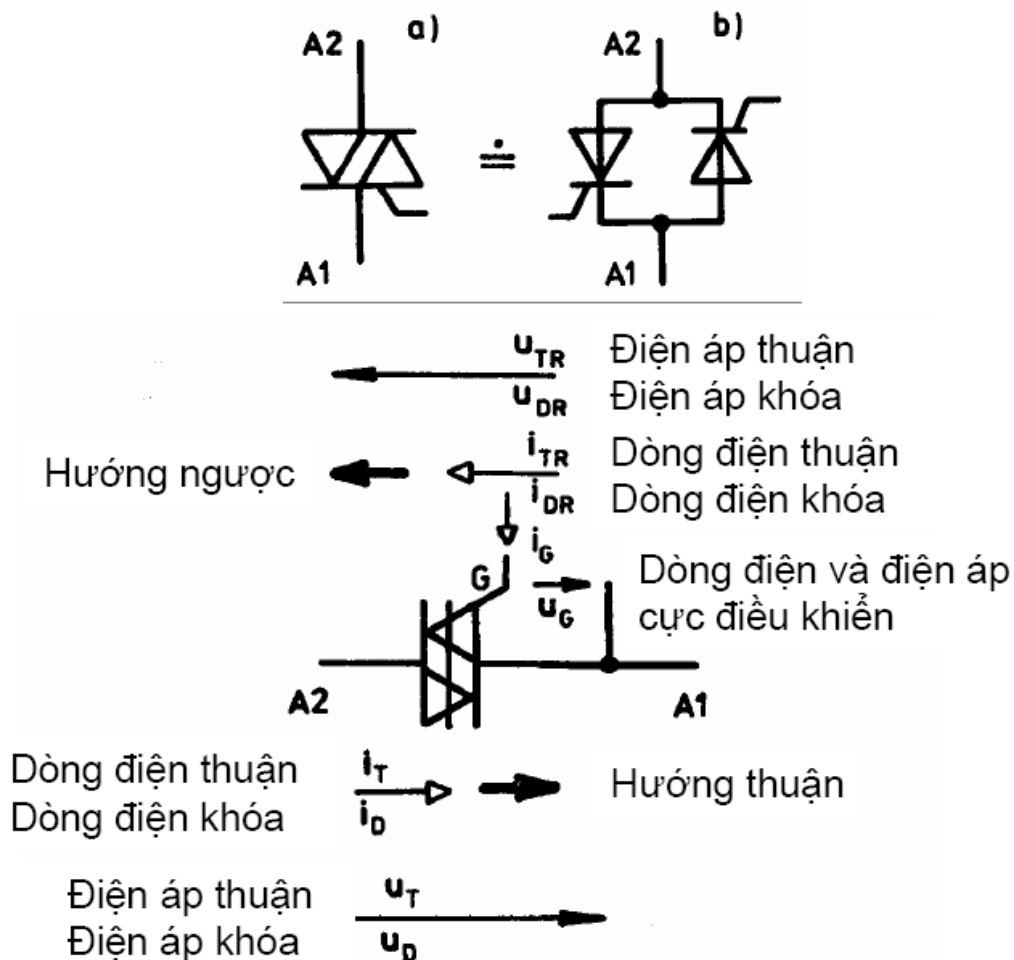
Parameters	22RIA		Units
	10 to 120	140 to 160	
$I_{T(AV)}$	22	22	A
@ T_C	85	85	°C
$I_{T(RMS)}$	35	35	A
I_{TSM} @50Hz	400	340	A
@60Hz	420	355	A
I^2t @50Hz	793	575	A ² s
@60Hz	724	525	A ² s
V_{DRM}/V_{RRM}	100 to 1200	1400 to 1600	V
t_q typical	110		μs
T_J	- 65 to 125		°C



CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

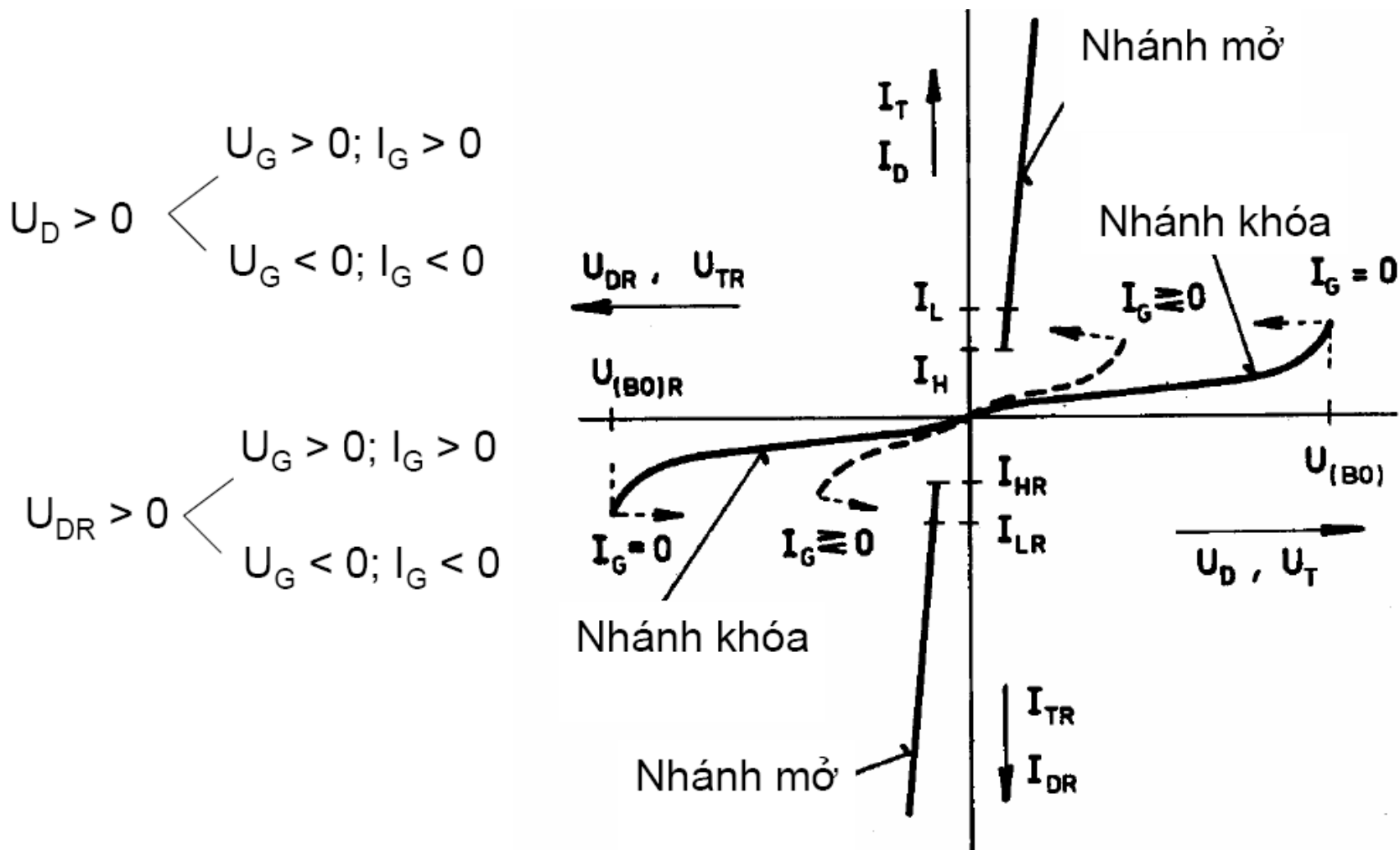
VII. Triac

1. Cấu tạo – Hoạt động:



CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

2. Đặc tính Volt – Ampe

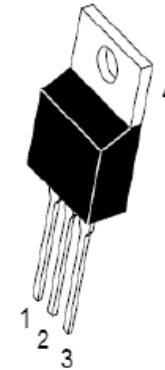


CHƯƠNG I: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN

Triac thực tế - 2N6344 - ON Semiconductor

MAXIMUM RATINGS ($T_J = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
*Peak Repetitive Off-State Voltage ⁽¹⁾ ($T_J = -40$ to $+110^\circ\text{C}$, Sine Wave 50 to 60 Hz, Gate Open) 2N6344 2N6349	V_{DRM} , V_{RRM}	600 800	Volts
*On-State RMS Current ($T_C = +80^\circ\text{C}$) Full Cycle Sine Wave 50 to 60 Hz ($T_C = +90^\circ\text{C}$)	$I_{\text{T(RMS)}}$	8.0 4.0	Amps
*Peak Non-Repetitive Surge Current (One Full Cycle, Sine Wave 60 Hz, $T_C = +25^\circ\text{C}$) Preceded and followed by rated current	I_{TSM}	100	Amps
Circuit Fusing Consideration ($t = 8.3$ ms)	I^2t	40	A^2s
*Peak Gate Power ($T_C = +80^\circ\text{C}$, Pulse Width = 2 μs)	P_{GM}	20	Watts
*Average Gate Power ($T_C = +80^\circ\text{C}$, $t = 8.3$ ms)	$P_{\text{G(AV)}}$	0.5	Watt
*Peak Gate Current ($T_C = +80^\circ\text{C}$, Pulse Width = 2.0 μs)	I_{GM}	2.0	Amps
*Peak Gate Voltage ($T_C = +80^\circ\text{C}$, Pulse Width = 2.0 μs)	V_{GM}	10	Volts



TO-220AB
CASE 221A
STYLE 4

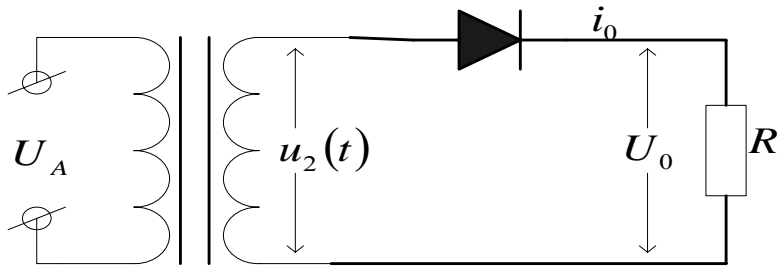
PIN ASSIGNMENT	
1	Main Terminal 1
2	Main Terminal 2
3	Gate
4	Main Terminal 2

Chương 2

BỘ CHÍNH LƯU

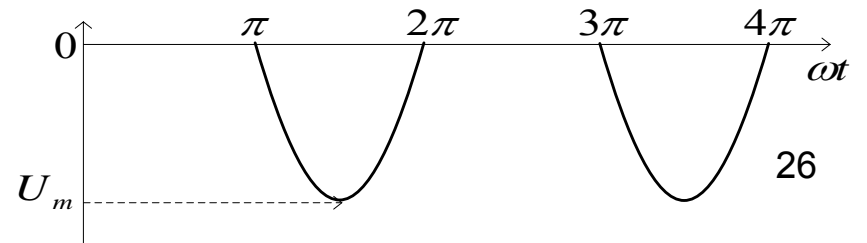
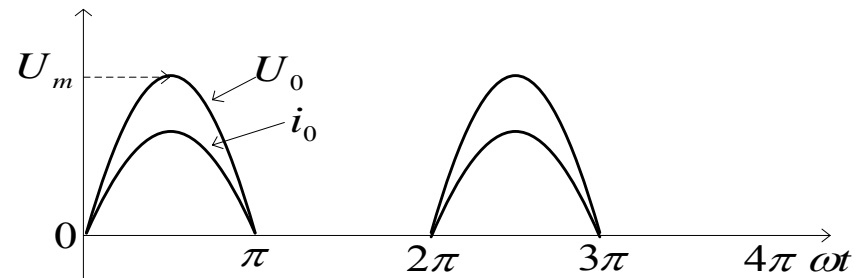
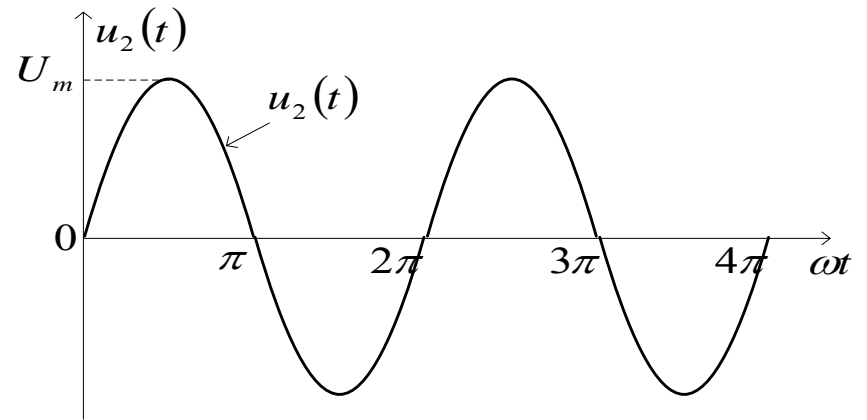
CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

I. Chỉnh lưu bán kỳ một pha :



$$u_2(t) = U_m \sin \theta \quad (\theta = \omega t)$$

*Sơ đồ và dạng sóng mạch chỉnh
lưu bán kỳ 1 pha tải R*



CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

Khi tải là thuần trở:

- Trong khoảng $0 < \theta < \pi$ điện áp nguồn dương, diode được phân cực thuận nên dẫn điện (nếu xem diode lý tưởng)

Ta có $u_0 = U_m \sin \theta$ $i_0 = \frac{U_0}{R} = \frac{U_m}{R} \sin \theta$

i_0 có dạng sóng cùng với u_0 như hình vẽ)

- Tính trị trung bình của điện áp chỉnh lưu

$$\begin{aligned} U_{AV} &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} U_0 d\theta = \frac{1}{2\pi} \left(\int_0^{\pi} U_m \sin \theta d\theta + \int_{\pi}^{2\pi} 0 d\theta \right) \\ &= \frac{U_m}{2\pi} (\cos 0 - \cos \pi) = \frac{U_m}{\pi} \end{aligned}$$

CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

- Tri trung bình của dòng tải $I_{AV} = \frac{U_{AV}}{R} = \frac{U_m}{\pi R}$.
- Tri hiệu dụng của dòng thứ cấp biến áp

$$I_2 = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_2^2 d\theta}$$

$$\Leftrightarrow I_2 = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \left(\frac{\sqrt{2}U_2 \sin\theta}{R} \right)^2 d\theta}$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{U_2}{\sqrt{2}R}$$

- Điện áp ngược cực đại là điện áp phân cực ngược cực đại mà diode phải chịu. Như vậy đối với mạch này

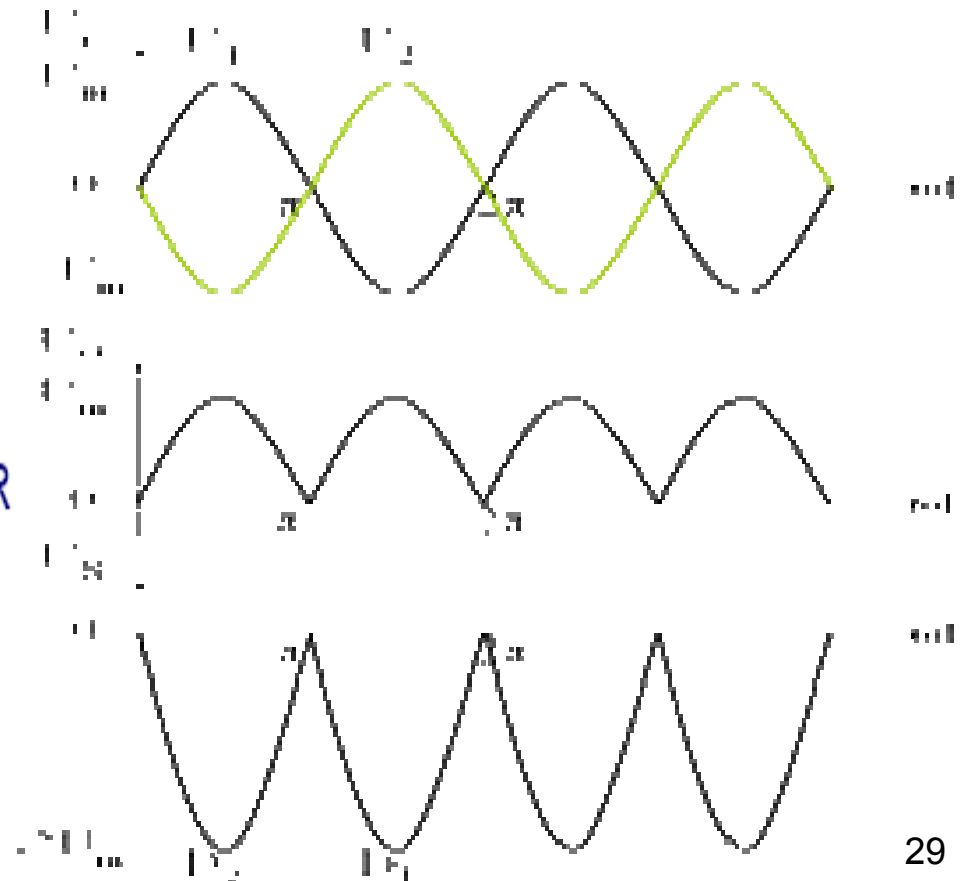
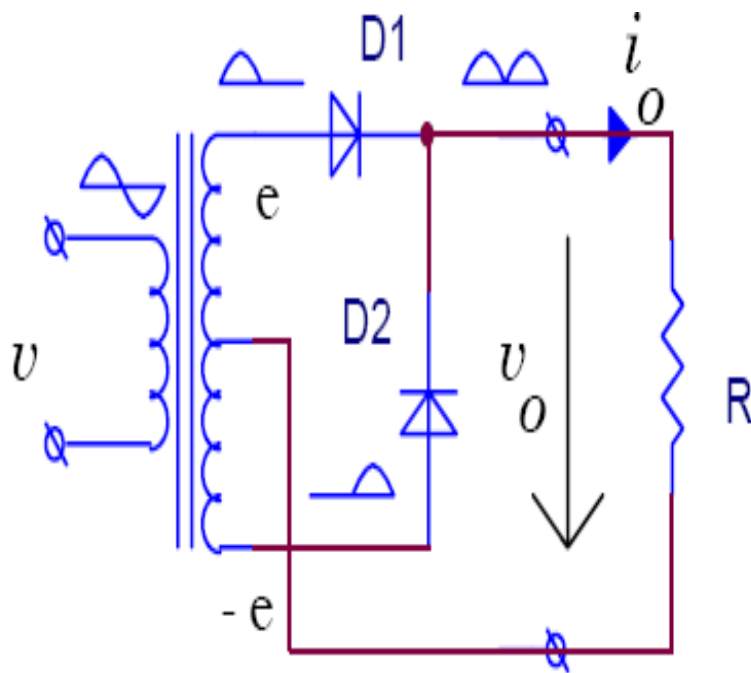
$$U_{N \max} = -U_m = -\sqrt{2}U_2$$

CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

II. Chỉnh lưu toàn kỳ (Dùng máy biến áp thứ cấp có điểm giữa)

A. Chỉnh lưu hình tia

❖ tải R:



CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

✓ Trị trung bình điện áp ngõ ra: chu kỳ áp chỉnh lưu $T_p = \frac{1}{2} T$

$$U_d = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_d d\theta$$

$$\Rightarrow U_d = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin \theta d\theta$$

$$\Rightarrow U_d = \frac{2\sqrt{2}U_2}{\pi}$$

✓ Dòng điện trung bình trên tải: $I_d = \frac{U_d}{R}$

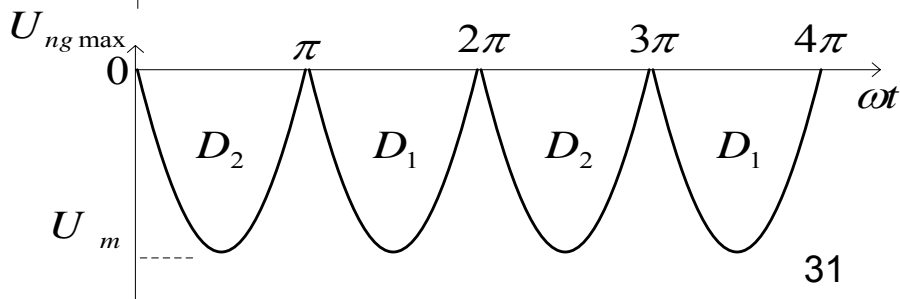
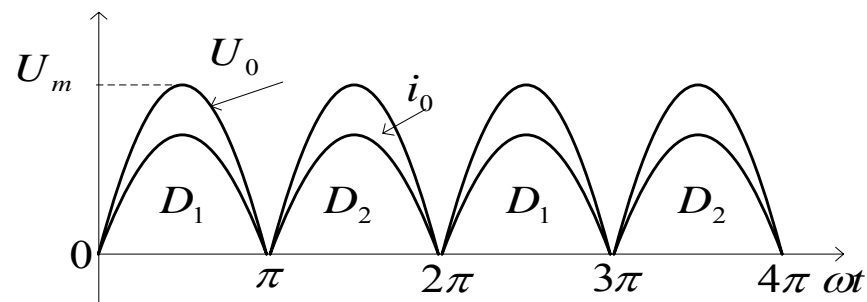
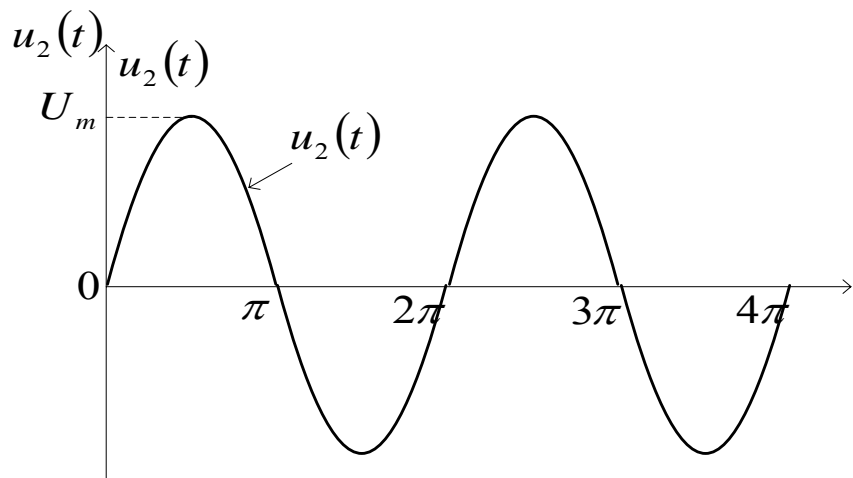
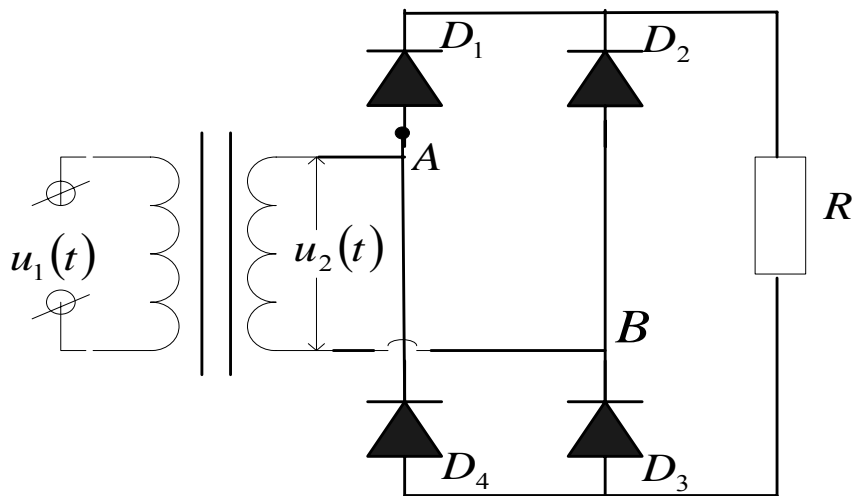
✓ Giá trị cực đại của điện áp ngược đặt lên diode:

$$U_{N\max} = -2U_m = -2\sqrt{2}U_2$$

✓ Dòng điện trung bình qua mỗi diode: $I_D = \frac{I_d}{2}$

CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

B. CHỈNH LƯU HÌNH CẦU:



*Sơ đồ và dạng sóng mạch
chỉnh lưu cầu tải R*

❖ Tải R $u_2(t) = U_m \sin\theta (\theta = \omega t)$

Trong khoảng $0 < \theta < \pi$ điện thế tại điểm A dương $V_A > 0, V_B < 0$

Dòng điện đi từ $A \rightarrow B$ diode D_1, D_3 dẫn, D_2, D_4 tắt

Trong khoảng $\pi < \theta < 2\pi$ điện thế tại B dương hơn điện thế tại A

dòng điện đi từ $B \rightarrow A$ D_2, D_4 dẫn, D_1, D_3 tắt.

CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

- Trị trung bình của điện áp chỉnh lưu

$$U_{AV} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} U_m \sin \theta d\theta = \frac{U_m}{\pi} (\cos 0 - \cos \pi) \Big|_0^{\pi} = \frac{2U_m}{\pi}$$

- Trị trung bình của dòng điện tải

$$I_{AV} = \frac{U_{AV}}{R} = \frac{2U_m}{\pi R}$$

- Trị trung bình của dòng qua D1 ,D3.(D2,D4)

$$I_{D_1} = I_{D_2} = I_{D_3} = I_{D_4} = \frac{I_{AV}}{2} = \frac{U_m}{\pi R}$$

- Trị hiệu dụng $U_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} (U_m \sin \theta)^2 d\theta} = \frac{U_m}{\sqrt{2\pi}} \sqrt{\int_0^{\pi} (1 - \cos 2\theta) d\theta} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

- Điện áp ngược cực đại

$$U_{N \max} = -U_m = -\sqrt{2}U_2$$

CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

❖ Tải RL

- Trị trung bình của điện áp chỉnh lưu

$$U_{AV} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_m$$

- Trị trung bình của dòng điện tải

$$I_{AV} = \frac{U_{AV}}{R} = \frac{2U_m}{\pi R}$$

- Trị trung bình của dòng qua D1 ,D3.(D2,D4)

$$I_{D_1} = I_{D_2} = I_{D_3} = I_{D_4} = \frac{I_{AV}}{2} = \frac{U_m}{\pi R}$$

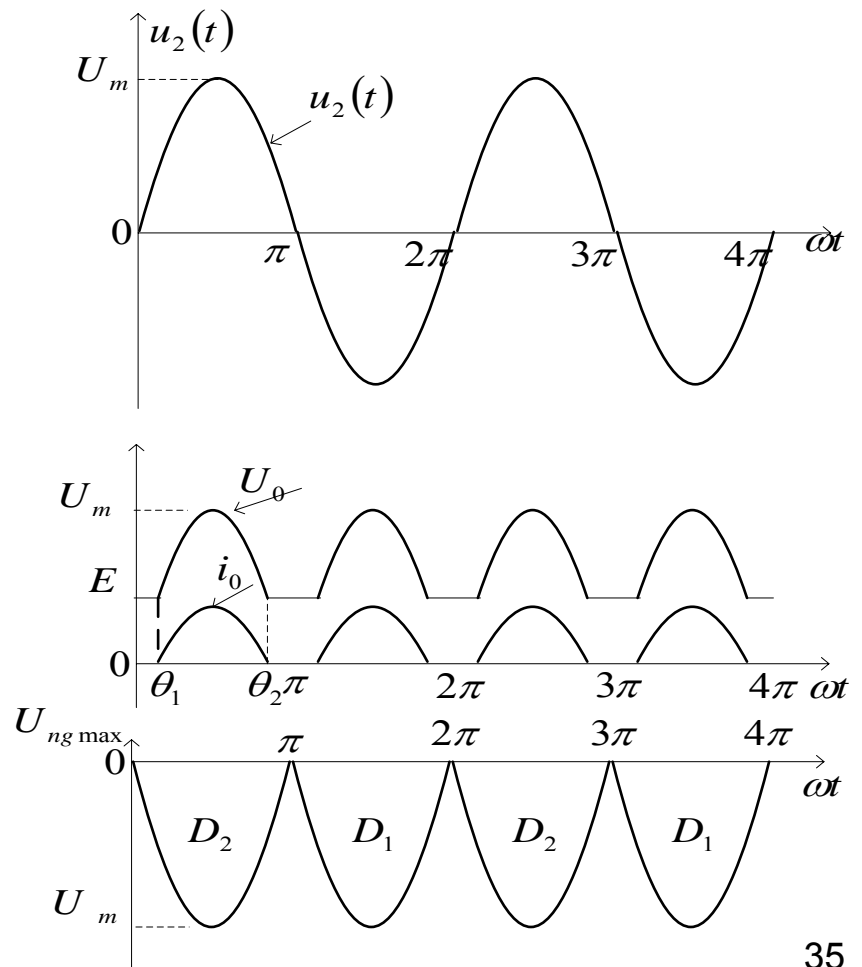
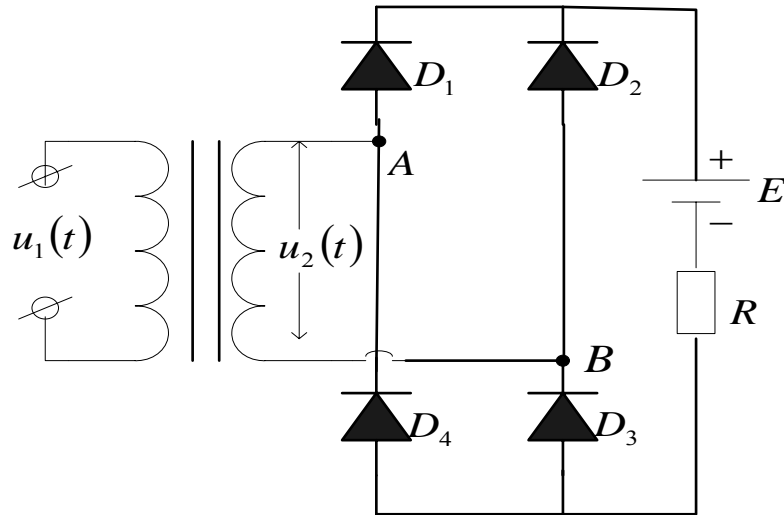
- Trị hiệu dụng $U_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} (U_m \sin \theta)^2 d\theta} = \frac{U_m}{\sqrt{2\pi}} \sqrt{\int_0^{\pi} (1 - \cos 2\theta) d\theta} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

- Điện áp ngược cực đại

$$U_{N\max} = -U_m = -\sqrt{2}U_2$$

CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

❖ Tải RE



CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

- Trị trung bình của điện áp chỉnh lưu

$$\begin{aligned}U_{AV} &= \frac{1}{\pi} \int_{\theta_1}^{\pi-\theta_1} U_m \sin \theta d\theta + \frac{2}{\pi} \int_0^{\theta_1} E d\theta \\ &= \frac{U_m}{\pi} (\cos \theta_1 - \cos(\pi - \theta_1)) + \frac{2E\theta}{\pi}\end{aligned}$$

θ_1 được xác định theo pt hoành độ

$$U_m \sin \theta_1 = E \quad \Rightarrow \quad \theta_1$$

CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

Trị trung bình của dòng tải

$$I_{AV} = \frac{1}{\pi} \int_{\theta_1}^{\pi-\theta_1} \frac{U_m \sin \theta - E}{R} . d\theta = \frac{U_m}{\pi R} (\cos \theta_1 - \cos(\pi - \theta_1)) - \frac{E}{\pi R} (\pi - 2\theta_1)$$

Trị trung bình của dòng qua diode

$$I_D = \frac{1}{2\pi} \int_{\theta_1}^{\pi-\theta_1} \frac{U_m \sin \theta - E}{R} . d\theta = \frac{I_{AV}}{2}$$

Điện áp ngược cực đại,

$$U_{N\max} = -U_m = -\sqrt{2}U_2$$

CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN 3 PHA

1. CHỈNH LƯU HÌNH TIA 3 PHA:

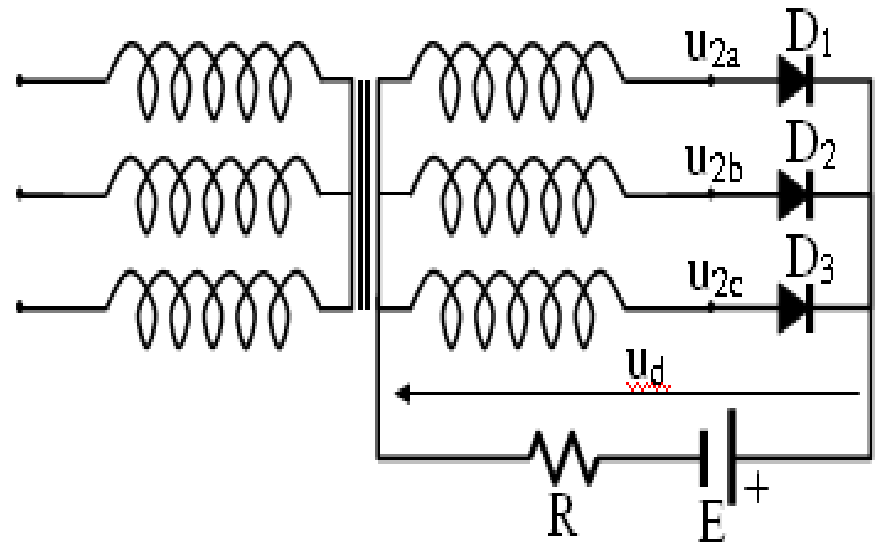
❖ TẢI RE:

❖ Trường hợp $0 < E < U_m/2$:

$$u_{2a} = \sqrt{2}U_2 \sin\theta$$

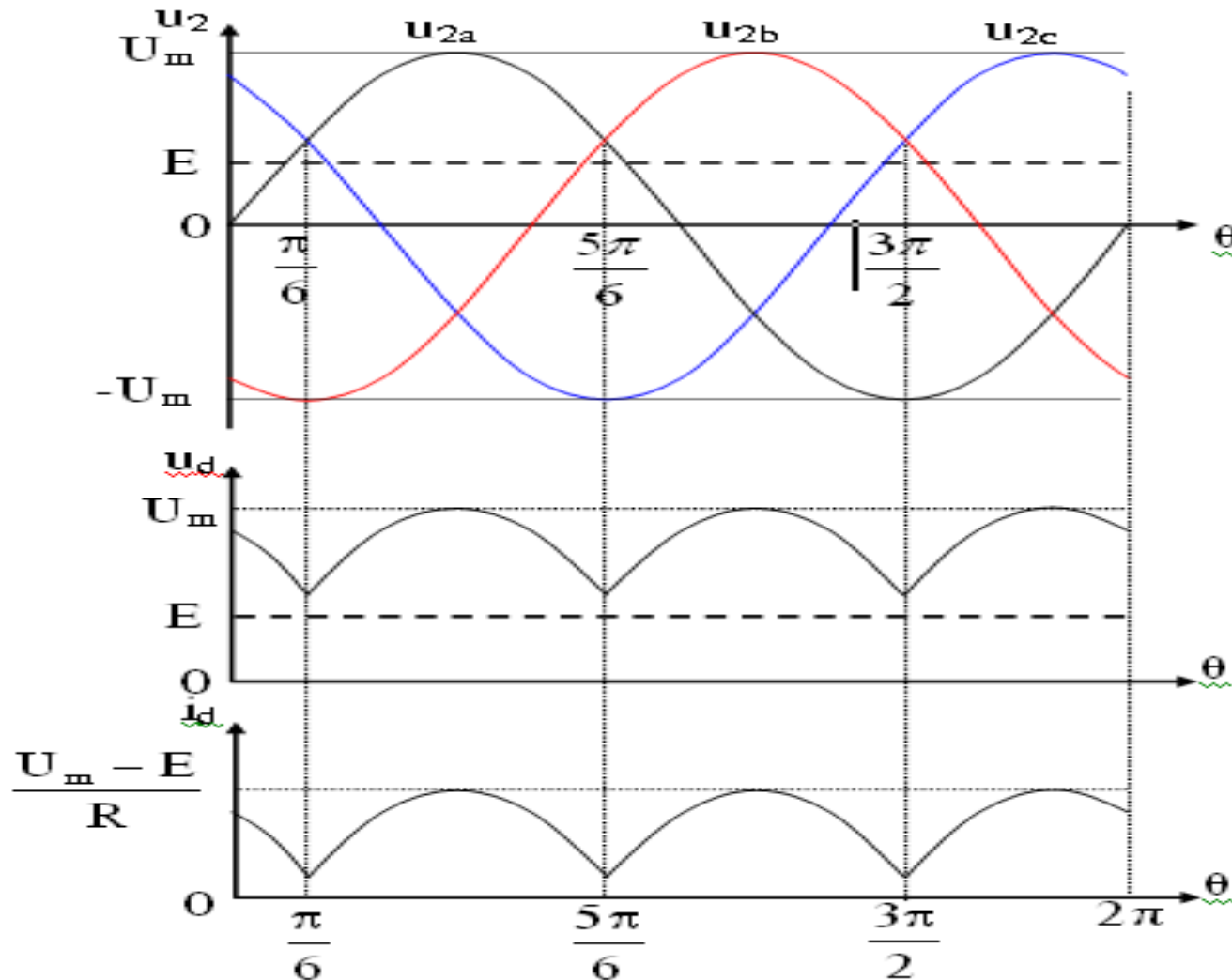
$$u_{2b} = \sqrt{2}U_2 \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$u_{2c} = \sqrt{2}U_2 \sin\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right)$$



CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN 3 PHA

- Trường hợp $0 < E < U_m/2$ nên dòng qua tải i_d liên tục.



CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN 3 PHA

Điện áp chỉnh lưu có 3 xung, chu kỳ áp chỉnh lưu $T_p = T/3$

Với T là chu kỳ áp nguồn xoay chiều

Điện áp trung bình trên tải U_d :

$$U_d = \frac{3}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \sqrt{2}U_2 \sin \theta d\theta$$

$$U_d = \frac{3\sqrt{6}U_2}{2\pi}$$

CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN 3 PHA

Dòng trung bình qua tải I_d :

$$I_d = \frac{U_d - E}{R}$$

Dòng trung bình qua mỗi diod:

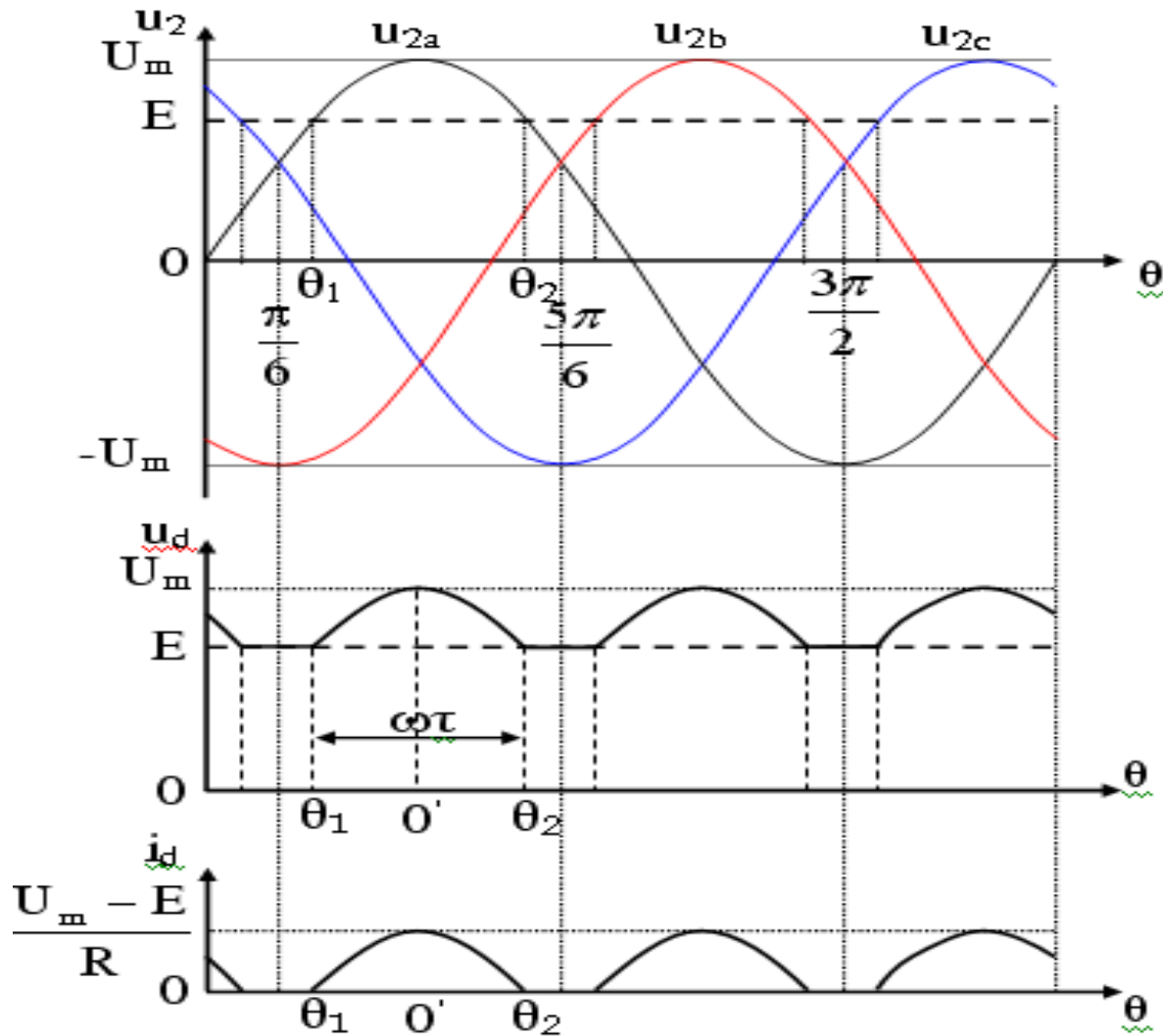
$$I_D = \frac{I_d}{3}$$

Điện áp ngược cực đại trên mỗi diod:

$$U_{N\max} = -\sqrt{6}U_2$$

CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN 3 PHA

- Trường hợp $U_m/2 < E < U_m$ nên dòng qua tải i_d không liên tục.



CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN 3 PHA

Dòng trung bình qua tải:

$$I_d = \frac{3}{2\pi} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \frac{\sqrt{2}U_2 \sin \theta - E}{R} d\theta$$

$$E = \sqrt{2}U_2 \sin \theta_1$$

$$I_d = \frac{3\sqrt{2}U_2}{R} \left(\frac{\cos \theta_1}{\pi} - \frac{\tau}{T} \sin \theta_1 \right)$$

Dòng trung bình qua mỗi diod:

$$I_D = \frac{I_d}{3}$$

CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN 3 PHA

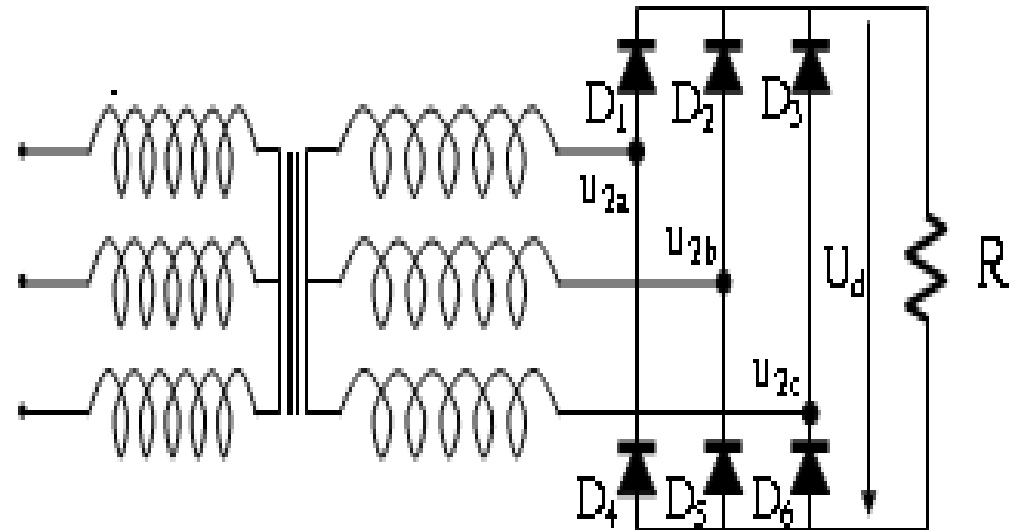
2. CHỈNH LƯU HÌNH CẦU 3 PHA:

❖ TẢI R:

$$u_{2a} = \sqrt{2}U_2 \sin \theta$$

$$u_{2b} = \sqrt{2}U_2 \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$u_{2c} = \sqrt{2}U_2 \sin\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right)$$

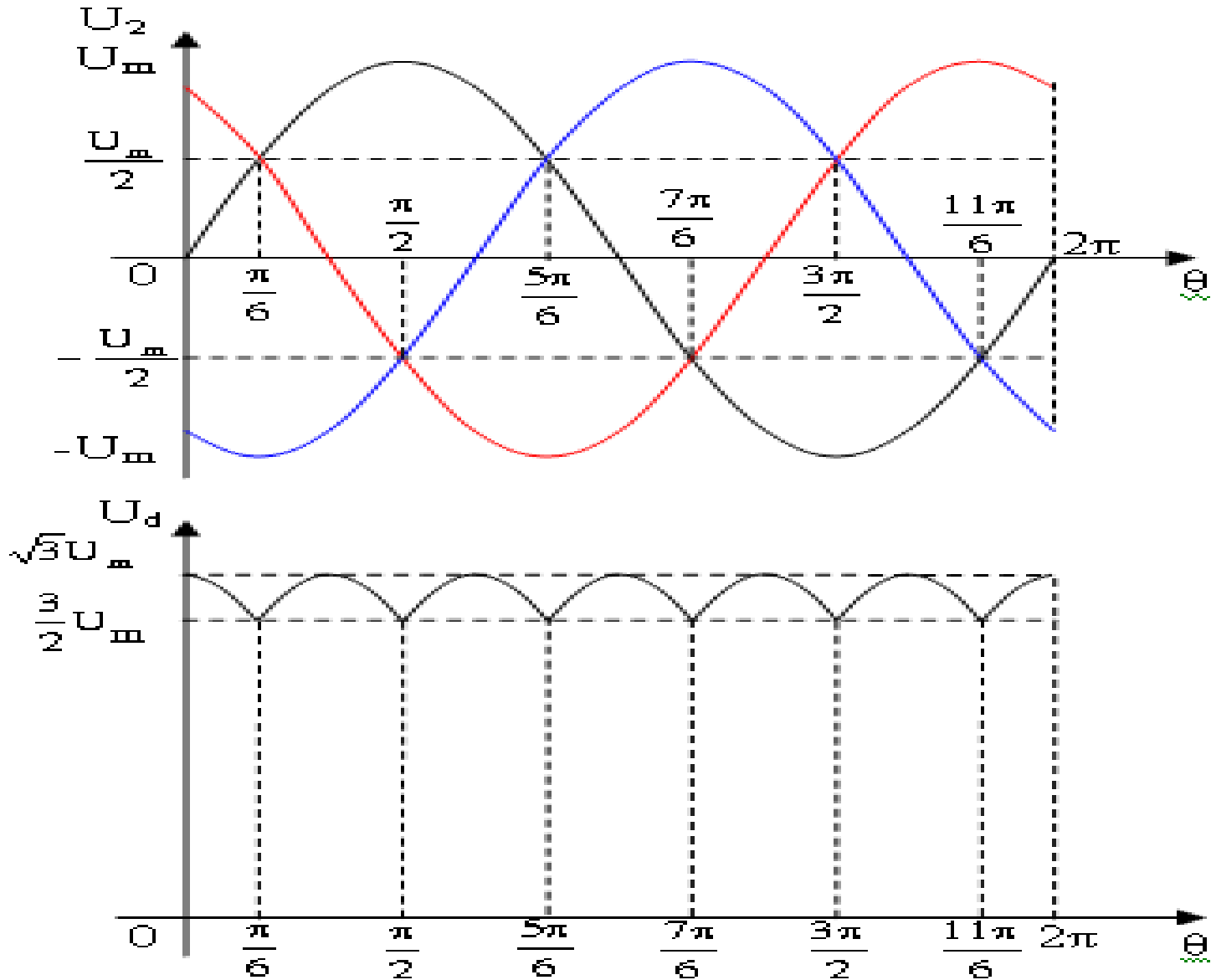


CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN 3 PHA

Hoạt động của sơ đồ được trình bày trong bảng sau:

Khoảng	Chiều dòng điện	Diod mở	Điện áp tải u_d
$\pi/6 - 3\pi/6$	A - B	1 - 5	Uab
$3\pi/6 - 5\pi/6$	A - C	1 - 6	Uac
$5\pi/6 - 7\pi/6$	B - C	2 - 6	Ubc
$7\pi/6 - 9\pi/6$	B - A	2 - 4	Uba
$9\pi/6 - 11\pi/6$	C - A	3 - 4	Uca
$11\pi/6 - 13\pi/6$	C - B	3 - 5	Ucb

CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN 3 PHA



CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN 3 PHA

Trị trung bình điện áp trên tải :

$$U_d = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_d d\theta$$

$$\Rightarrow U_d = \frac{6}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} (u_{2a} - u_{2b}) d\theta$$

$$\Rightarrow U_d = \frac{3\sqrt{6}U_2}{\pi}$$

Trị trung bình của dòng qua tải:

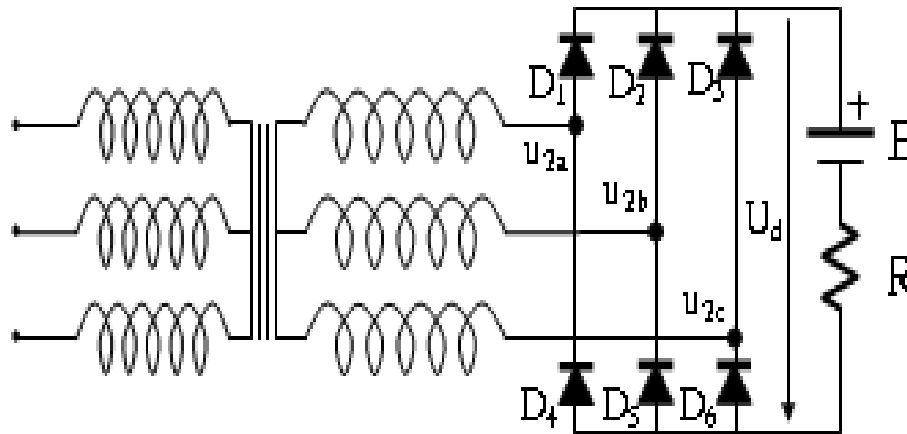
$$I_d = \frac{U_d}{R}$$

CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN 3 PHA

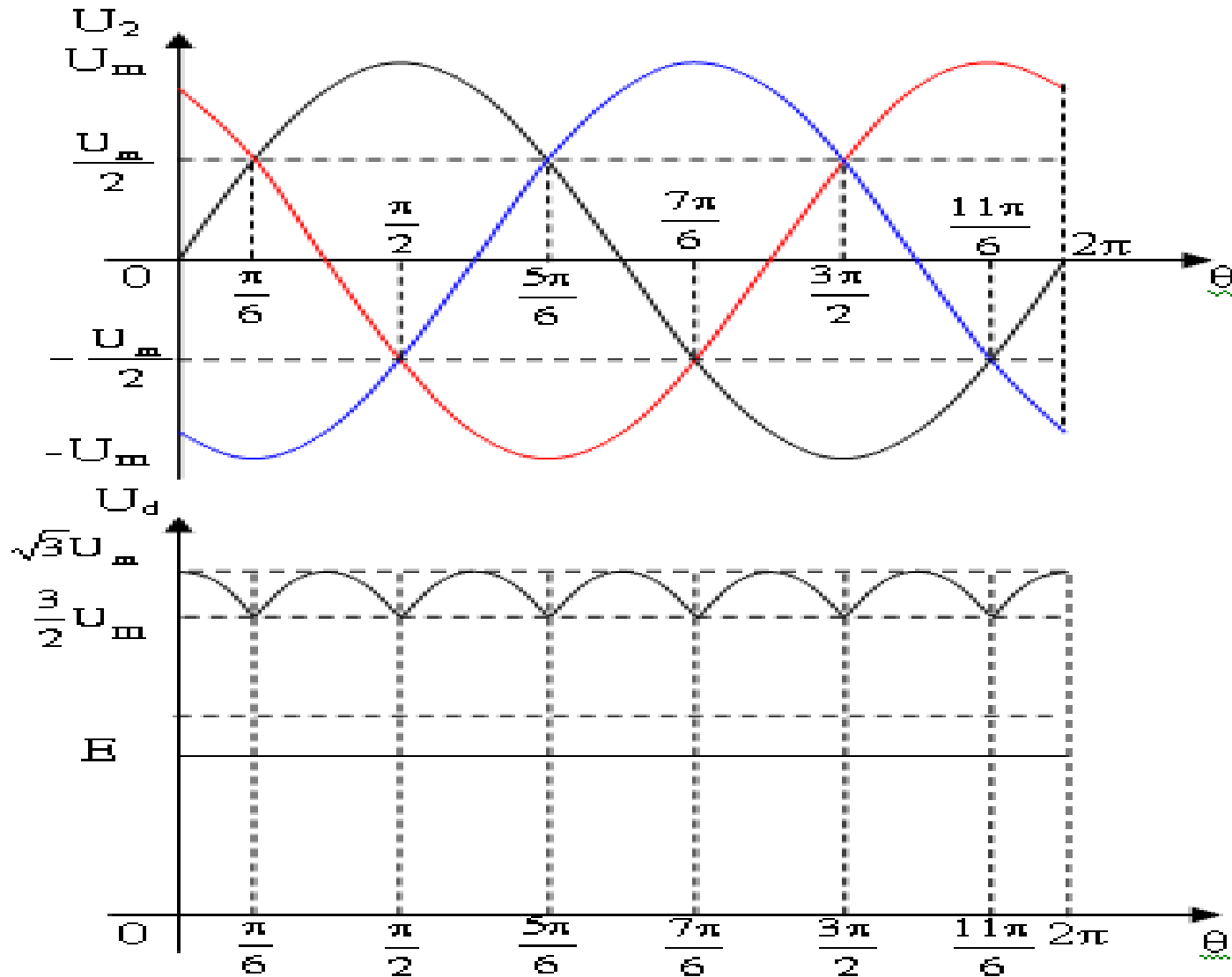
Trị trung bình của dòng qua mỗi diod:

$$I_D = \frac{I_d}{3}$$

❖ Tải RE



CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN 3 PHA



CHỈNH LƯU KHÔNG ĐIỀU KHIỂN 3 PHA

Để có dòng tải liên tục i_d phải thỏa mãn điều kiện: $u_d > E$

$$i_d = \frac{u_d - E}{R}$$

Trị trung bình của dòng qua tải:

$$I_d = \frac{6}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{3\pi}{6}} \frac{\sqrt{6}U_2 \cos\left(\theta - \frac{\pi}{3}\right) - E}{R} d\theta = \frac{U_d - E}{R}$$

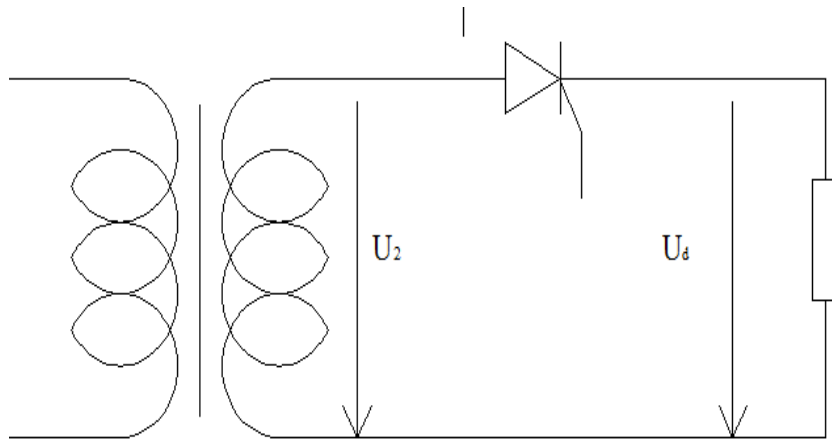
Dòng trung bình qua diode:

$$I_D = \frac{I_d}{3} = \frac{U_d - E}{3R}$$

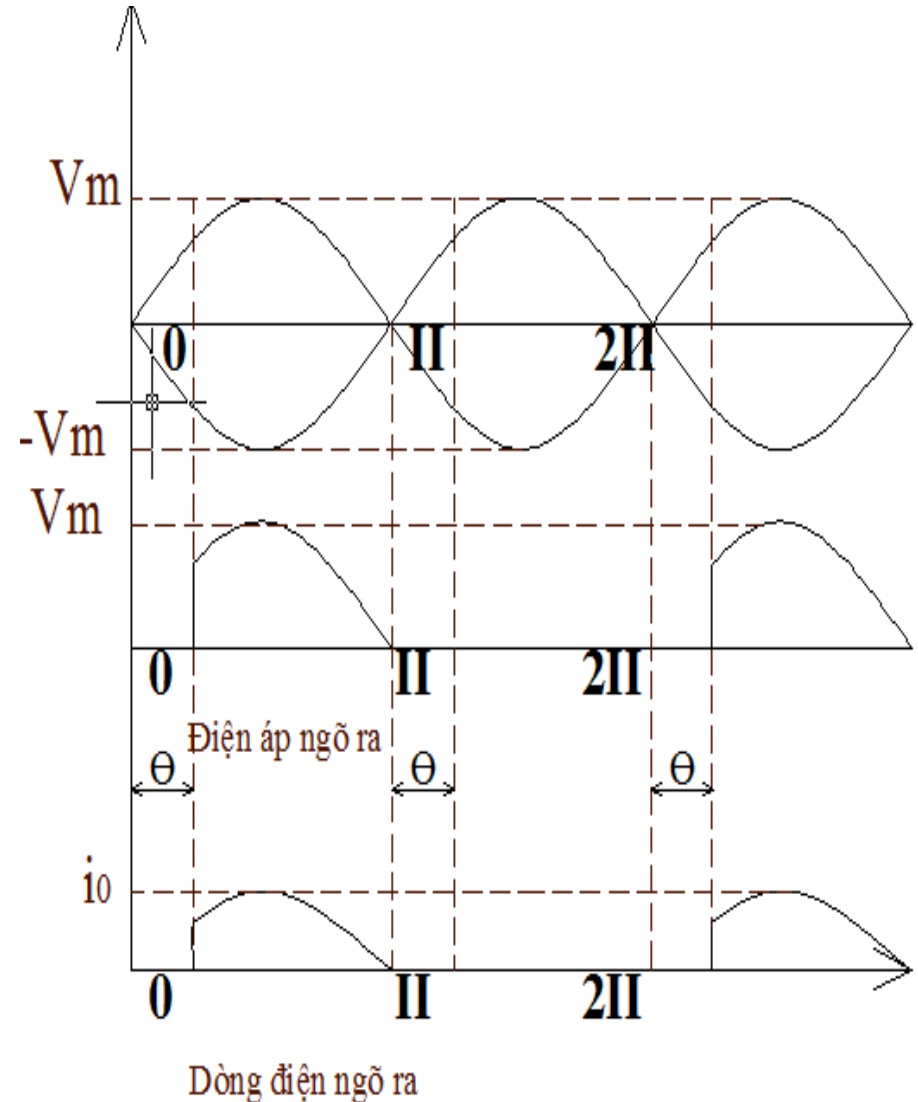
CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

I. Chỉnh lưu bán kỳ :

a. Tải R



θ là góc mở.



CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

Trị trung bình điện áp trên tải:

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

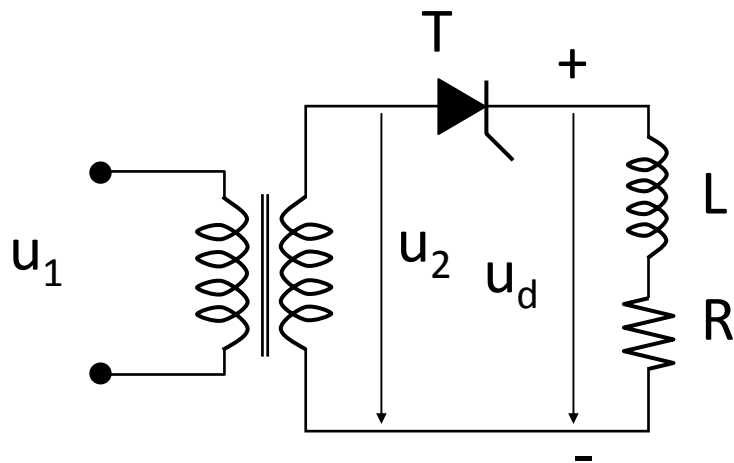
Trị trung bình dòng qua tải: $I_d = \frac{U_d}{R}$

Dòng điện qua SCR : $I_{scr} = I_d$

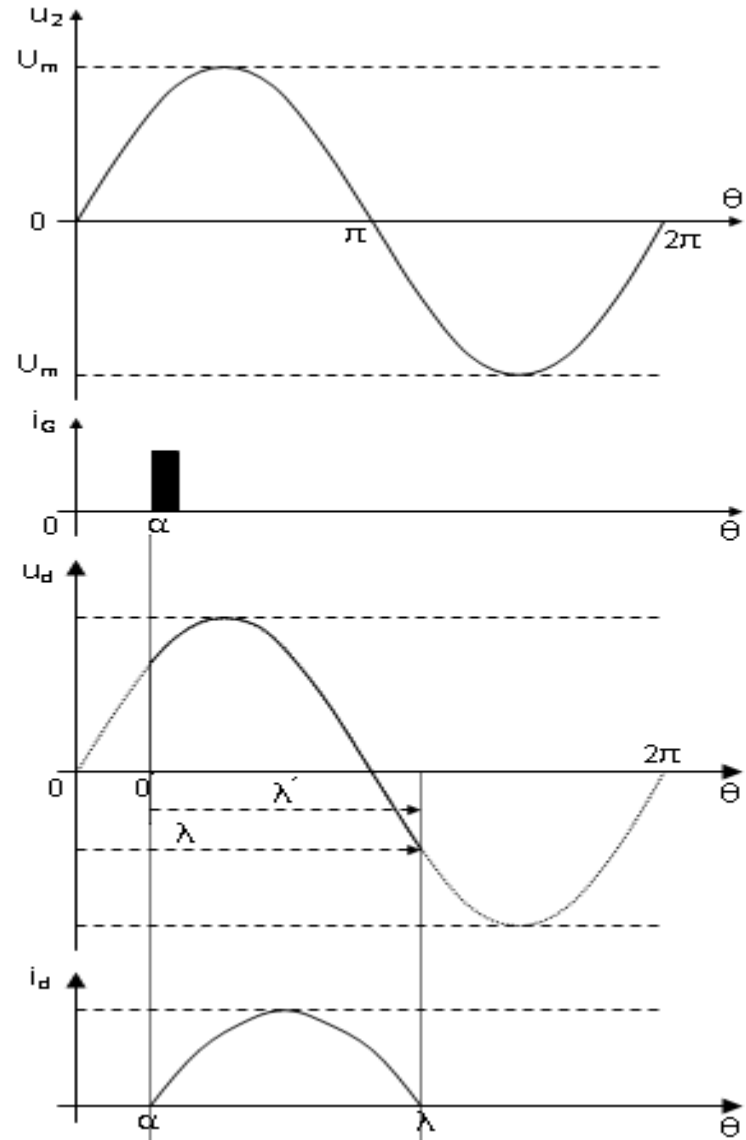
CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

I. Chỉnh lưu bán kỳ :

b. Tải RL



α là góc mở.



CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

Phương trình mạch tải:

$$u_d + e_L = Ri_d$$

$$\Leftrightarrow u_d = Ri_d + L \frac{di}{dt}$$

Trị trung bình điện áp trên tải:

$$U_d = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\lambda'} \sqrt{2}U_2 \sin(\theta + \alpha) d\theta$$

$$U_d = \frac{\sqrt{2}U_2}{2\pi} [\cos \alpha - \cos(\lambda' + \alpha)]$$

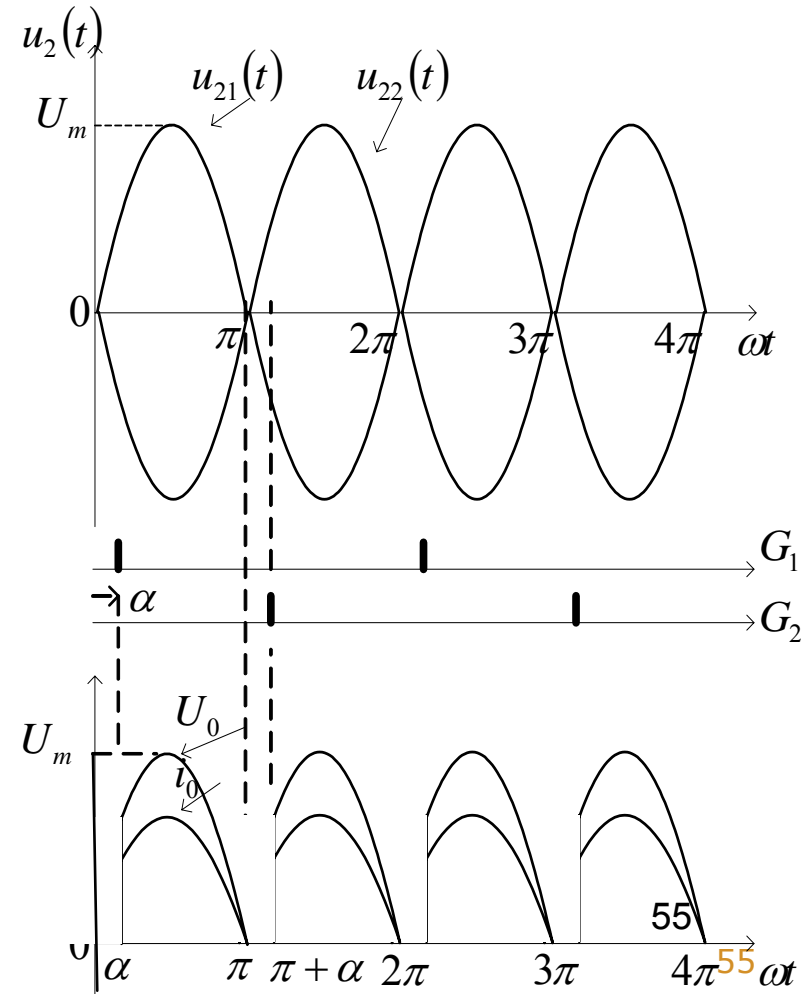
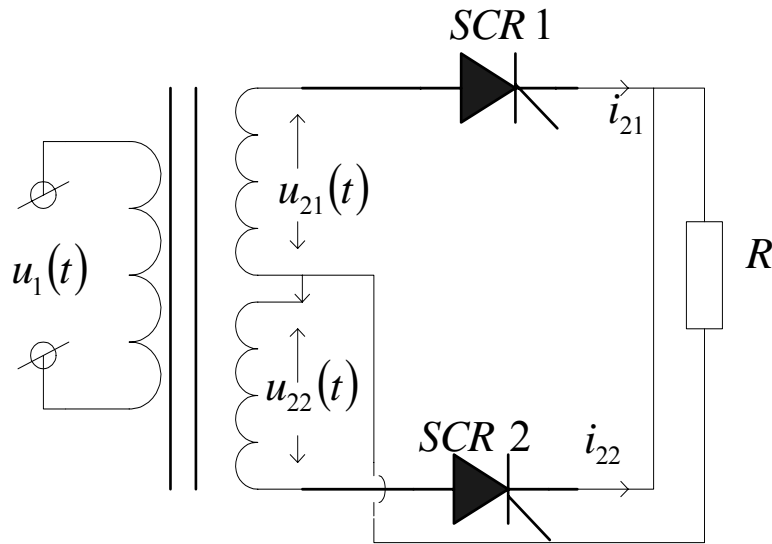
Trị trung bình dòng qua tải:

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

CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

II. Mạch chỉnh lưu hai nửa chu kỳ

a. Tải R



CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

Trị trung bình điện áp trên tải.

$$U_{AV} = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} U_m \sin \theta d\theta = \frac{U_m}{\pi} (\cos \alpha - \cos \pi)$$

Trị trung bình dòng qua tải

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

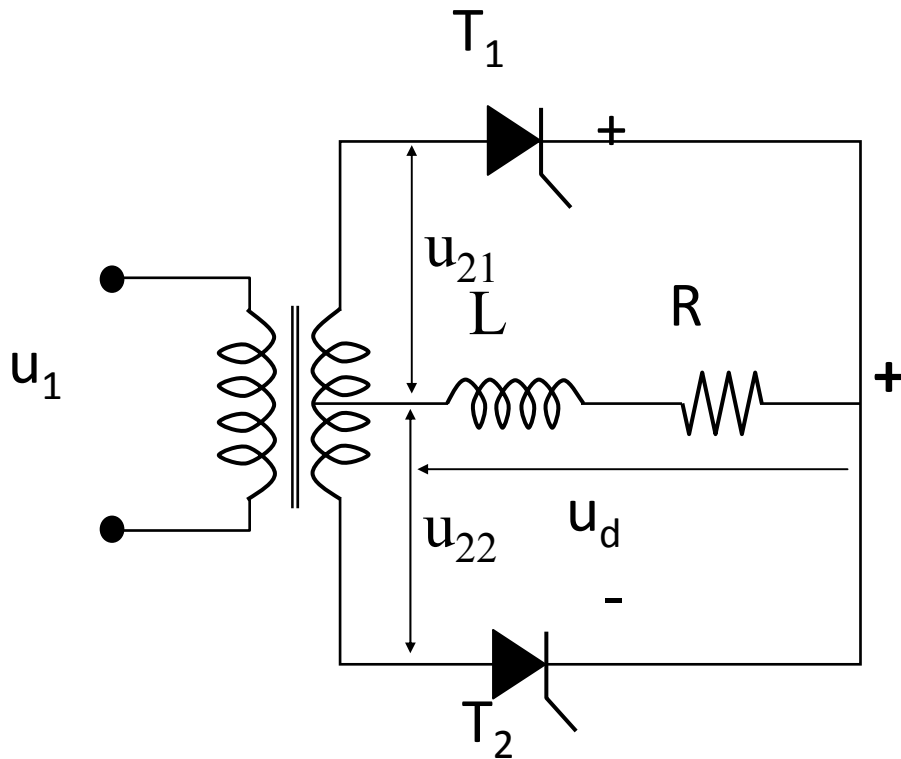
Điện áp ngược cực đại trên mỗi SCR

$$U_{Tmax} = -2\sqrt{2}U_2$$

CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

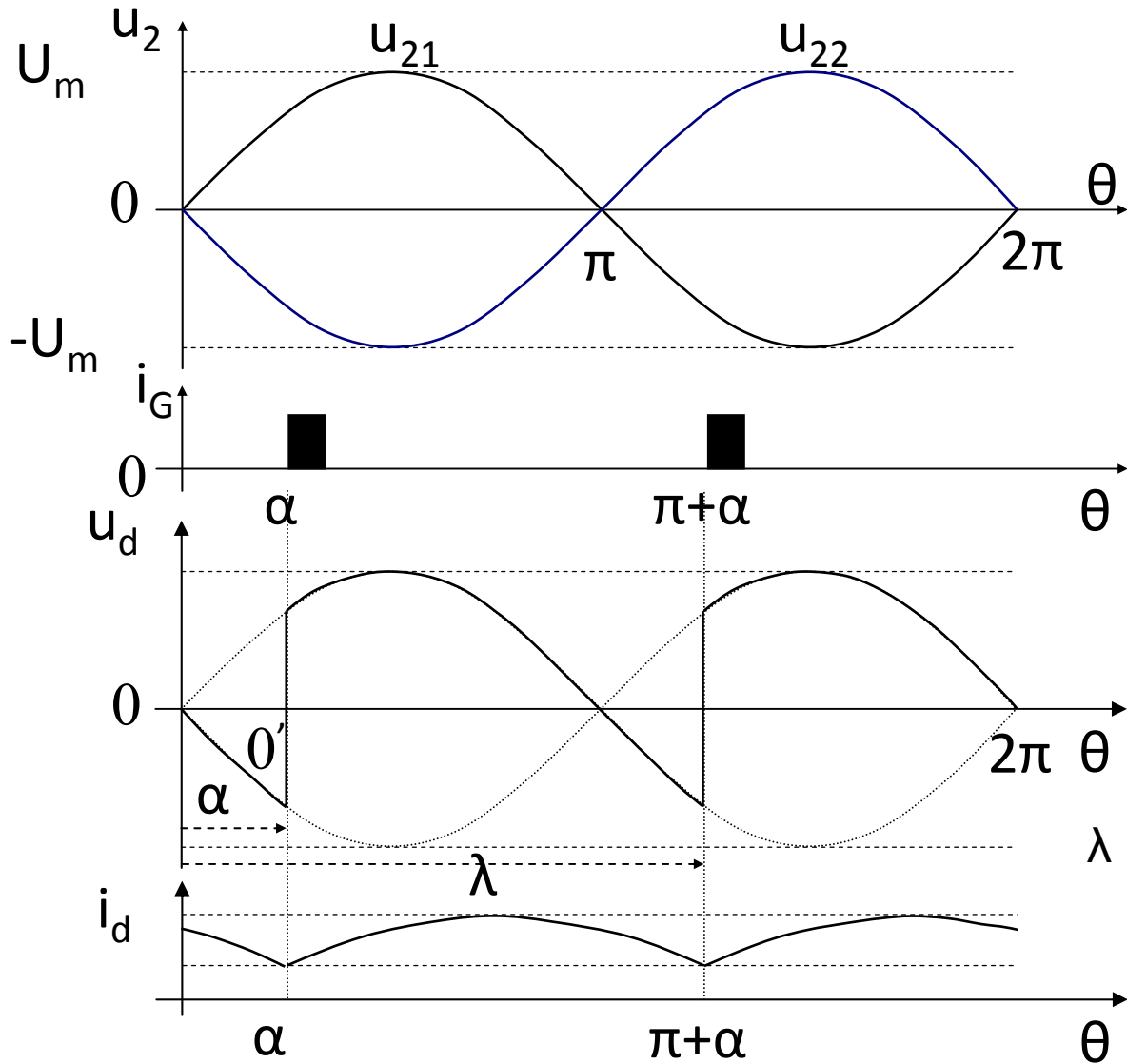
II. Mạch chỉnh lưu hai nửa chu kỳ

b. Tải RL Nếu $\omega L \gg R$ nên i_d là dòng liên tục.



$$u_{21} = -u_{22} = \sqrt{2}U_2 \sin\theta$$

CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA



α : góc mở dòng

$\lambda = \pi + \alpha$ góc tắt dòng

CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

Trị trung bình điện áp trên tải.

$$U_d = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} \sqrt{2}U_2 \sin\theta d\theta \longrightarrow U_d = \frac{2\sqrt{2}U_2}{\pi} \cos \alpha$$

Trị trung bình dòng qua tải

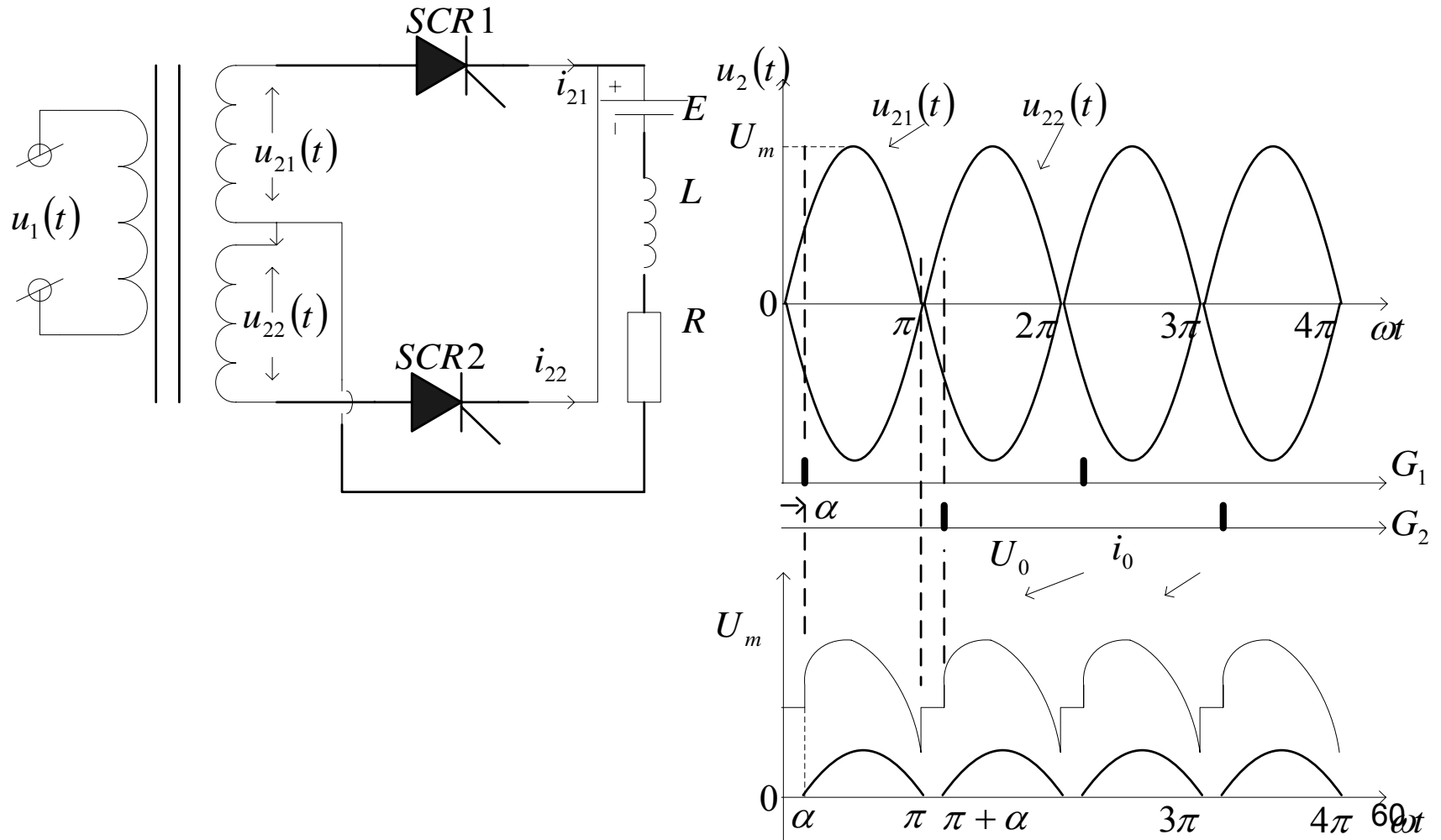
$$I_d = \frac{U_d}{R}$$

Điện áp ngược cực đại trên mỗi SCR

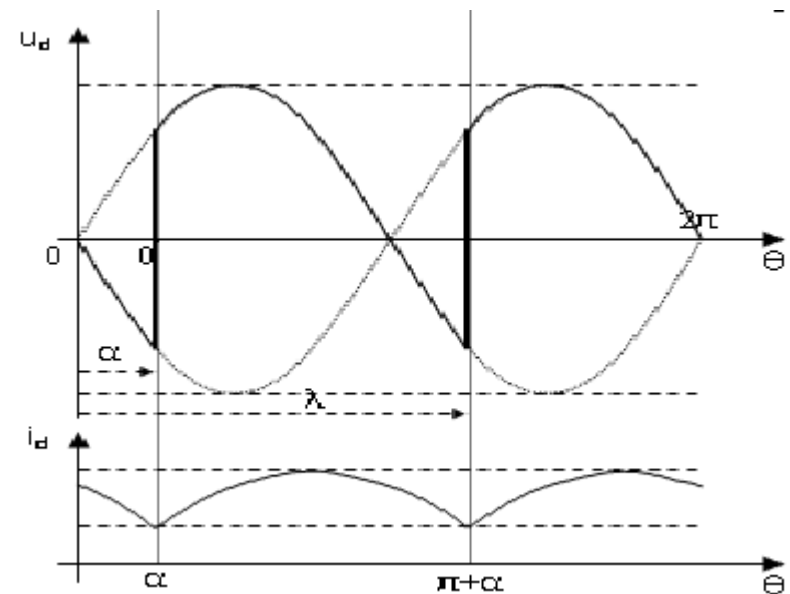
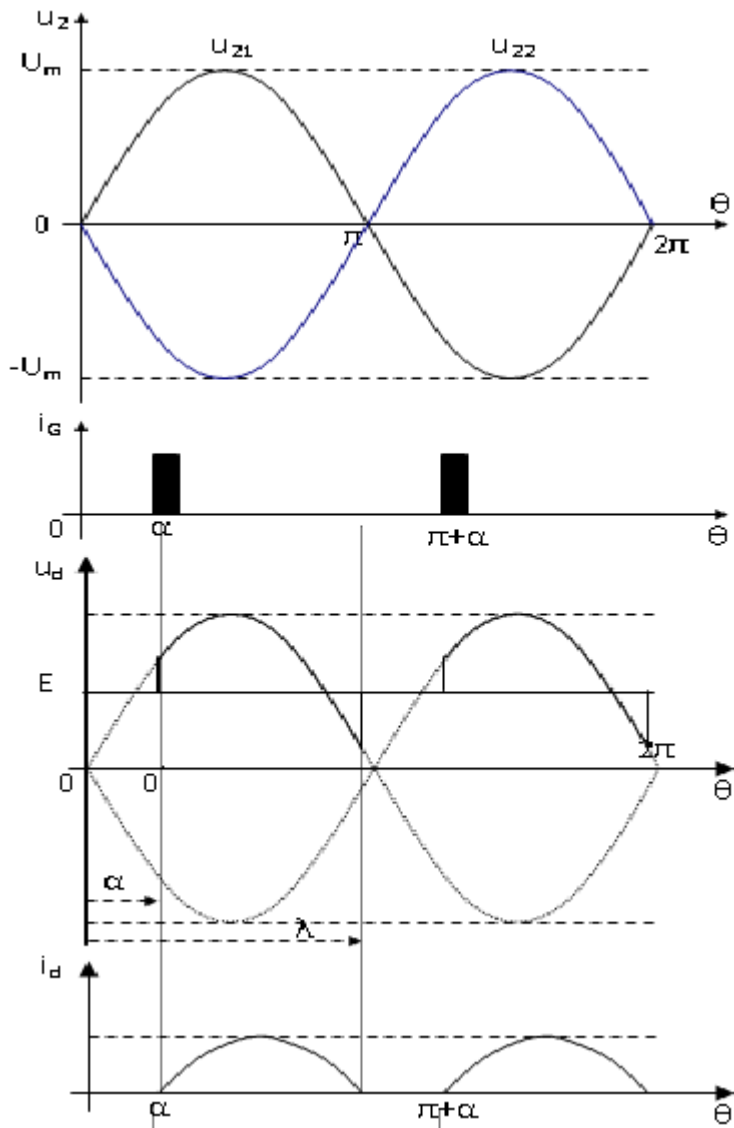
$$U_{T\max} = -2\sqrt{2}U_2$$

CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

c. Tải RLE:



CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA



CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

Trị trung bình điện áp trên tải

$$U_d = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi} (\cos\alpha - \cos\lambda)$$

$$I_d = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi R} (\cos\alpha - \cos\lambda) - \frac{E}{\pi R} (\lambda - \alpha)$$

Trường hợp i_d là dòng liên tục, $\lambda = \pi + \alpha$ ta có:

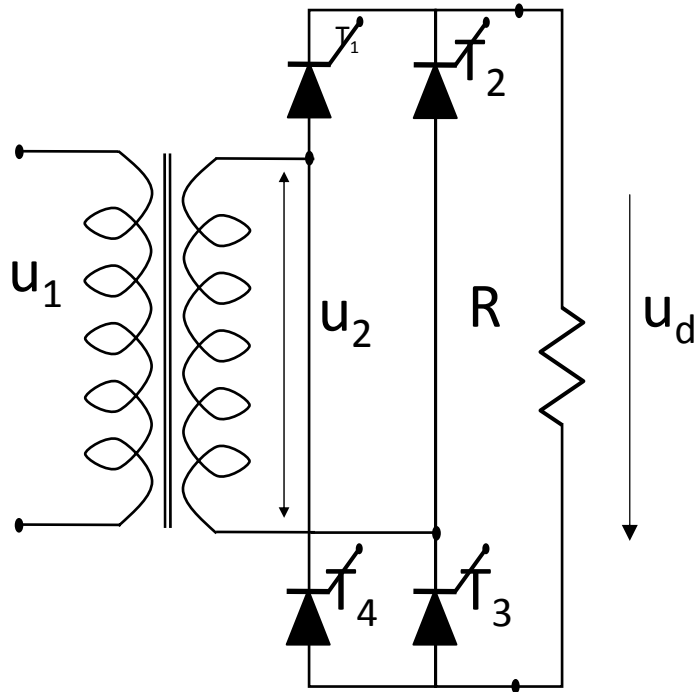
$$U_d = \frac{2\sqrt{2}U_2}{\pi} \cos\alpha$$

$$I_d = \frac{U_d - E}{R}$$

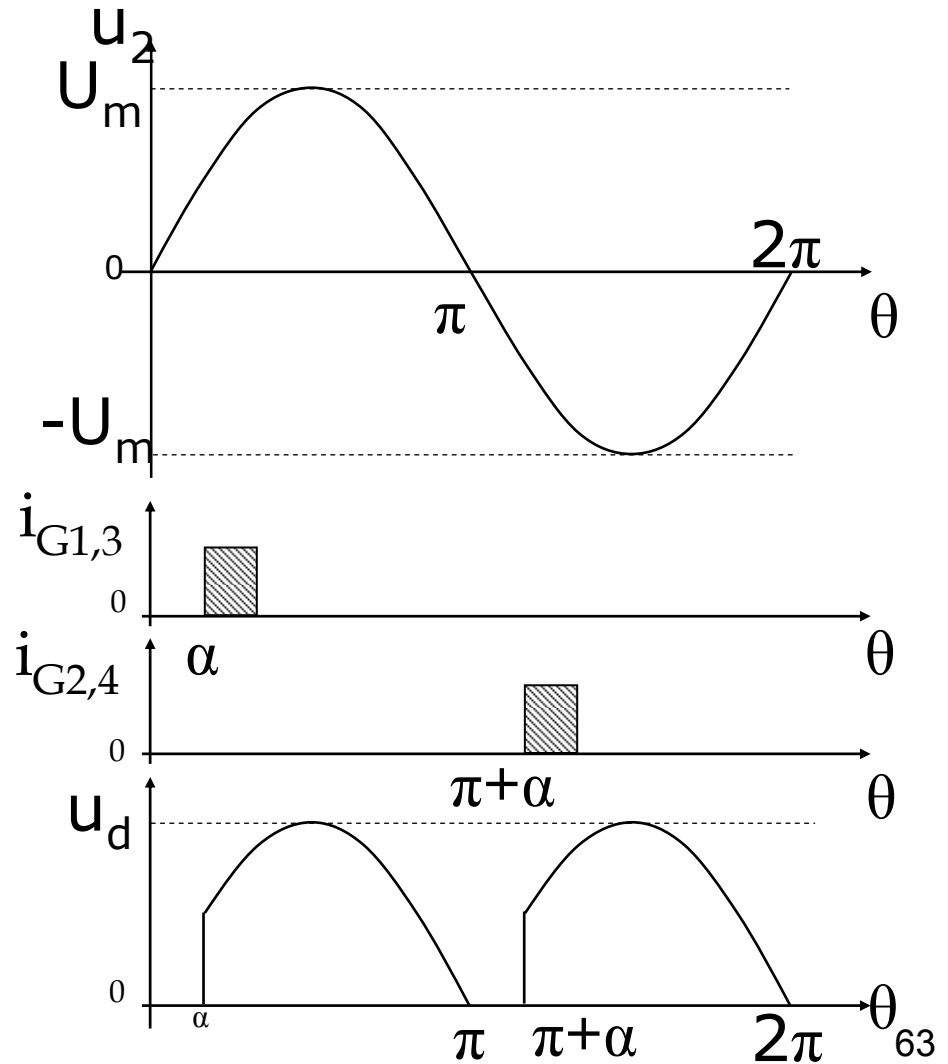
CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

III. Mạch chỉnh lưu cầu:

a. Tải R:



$$u_2 = \sqrt{2}U_2 \sin \theta$$



CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

Khi $\theta = \theta_1$; $i_{G1,3} > 0$, T_1 dẫn & T_3 dẫn
 $\Rightarrow u_d = u_2$

Khi $\theta = \pi + \alpha$ $i_{G2,4} > 0$ T_2 & T_4 dẫn $\Rightarrow u_{T2,4} = 0$
 $\Rightarrow u_d = u_2$

\Rightarrow Dòng qua tải i_d là dòng gián đoạn

Trị trung bình điện áp trên tải U_d

$$U_d = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2} U_2 \sin \theta d\theta$$

$$U_d = \frac{\sqrt{2} U_2}{\pi} (1 + \cos \alpha)$$

CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

Trị trung bình của dòng qua tải

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

Trị trung bình của dòng qua mỗi SCR

$$I_T = \frac{I_d}{2}$$

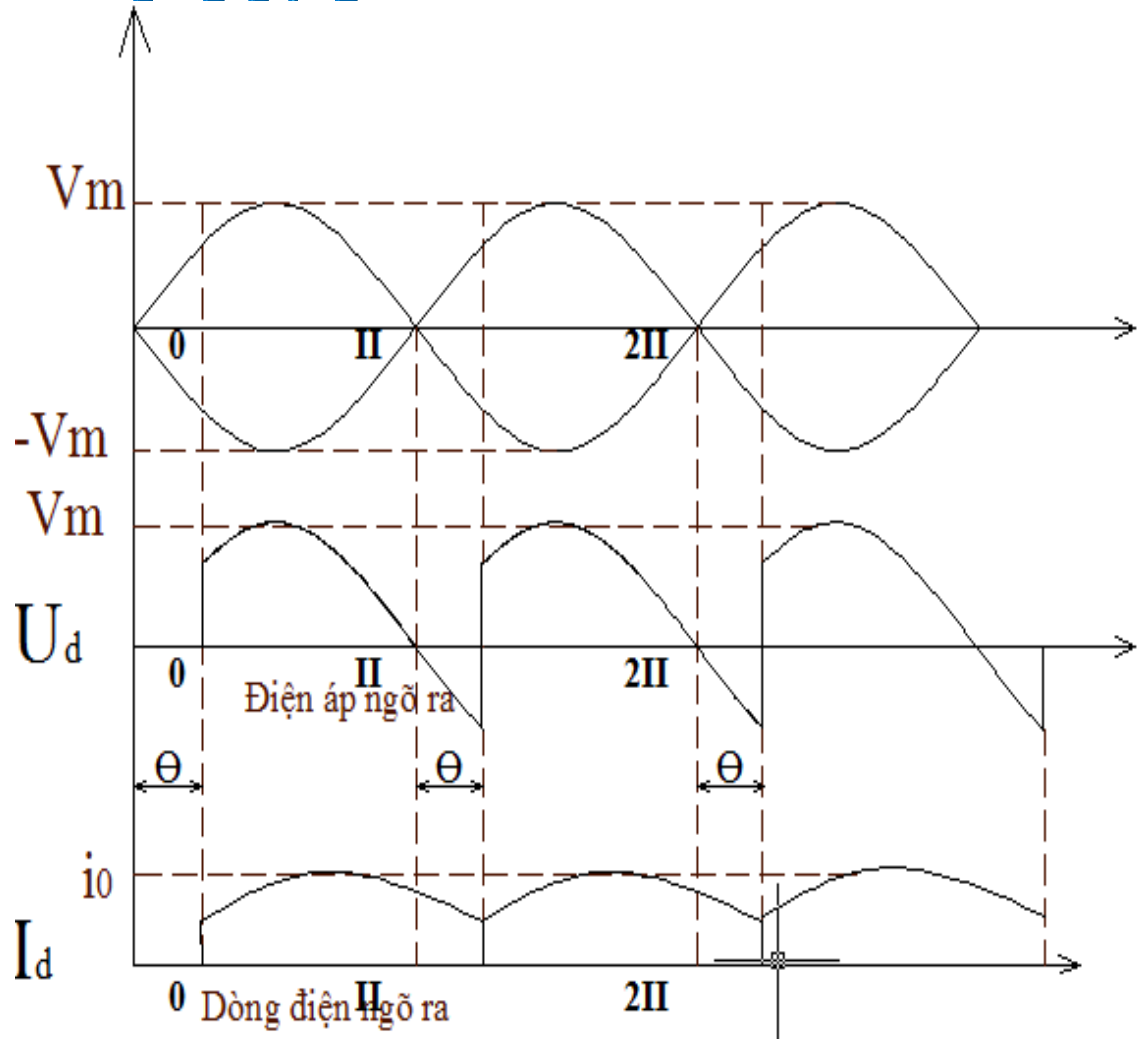
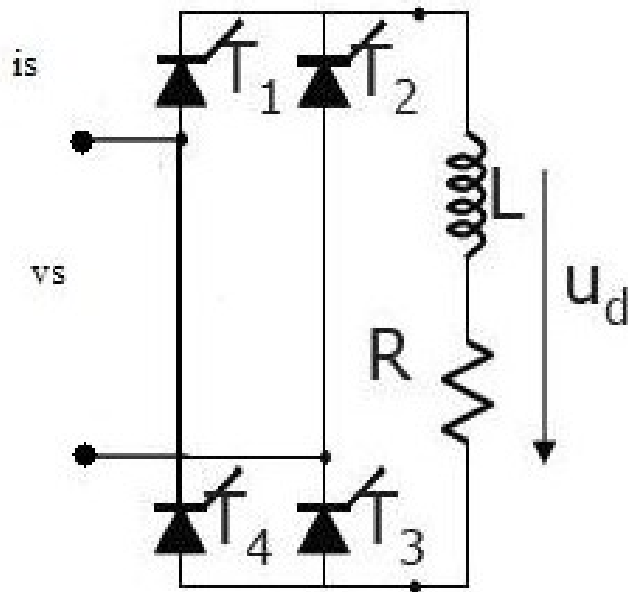
Điện áp ngược cực đại trên mỗi SCR

$$U_{T_{\max}} = -\sqrt{2}U_2$$

CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

PHA

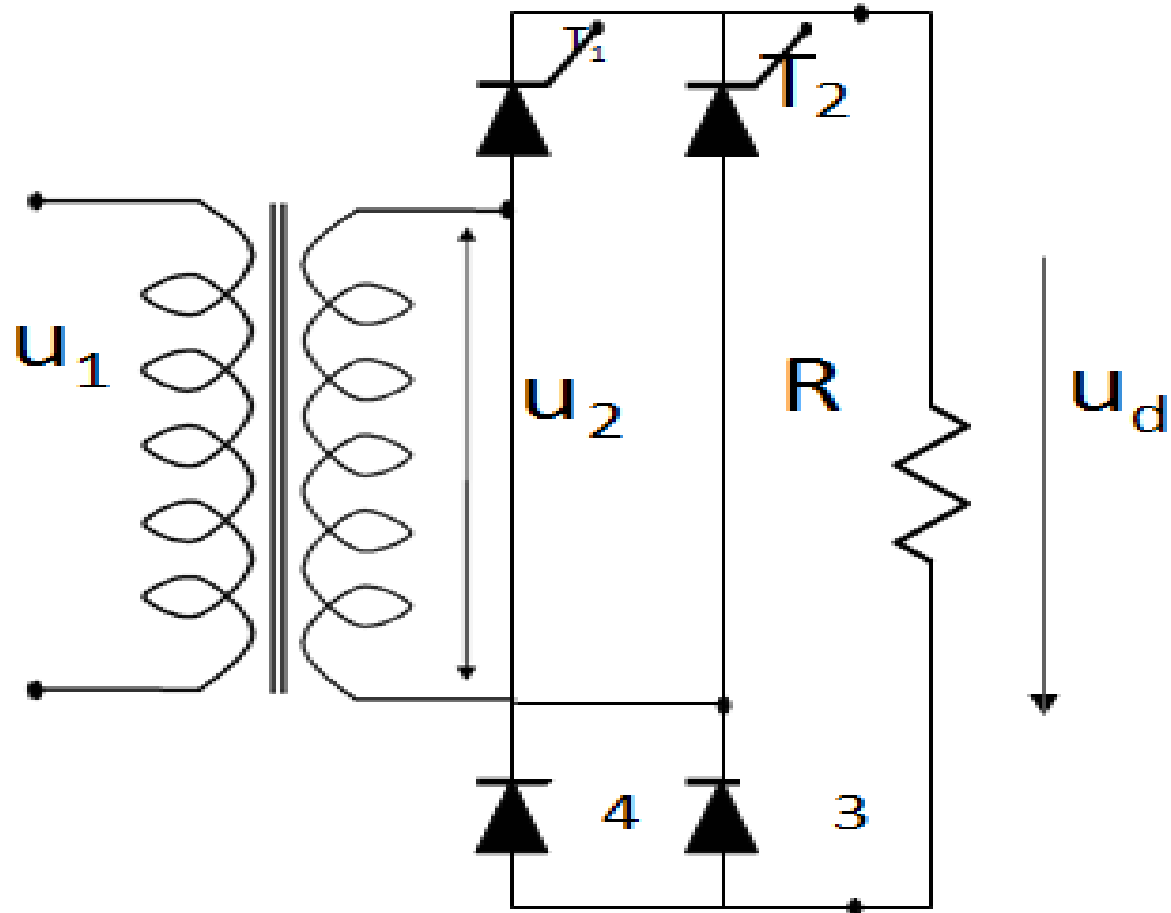
b. Tải RL:



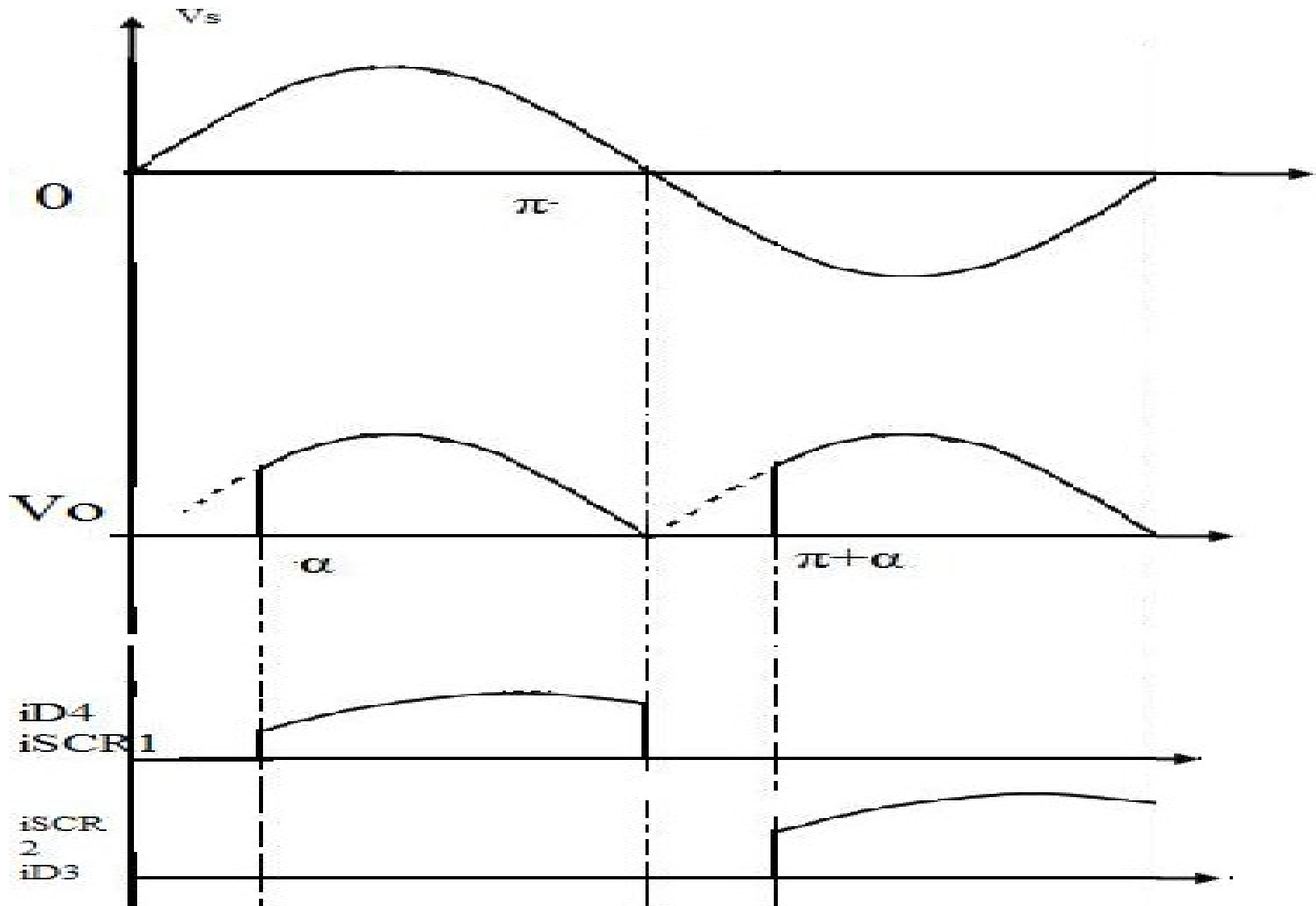
CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

III. Mạch chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng:

a. Tải R:



CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

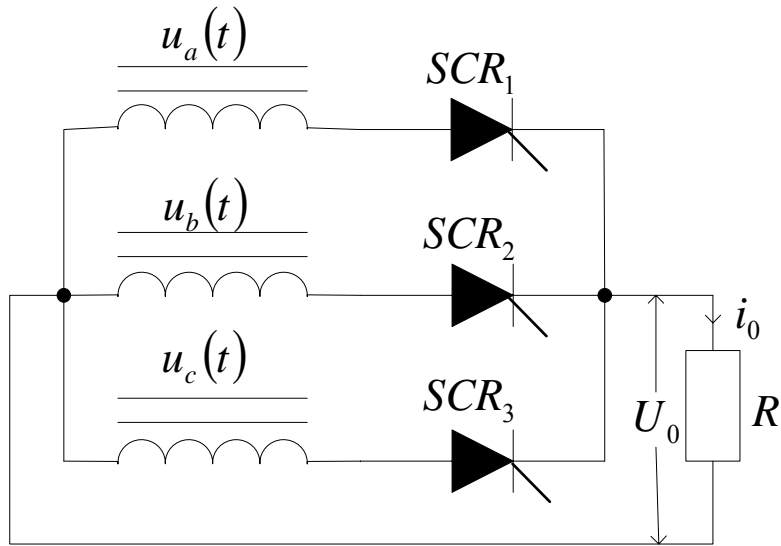


CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN MỘT PHA

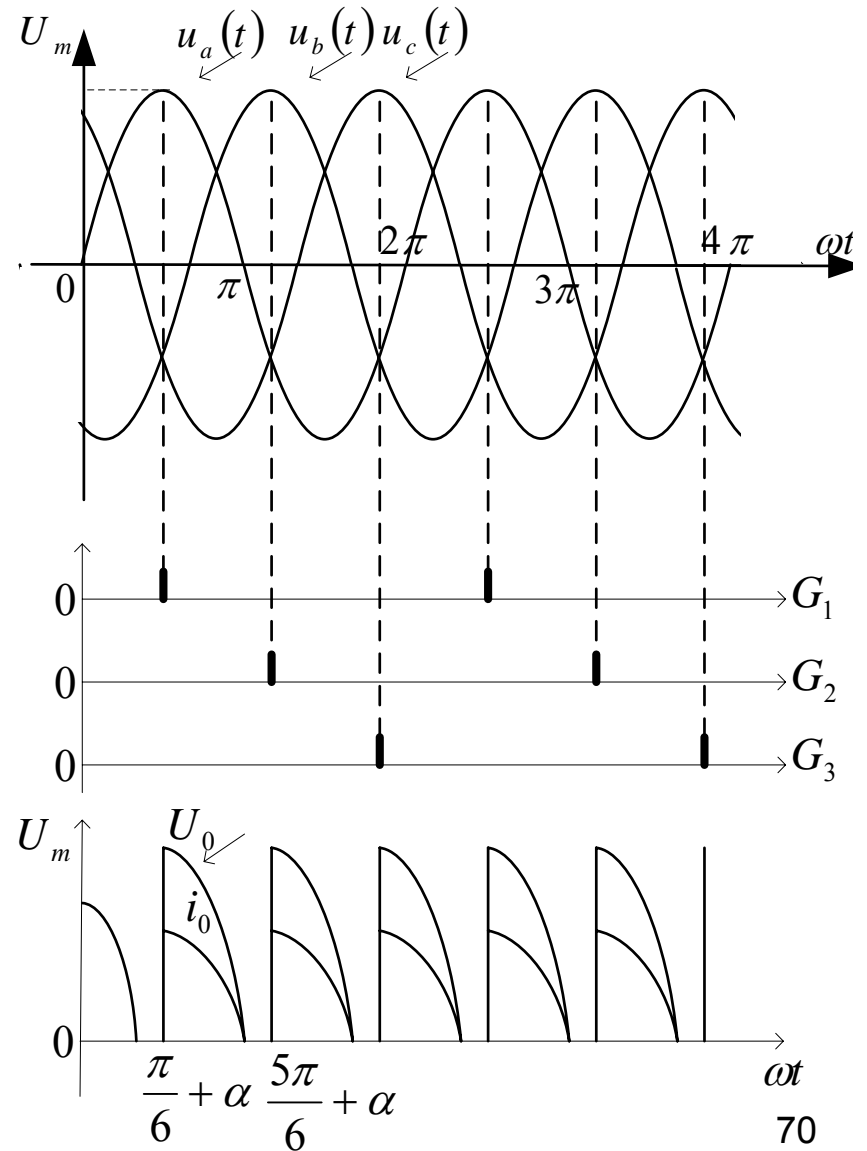
Giá trị trung bình điện áp ra:

$$V_0 = \frac{V_m}{\pi} (1 + \cos\alpha)$$

MẠCH CHỈNH LƯU 3 PHA HÌNH TIA CÓ ĐIỀU KHIỂN



• TẢI R:



MẠCH CHỈNH LƯU 3 PHA HÌNH TIA CÓ ĐIỀU KHIỂN

Trị trung bình của điện áp chỉnh lưu.

$$U_d = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_d d\theta = \frac{3}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6} + \alpha}^{\frac{5\pi}{6} + \alpha} \sqrt{2} U_2 \sin\theta d\theta$$

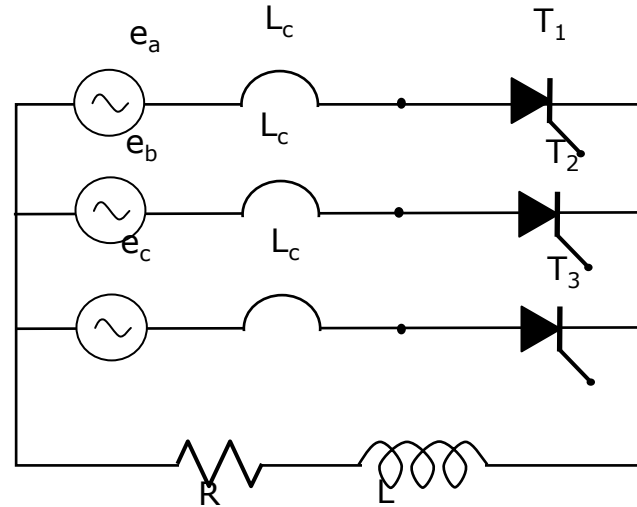
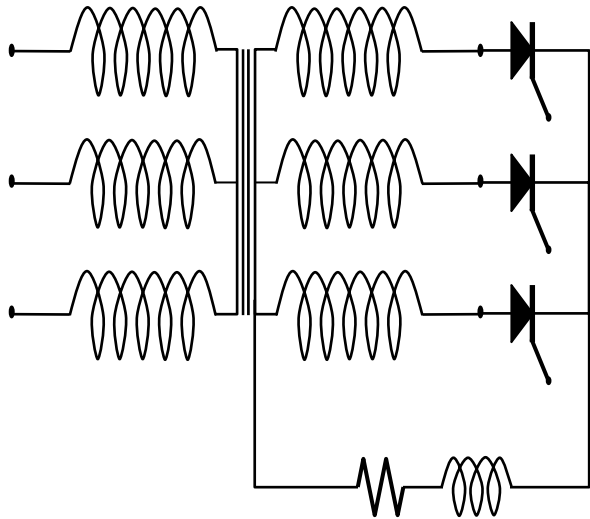
$$U_d = \frac{3\sqrt{6}U_2}{2\pi} \cos\alpha$$

Trị Trung bình của dòng qua tải

$$I_{AV} = \frac{U_{AV}}{R}$$

MẠCH CHỈNH LƯU 3 PHA HÌNH TIA CÓ ĐIỀU KHIỂN

• TẢI RL:

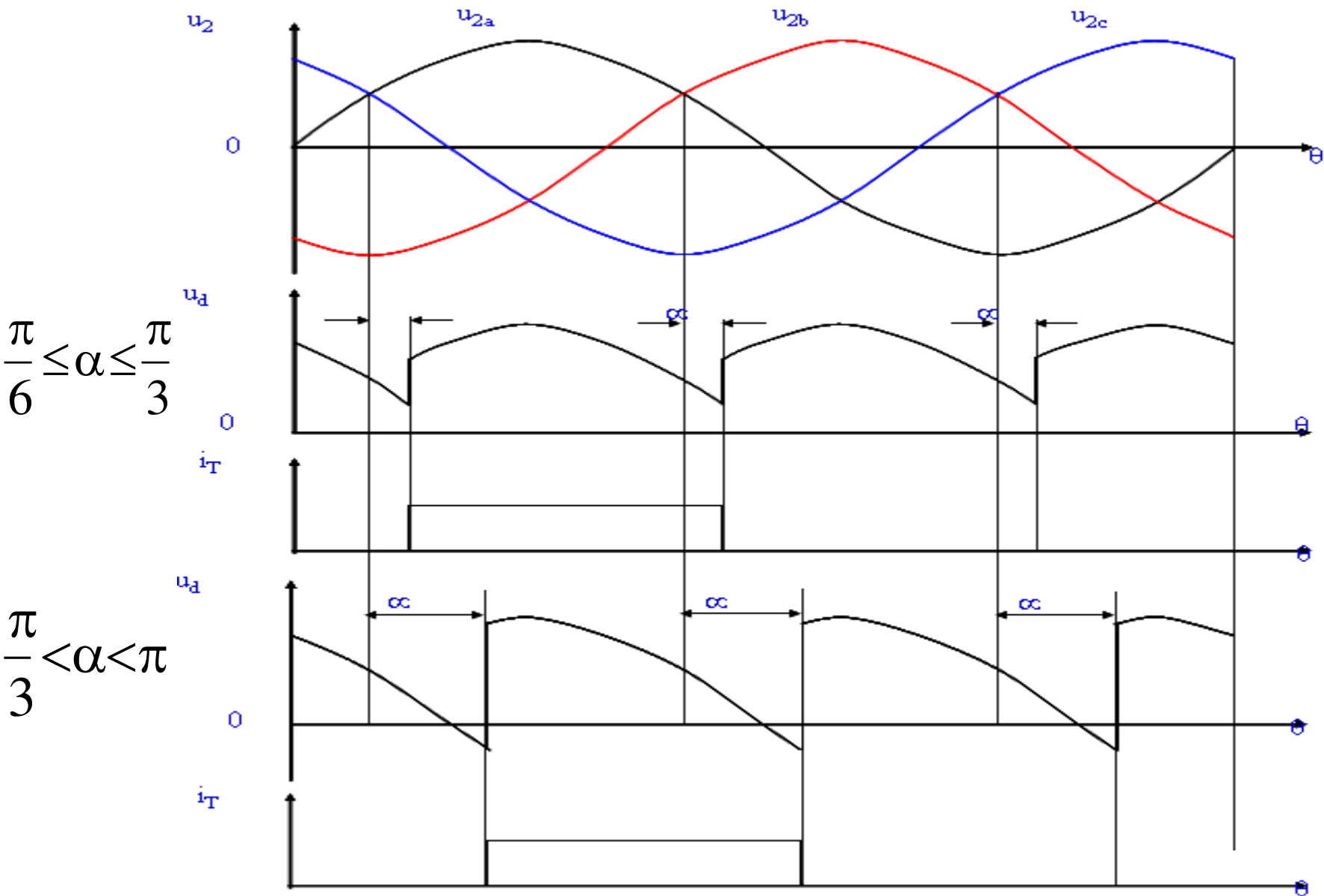


Trị trung bình điện áp trên tải : $\pi/6 < \alpha < \pi$

$$U_{AV} = \frac{3}{2\pi} \int_{\pi/6 + \alpha}^{5\pi/6 + \alpha} U_m \sin \theta d\theta$$

$$= \frac{3U_m}{2\pi} (\cos(\pi/6 + \alpha) - \cos(5\pi/6 + \alpha))$$

MẠCH CHỈNH LƯU 3 PHA HÌNH TIA CÓ ĐIỀU KHIỂN



Xét hiện tượng trùng dẫn:

$$e_a = \sqrt{2} U_2 \sin \theta$$

$$e_b = \sqrt{2} U_2 \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right)$$

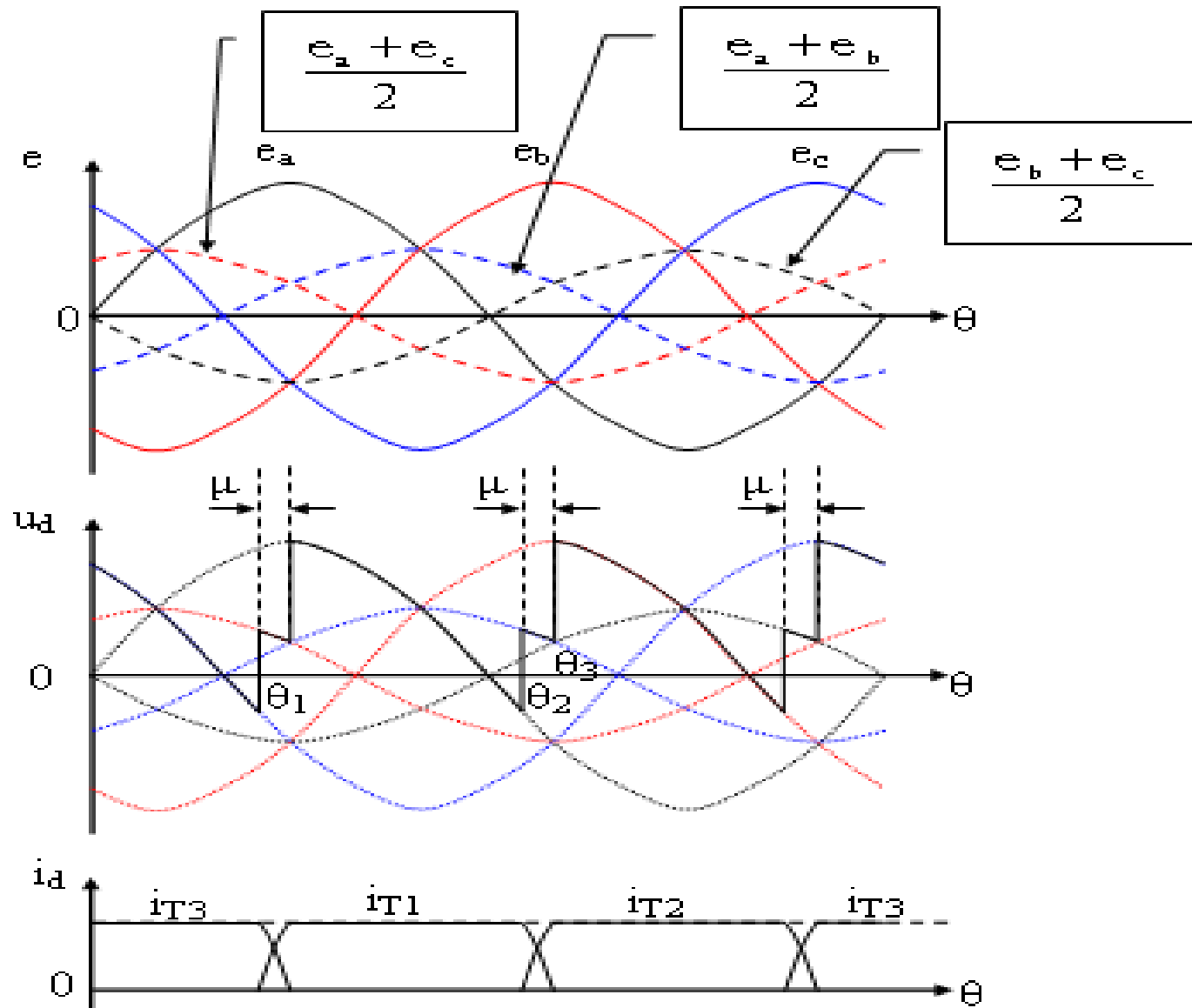
$$e_c = \sqrt{2} U_2 \sin\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right)$$

- Giả sử T1 dẫn, cho dòng chảy qua T1 là : $i_{T1} = I_d$
- Khi $\theta = \theta_2$ có xung kích cho T2 dẫn. Lúc này cả 2 SCR T1 & T2 cùng dẫn cho dòng chảy qua làm cho 2 nguồn e_a & e_b ngắn mạch .
- Nếu ta dời góc tọa độ từ 0 đến θ_2 , ta có :

$$e_a = \sqrt{2} U_2 \sin\left(\theta + \frac{5\pi}{6} + \alpha\right)$$

$$e_b = \sqrt{2} U_2 \sin\left(\theta + \frac{\pi}{6} + \alpha\right)$$

MẠCH CHỈNH LƯU 3 PHA HÌNH TIA CÓ ĐIỀU KHIỂN



- Điện áp ngắn mạch u_c : $u_c = e_b - e_a = \sqrt{6}U_2 \sin(\theta + \alpha)$
- Dòng điện ngắn mạch :

$$\sqrt{6}U_2 \sin(\theta + \alpha) = 2X_c \frac{di_c}{d\theta} = \frac{\sqrt{6}U_2}{2X_c} [\cos \alpha - \cos(\theta + \alpha)]$$

- Giả sử quá trình chuyển mạch chỉ xảy ra trong đoạn từ $\theta_2 \rightarrow \theta_3$ và gọi μ là góc trùng dẫn : $\mu = \theta_3 - \theta_2$
- Khi $\theta = \mu \Rightarrow i_{T1} = 0$ & $i_{T2} = I_d$.
- Do đó ta có phương trình chuyển mạch:

$$\cos \alpha - \cos(\mu + \alpha) = \frac{2X_c I_d}{\sqrt{6}U_2}$$

• **Xác định ΔU_μ**

$$\Delta U_\mu = \frac{3}{2\pi} \int_0^\mu \left(e_b - \frac{e_a + e_b}{2} \right) d\theta$$

$$\Delta U_\mu = \frac{3}{2\pi} \int_0^\mu \left(\frac{e_b - e_a}{2} \right) d\theta$$

$$\Delta U_\mu = \frac{3}{2\pi} \int_0^\mu \frac{\sqrt{6} U_2 \sin(\theta + \alpha)}{2} d\theta$$

$$\Delta U_\mu = \frac{3\sqrt{6}U_2}{4\pi} [\cos\alpha - \cos(\mu + \alpha)]$$

Phương trình chuyển mạch

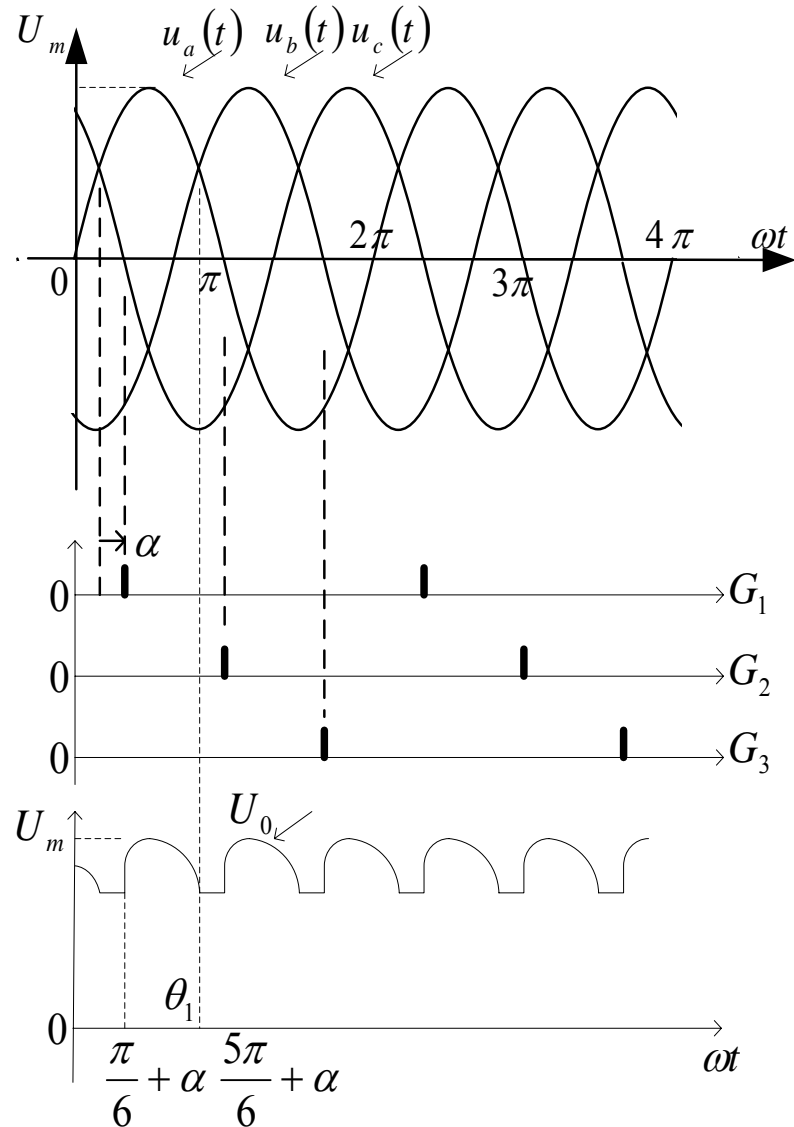
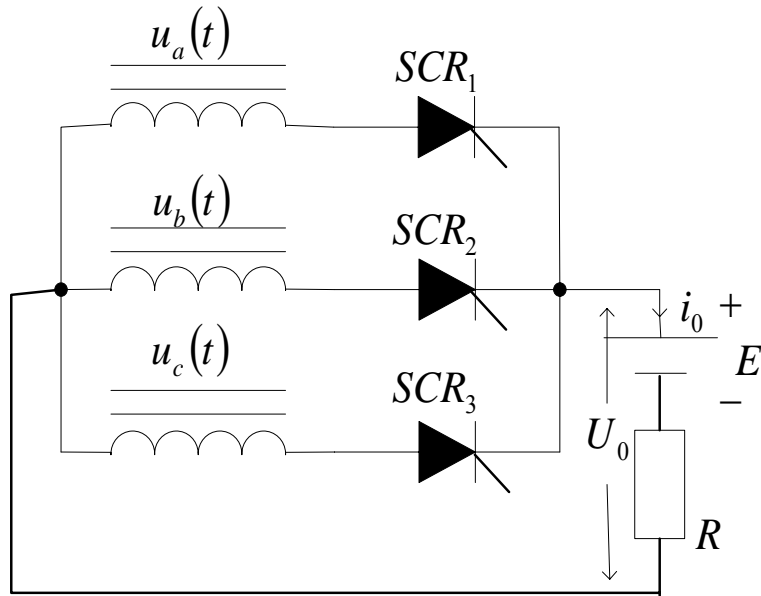
$$\Delta U_\mu = \frac{3 X_c I_d}{2\pi}$$

Trị trung bình của điện áp trên tải U_d' bị giảm đi 1 lượng ΔU_μ

$$U_d' = U_d - \Delta U_\mu = U_d - \frac{3X_c I_d}{2\pi}$$

MẠCH CHỈNH LƯU 3 PHA HÌNH TIA CÓ ĐIỀU KHIỂN

• Tải R+E



i_0

MẠCH CHỈNH LƯU 3 PHA HÌNH TIA CÓ ĐIỀU KHIỂN

❖ Nếu $E < \frac{U_m}{2}$ dạng sóng điện áp ngõ ra không bị ảnh hưởng

❖ Nếu $\frac{U_m}{2} < E < U_m$ dạng sóng điện áp ngõ ra bị ảnh hưởng

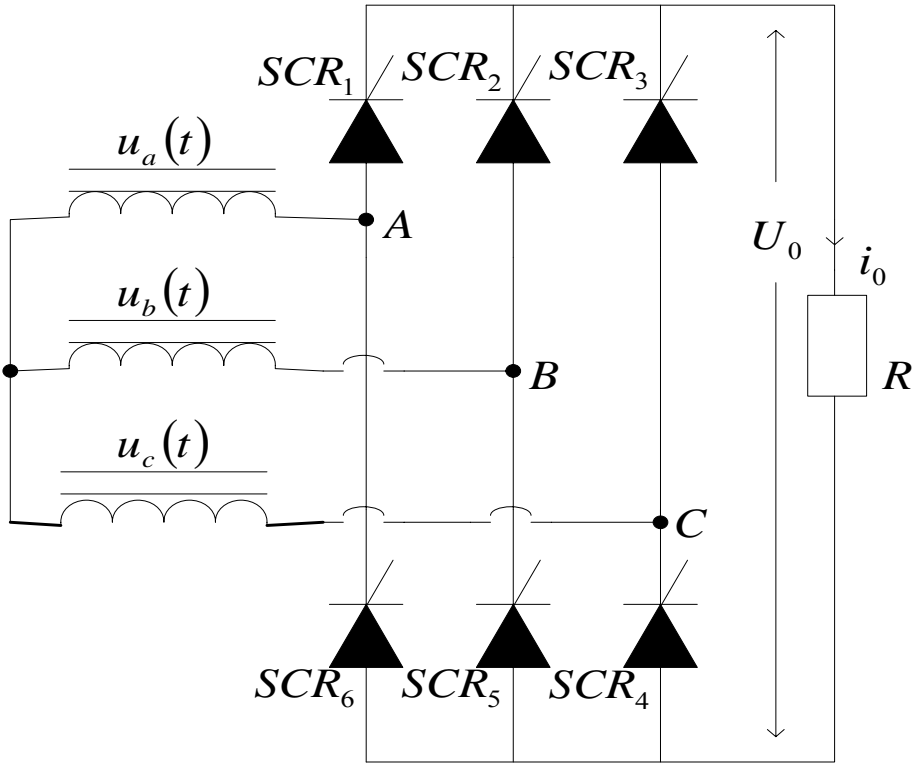
○ Trị trung bình của điện áp chỉnh lưu

$$U_{AV} = \frac{3}{2\pi} \int_{\pi/6+\alpha}^{\theta_1} U_m \sin \theta d\theta + \frac{3}{2\pi} \int_{\theta_1}^{5\pi/6+\alpha} E d\theta$$

$$= \frac{3U_m}{2\pi} (\cos(\pi/6 + \alpha) - \cos \theta_1) + \frac{3E}{2\pi} (5\pi/6 + \alpha - \theta_1)$$

MẠCH CHỈNH LƯU 3 PHA HÌNH CẦU CÓ ĐIỀU KHIỂN

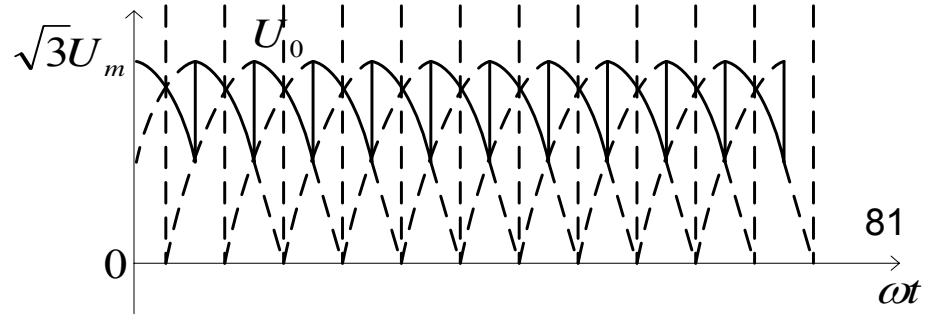
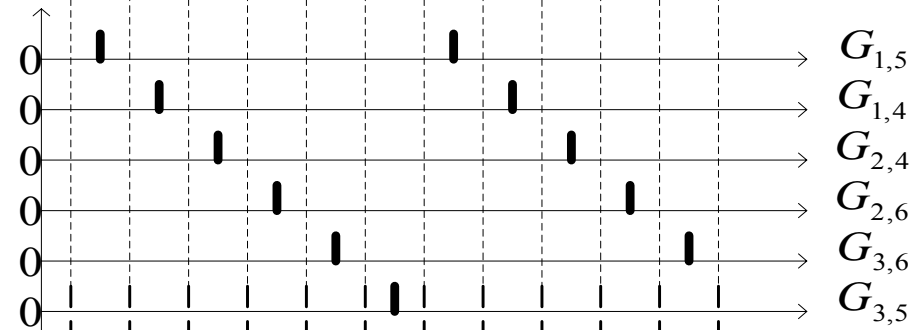
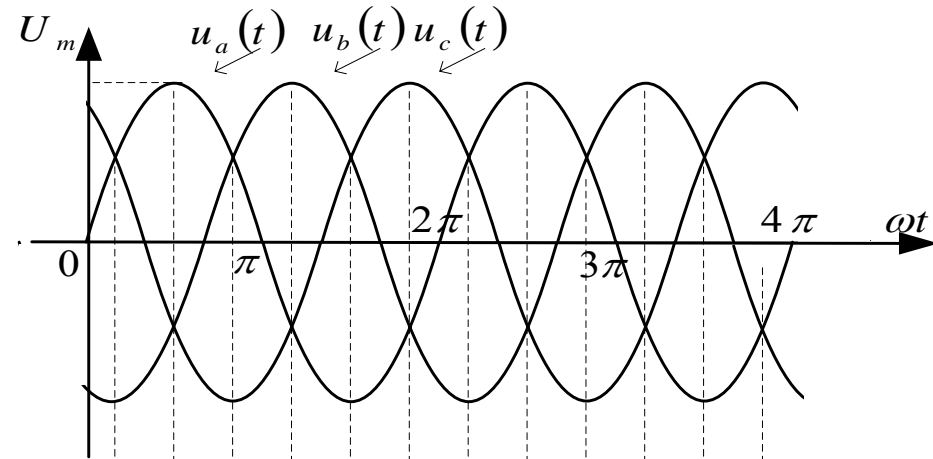
• Tải R



$$u_a(t) = U_m \sin \theta$$

$$u_b(t) = U_m \sin \left(\theta - \frac{2\pi}{3} \right)$$

$$u_c(t) = U_m \sin \left(\theta - \frac{4\pi}{3} \right)$$



MẠCH CHỈNH LƯU 3 PHA HÌNH CẦU CÓ ĐIỀU KHIỂN

Trường hợp

$$0 \leq \alpha \leq \pi/3$$

- Trị trung bình điện áp chỉnh lưu

$$U_{AV} = \frac{3\sqrt{3}}{\pi} \int_{\pi/6+\alpha}^{3\pi/6+\alpha} U_m \sin(\pi/6 + \theta) d\theta$$

$$= \frac{3\sqrt{3}U_m}{\pi} (\cos(\pi/3 + \alpha) - \cos(2\pi/3 + \alpha))$$

- Trị trung bình qua tải

$$I_{AV} = \frac{U_{AV}}{R}$$

$$= \frac{3\sqrt{3}U_m}{\pi R} (\cos(\pi/3 + \alpha) - \cos(2\pi/3 + \alpha))$$

MẠCH CHỈNH LƯU 3 PHA HÌNH CẦU CÓ ĐIỀU KHIỂN

Trường hợp

$$\pi/3 < \alpha < 2\pi/3$$

- Trị trung bình điện áp chỉnh lưu

$$U_{AV} = \frac{3}{\pi} \int_{\pi/6+\alpha}^{5\pi/6} \sqrt{3}U_m \sin(\pi/6 + \theta) d\theta$$

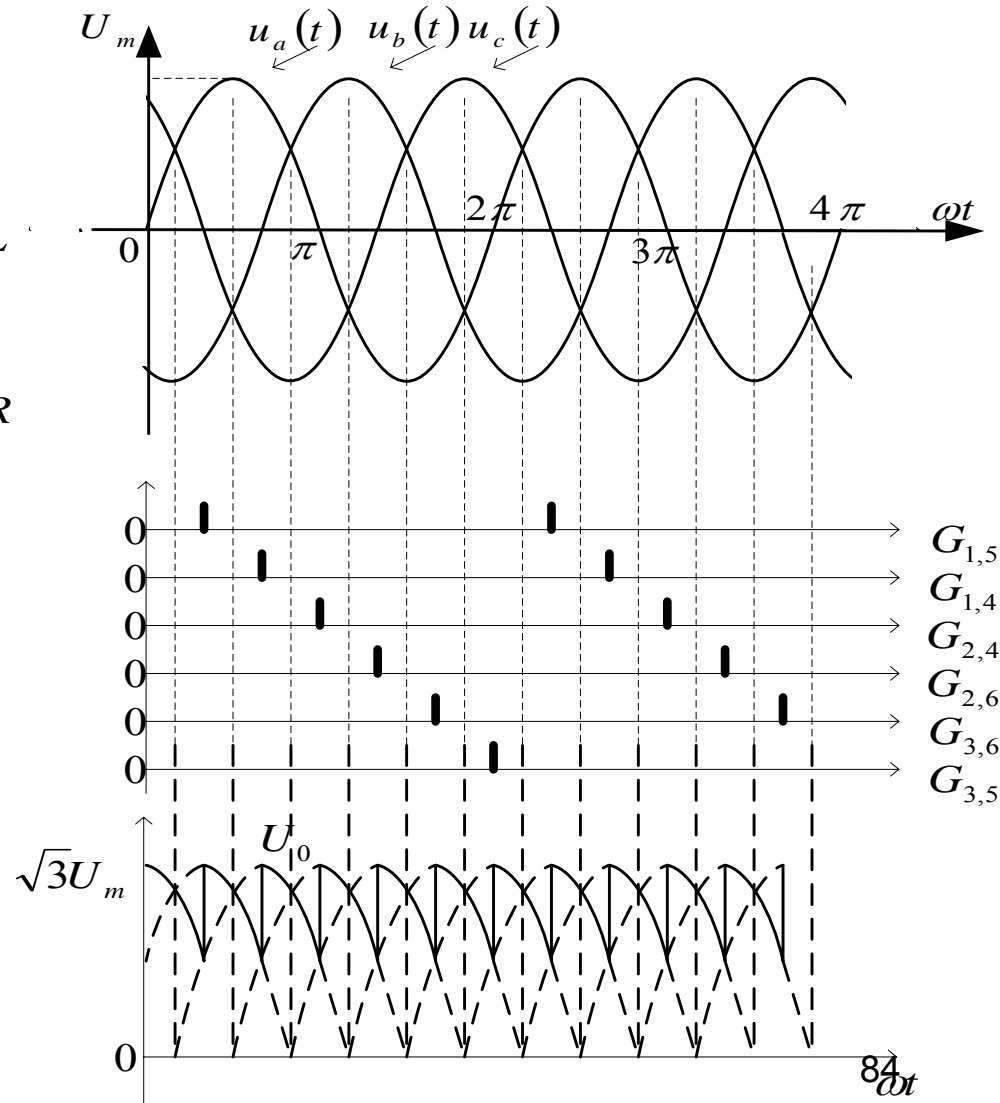
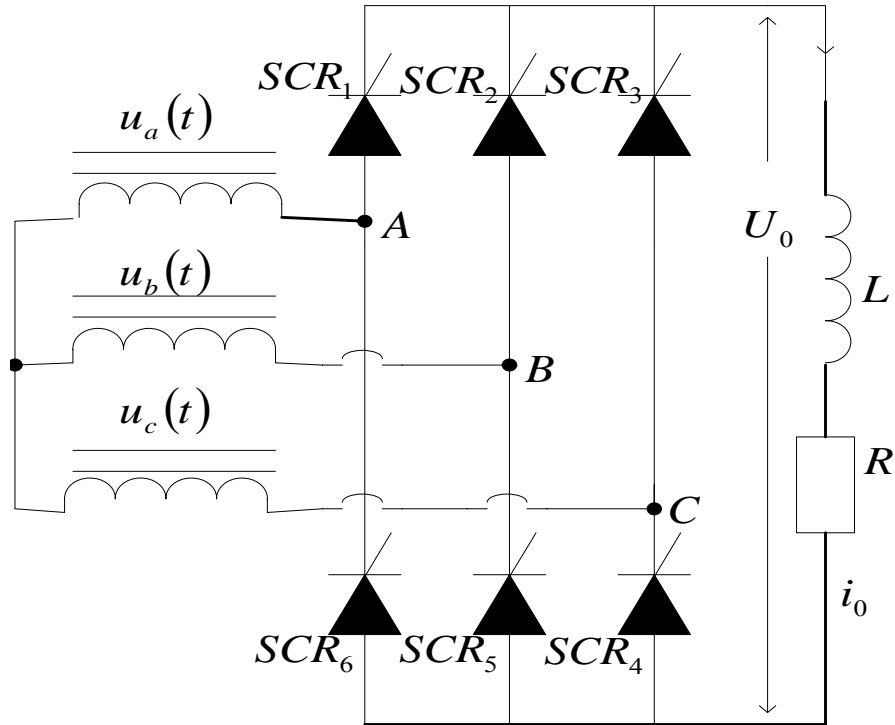
$$= - \frac{3\sqrt{3}U_m}{\pi} (1 + \cos(\pi/3 + \alpha))$$

- Trị trung bình qua tải

$$I_{AV} = \frac{U_{AV}}{R}$$

MẠCH CHỈNH LƯU 3 PHA HÌNH CẦU CÓ ĐIỀU KHIỂN

• Tải R+L :



MẠCH CHỈNH LƯU 3 PHA HÌNH CẦU CÓ ĐIỀU KHIỂN

Trường hợp $0 < \alpha < 2\pi/3$ dạng sóng ngõ ra không ảnh hưởng đến L.

- Trị trung bình điện áp chỉnh lưu

$$U_{AV} = \frac{3}{\pi} \int_{\pi/6+\alpha}^{5\pi/6} \sqrt{3}U_m \sin(\pi/6 + \theta) d\theta$$

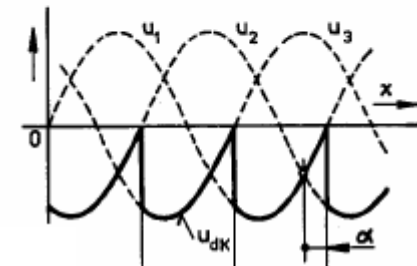
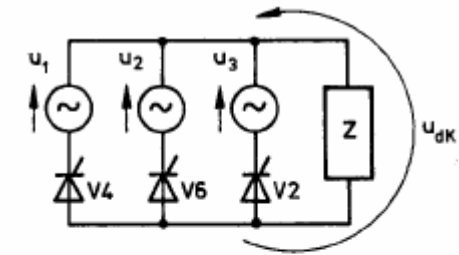
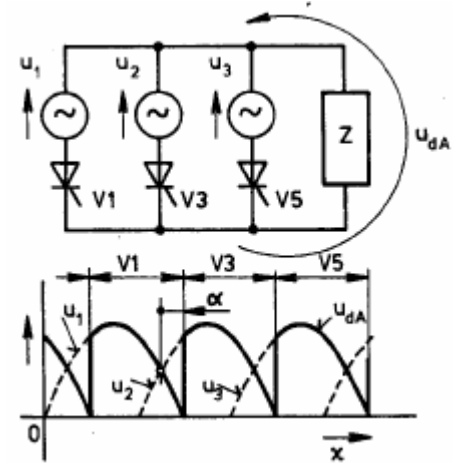
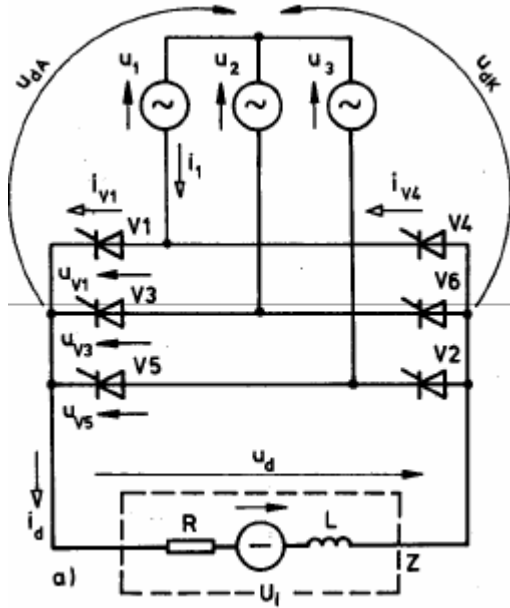
$$= -\frac{3\sqrt{3}U_m}{\pi} (1 + \cos(\pi/3 + \alpha))$$

- Trị trung bình qua tải

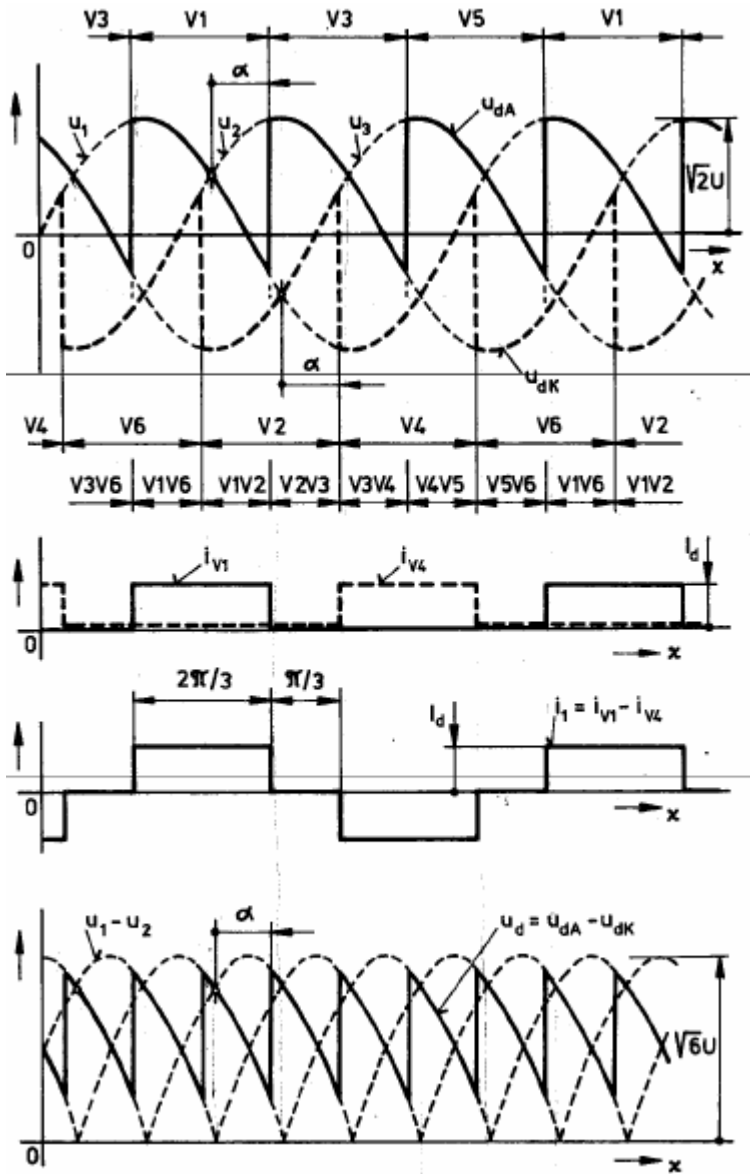
$$I_{AV} = \frac{U_{AV}}{R}$$

MẠCH CHỈNH LƯU 3 PHA HÌNH CẦU CÓ ĐIỀU KHIỂN

• Tải R+L+E :



MẠCH CHỈNH LƯU 3 PHA HÌNH CẦU CÓ ĐIỀU KHIỂN



$$U_d = U_{dA} - U_{dK}$$

$$U_d = R \cdot i_d + L \cdot \frac{di_d}{dt} + E$$

Phương trình mô tả trạng thái mạch, giả sử khi V_1, V_2 đóng:

$$u_{V1} = 0; u_{V2} = 0;$$

$$u_{V3} = u_2 - u_1; u_{V4} = u_1 - u_3$$

$$I_{v1} = i_d; i_{v2} = i_d; i_{v3} = 0; i_{v4} = 0;$$

$$u_{V5} = u_3 - u_1; u_{V6} = u_2 - u_3$$

$$I_{v5} = 0; i_{v6} = 0; u_d = u_{dA} - u_{dK} = u_1 - u_3$$

MẠCH CHỈNH LƯU 3 PHA HÌNH CẦU CÓ ĐIỀU KHIỂN

Các hệ quả khi dòng tải liên tục:

- Chu kỳ điện áp chỉnh lưu bằng 1/6 chu kỳ áp nguồn $T_p = 1/6T$

- Trị trung bình áp chỉnh lưu:

$$U_d = \frac{3\sqrt{6}U_2}{\pi} \cos \alpha$$

- Phạm vi góc điều khiển: $\alpha (0, \pi)$

- Dòng trung bình dòng qua tải RLE: $I_d = \frac{U_d - E}{R}$

- Trị trung bình dòng qua mỗi linh kiện: $I_{TAV} = I_d / 3$

CÁC HỆ THỨC CƠ BẢN CHO CÁC BỘ CHỈNH LƯU VỚI CHẾ ĐỘ DÒNG TẢI LIÊN TỤC VÀ PHẪNG

STT	Bộ chỉnh lưu	Áp chỉnh lưu trung bình U_d	Dòng trung bình chỉnh lưu I_d	Dòng qua linh kiện trung bình I_{TAV}	Điện áp cực đại trên linh kiện	Trị hiệu dụng dòng qua nguồn AC
1	Tia 3 pha không điều khiển	$U_d = \frac{3\sqrt{6}}{2\pi} \cdot U$	$I_d = \frac{U_d - E}{R}$	$I_d/3$	$\sqrt{3}U_m$	$\frac{I_d}{\sqrt{3}}$
2	Tia 3 pha điều khiển	$U_d = \frac{3\sqrt{6}}{2\pi} \cdot U \cos \alpha$	$I_d = \frac{U_d - E}{R}$	$I_d/3$	$\sqrt{3}U_m$	$\frac{I_d}{\sqrt{3}}$
3	Cầu 1 pha điều khiển hoàn toàn	$U_d = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot U \cos \alpha$	$I_d = \frac{U_d - E}{R}$	$I_d/2$	U_m	I_d
4	Cầu 1 pha điều khiển bán phần đối xứng	$U_d = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \cdot U \cdot (1 + \cos \alpha)$	$I_d = \frac{U_d - E}{R}$	$\frac{\pi - \alpha}{2\pi} \cdot I_d$ SCR $\frac{\pi + \alpha}{2\pi} \cdot I_d$ Diode	U_m	$\sqrt{\frac{\pi - \alpha}{\pi}} \cdot I_d$
5	Cầu 3 pha điều khiển hoàn toàn	$U_d = \frac{3\sqrt{6}}{\pi} \cdot U \cos \alpha$	$I_d = \frac{U_d - E}{R}$	$I_d/3$	$\sqrt{3}U_m$	$\sqrt{\frac{2}{3}} \cdot I_d$
6	Cầu 3 pha điều khiển bán phần	$U_d = \frac{3\sqrt{6}}{2\pi} \cdot U \cdot (1 + \cos \alpha)$	$I_d = \frac{U_d - E}{R}$	$I_d/3$	$\sqrt{3}U_m$	$\sqrt{\frac{2}{3}} \cdot I_d$

CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

I. Chức năng:

Bộ biến đổi điện áp một chiều dùng để điều khiển trị trung bình điện áp một chiều ngõ ra từ một nguồn điện áp một chiều không đổi.

Điện áp trên tải có dạng xung do quá trình đóng ngắt liên tục nguồn điện áp một chiều không thay đổi vào tải

II. Ứng dụng:

- Truyền động điện điều chỉnh điện áp DC.
- Dùng trong giao thông công cộng, nguồn cung cấp cho các ô tô điện, xe điện.
- Nguồn điện trong các hầm mỏ, khoang phi thuyền
- Nguồn DC điều khiển dùng trong dân dụng.

CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

III. Phân loại:

1. Phân loại theo chức năng biến đổi

- Giảm áp – mắc nối tiếp
- Tăng áp – mắc song song
- Điều khiển xung giá trị điện trở

2. Phân loại theo phương pháp điều khiển

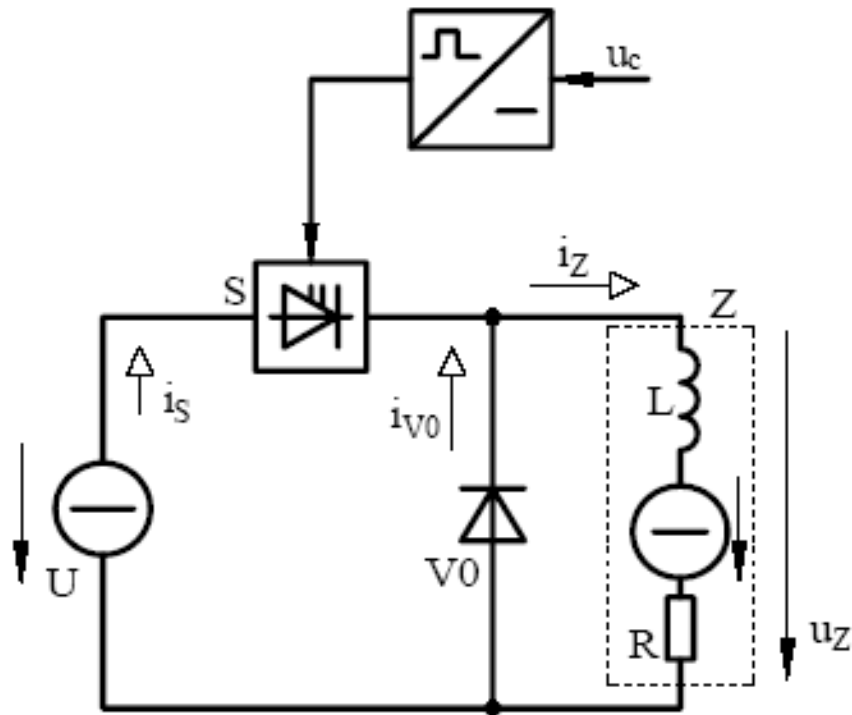
- Tần số xung
- Độ rộng xung
- Hai giá trị

CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

IV. Nguyên lý làm việc của các bộ biến đổi xung

4.1 Bộ biến đổi giảm áp – mắc nối tiếp

a. Sơ đồ



CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

- Bộ giảm áp gồm nguồn điện áp một chiều không đổi mắc nối tiếp với tải qua công tắc S. Tải một chiều tổng quát gồm RL và sức điện động E (động cơ điện 1 chiều). Diode không V_0 mắc song song với tải.

- Khóa S:

+ Đối với tải công suất nhỏ sử dụng MOSFET, BJT.

+ Đối với công suất lớn sử dụng IGBT

- Giả thuyết:

+ Mạch xác lập.

+ Dòng tải liên tục

+ Tần số đóng ngắt không đổi

CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

b. Phân tích:

- Đóng khóa S $[0 \div T_1]$

$$U_z = U$$

Dòng qua tải i_z theo phương trình: $R \cdot i_z + L \cdot \frac{di_z}{dt} + E = U$

$i_z(0) = i_{zmin}$: dòng ở thời điểm ban đầu khi đóng khóa S

Nghiệm của phương trình dòng:

$$i_z(t) = \left(\frac{U - E}{R} - i_z(0) \right) \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) + i_z(0)$$

Với $\tau = L/R$: hằng số thời gian mạch tải (thời hằng).

CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

- Ngắt khoá S [$T_1 < t < T$]: khoảng thời gian ngắt là T_2

Do tồn tại cuộn L nên dòng vẫn được duy trì chiều cũ và khép kín qua diode không V_0

$$U_z = 0$$

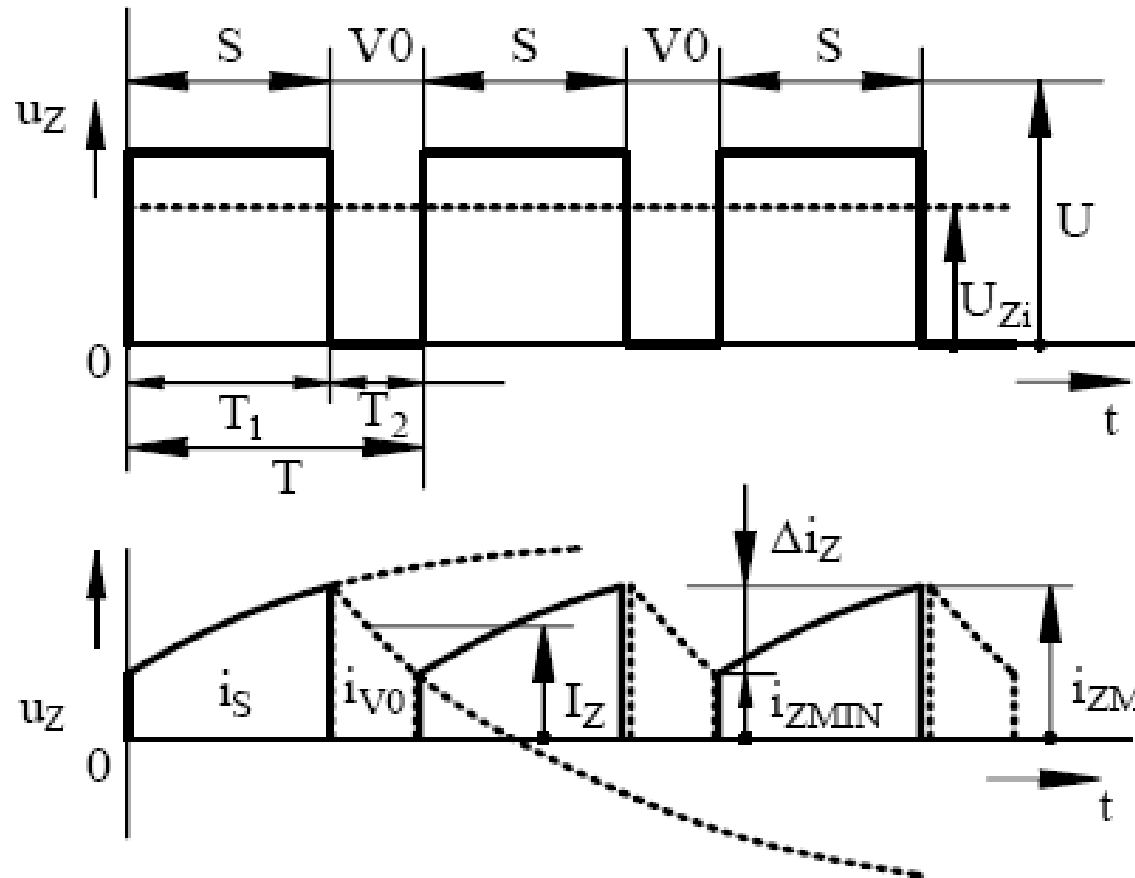
$$R \cdot i_z + L \cdot \frac{di_z}{dt} + E = 0$$

Điều kiện đầu: $i_z(T_1) = i_{z\max}$: giá trị dòng ở thời điểm ngắt khoá S

Nghiệm phương trình:

$$i_z(t) = \left(-\frac{E}{R} - i_z(T_1) \right) \left(1 - e^{-\frac{t-T_1}{\tau}} \right) + i_z(T_1)$$

CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU



CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

c. Các hệ quả:

- Trị trung bình áp trên tải:

$$U_Z = \frac{1}{T} \int_0^T U dt = \frac{T_1}{T} U = \gamma \cdot U$$

$$\gamma = \frac{T_1}{T} \quad \text{Tỷ số đóng khóa } S$$

$$0 \leq \gamma \leq 1 \quad \Rightarrow \quad 0 \leq U_Z \leq U$$

- Trị trung bình dòng qua tải:

$$I_Z = \frac{U_Z - E}{R} = \frac{I_{Z \max} + I_{Z \min}}{2}$$

CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

- Độ nhấp nhô dòng tải: $\Delta i_z = I_{z\max} - I_{z\min}$

d. Ví dụ:

Cho bộ giảm áp DC có điện áp $U = 400\text{V}$, $R = 10\Omega$, $L = 0,2\text{H}$, $E = 100\text{V}$.

Tần số đóng ngắt của khóa S: $f_{\text{sw}} = 10\text{kHz}$.

Dòng trung bình qua tải $I_z = 10\text{A}$

a. Xác định tỷ số đóng khoá S: γ

b. Tính T_1 , T_2

c. Vẽ giản đồ U_z , i_z

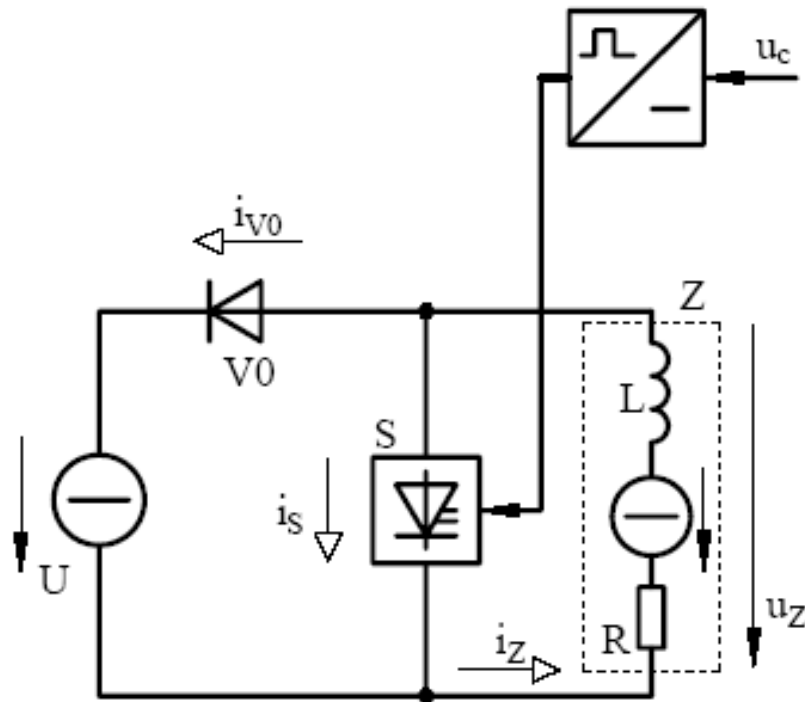
d. Tính U_z

e. Tính độ nhấp nhô dòng tải ΔI_z

CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

4.2 Bộ biến đổi tăng áp – mắc song song

a. Sơ đồ



CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

- Khi thực hiện hãm tái sinh động cơ 1 chiều, năng lượng từ nguồn sức điện động E được trả lại nguồn điện áp một chiều U , điều này chỉ thực hiện nhờ hoạt động của bộ tăng áp.

- Điều kiện để mạch hoạt động là $E < U$ và nguồn U có khả năng tiếp nhận năng lượng do tải trả về.

- Diode V_0 cho phép dòng điện dẫn theo chiều từ tải về nguồn và ngăn dòng theo chiều ngược lại.

CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

b. Phân tích:

- Đóng khóa S $[0 \div T_1]$

$$U_z = 0$$

Dòng qua tải i_z theo phương trình: $R \cdot i_z + L \cdot \frac{di_z}{dt} = E$

$i_z(0) = i_{zmin}$: dòng ở thời điểm ban đầu khi đóng khóa S

Nghiệm của phương trình dòng:

$$i_z(t) = \left(\frac{E}{R} - i_z(0) \right) \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) + i_z(0)$$

Với $\tau = L/R$: hằng số thời gian mạch tải (thời hằng).

Năng lượng do Sđđ E phát ra một phần tiêu tán trên R, 1 phần dự trữ trong L

CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

- Ngắt khoá S [$T_1 < t < T$]: khoảng thời gian ngắt là T_2

Do tồn tại cuộn L nên dòng vẫn được duy trì chiều cũ và khép kín qua diode không V_0

$$U_z = U$$

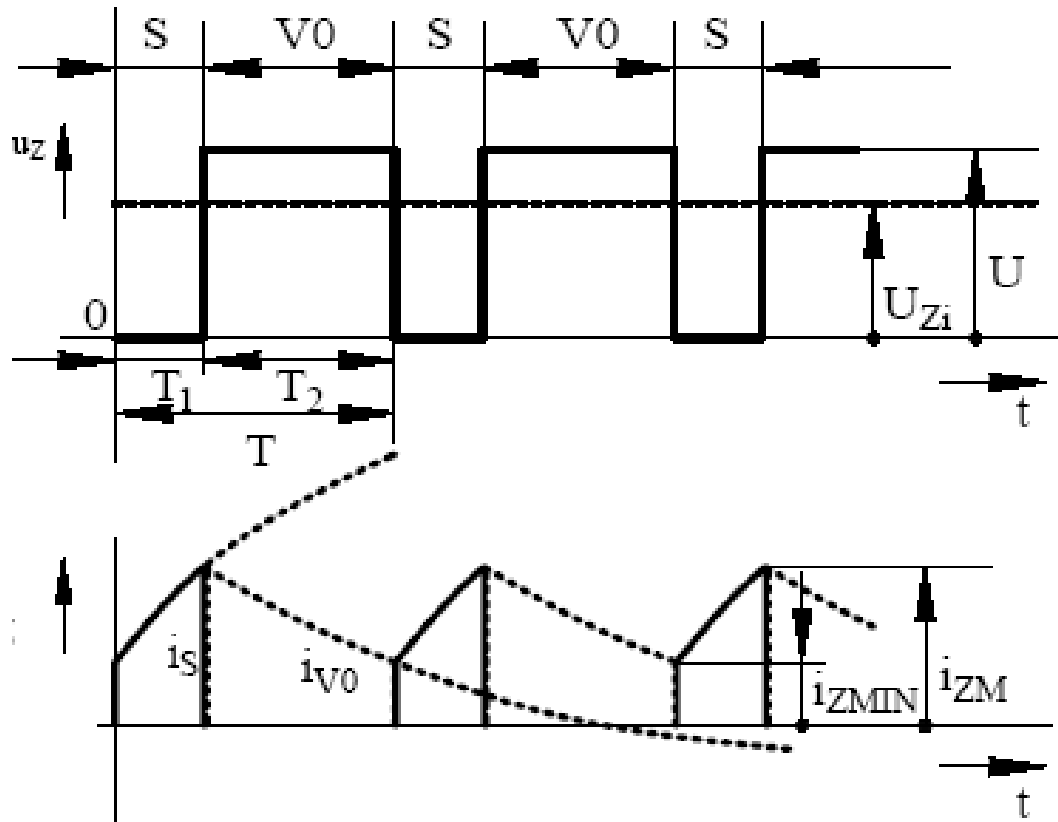
$$R \cdot i_z + L \cdot \frac{di_z}{dt} = E - U$$

Điều kiện đầu: $i_z(T_1) = i_{z\max}$: giá trị dòng ở thời điểm ngắt khoá S

Ngiệm phương trình:

$$i_z(t) = \left(\frac{E - U}{R} - i_z(T_1) \right) \left(1 - e^{-\frac{t - T_1}{\tau}} \right) + i_z(T_1)$$

CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU



CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

c. Các hệ quả:

- Trị trung bình áp trên tải:

$$U_Z = \frac{1}{T} \int_0^T U dt = \frac{T - T_1}{T} U = (1 - \gamma).U$$

$$\gamma = \frac{T_1}{T} \quad \text{Tỷ số đóng khóa S}$$

$$0 \leq \gamma \leq 1 \quad \Rightarrow \quad 0 \leq U_Z \leq U$$

- Trị trung bình dòng qua tải:

$$I_Z = \frac{-U_Z + E}{R} = \frac{I_{Z \max} + I_{Z \min}}{2}$$

CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

V. Các phương pháp điều khiển bộ biến đổi điện áp một chiều:

5.1 Điều khiển với thời gian đóng T_1 không đổi:

Khi có tín hiệu yêu cầu, công tắc S sẽ được kích đóng trong thời gian T_1 cố định. Sau đó công tắc S trở lại trạng thái ngắt.

Thời gian ngắt T_2 và chu kỳ đóng ngắt T thay đổi tùy ý. Vấn đề lọc thành phần xoay chiều của điện áp ngõ ra trở nên khó khăn. Phương pháp này ít sử dụng

CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

5.2 Điều khiển với tần số đóng ngắt không đổi

Chu kỳ đóng ngắt T không thay đổi. Điện áp trung bình trên tải được điều khiển thông qua sự phân bố khoảng thời gian đóng T_1 và ngắt công tắc T_2 . Đại lượng đặt trung khả năng phân bố chính là tỉ số γ .

Sóng điều chế có tần số không đổi và bằng tần số đóng ngắt công tắc S . Tần số thành phần xoay chiều hài cơ bản của điện áp tải bằng tần số cố định này. Do đó sóng điện áp tạo thành dễ lọc. Phương pháp này thường được sử dụng trong thực tiễn.

CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

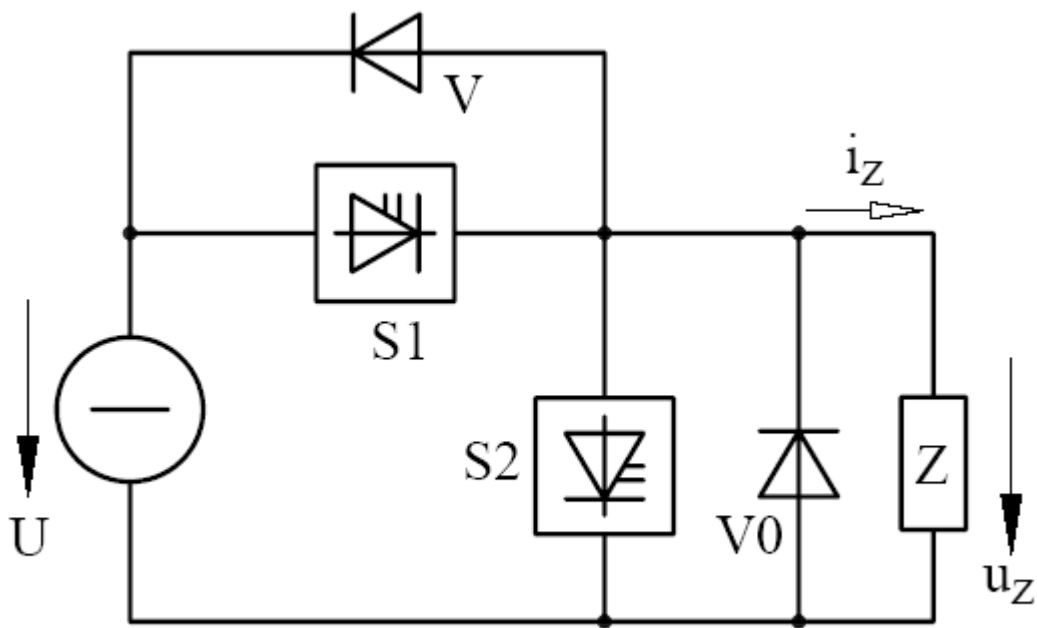
5.3 Điều khiển theo tỷ lệ dòng tải:

Trong trường hợp tải động cơ một chiều, việc điều khiển moment động cơ thông qua điều khiển dòng điện (tỉ lệ với moment). Để hiệu chỉnh dòng điện trong phạm vi cho phép, ta có thể sử dụng phương pháp điều khiển theo dòng điện. Theo đó công tắc S sẽ đóng ngắt sao cho dòng điện tải đo được và dòng điện yêu cầu có giá trị bằng nhau.

CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

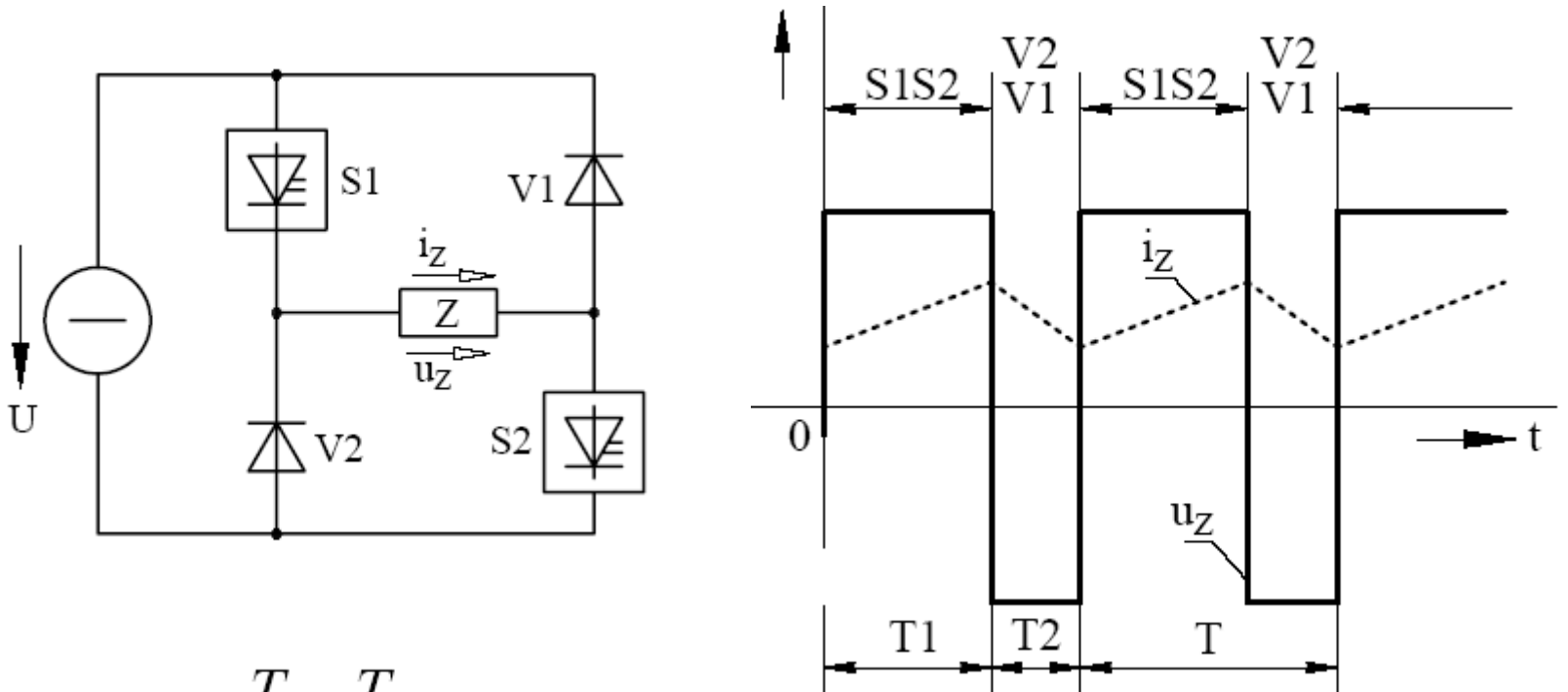
V. BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP 1 CHIỀU KÉP

5.1 Bộ biến đổi kép dạng đảo dòng



CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

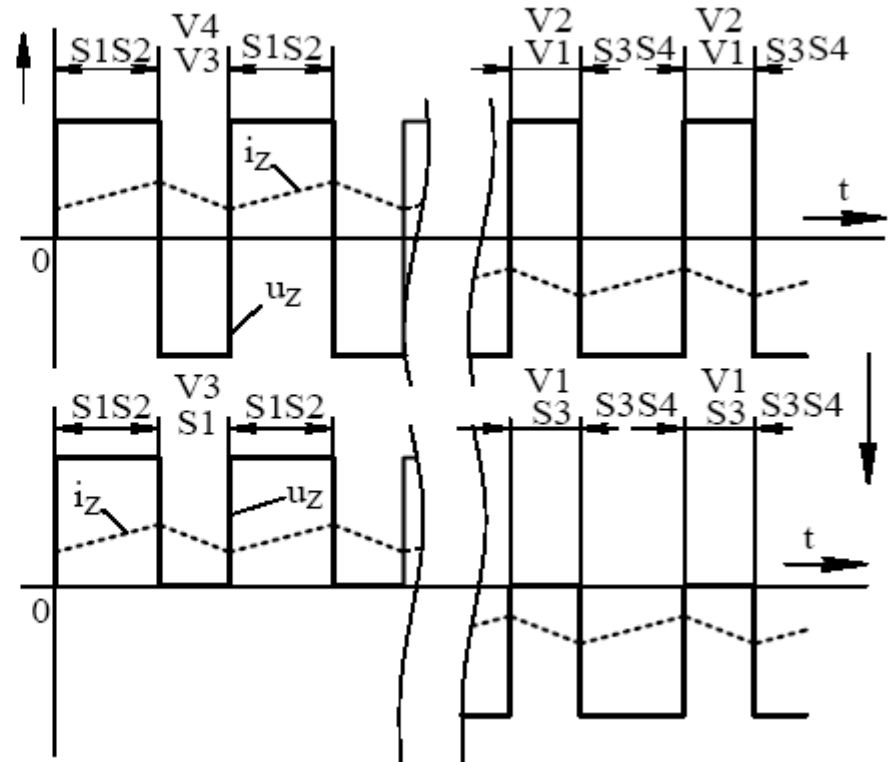
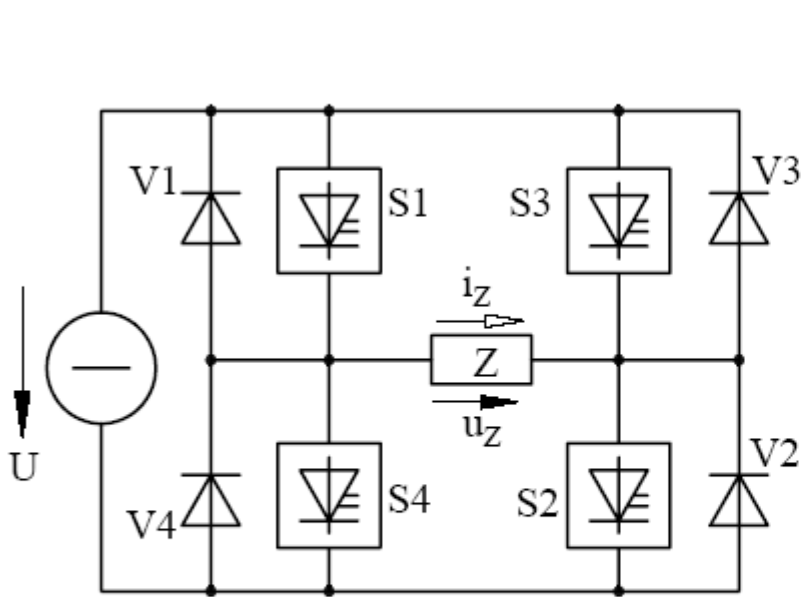
5.2 Bộ biến đổi kép dạng đảo áp



$$U_{zi} = U \frac{T_1 - T_2}{T} = U(2z - 1)$$

CHƯƠNG 3: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

5.3 Bộ biến đổi kép dạng tổng quát



CHƯƠNG 4: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

I. Chức năng:

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều dùng để điều khiển trị hiệu dụng điện áp ngõ ra, nó được mắc vào nguồn xoay chiều dạng sin với tần số và trị hiệu dụng không đổi và tạo ra điện áp ngõ ra xoay chiều có cùng tần số nhưng trị hiệu dụng điều khiển được.

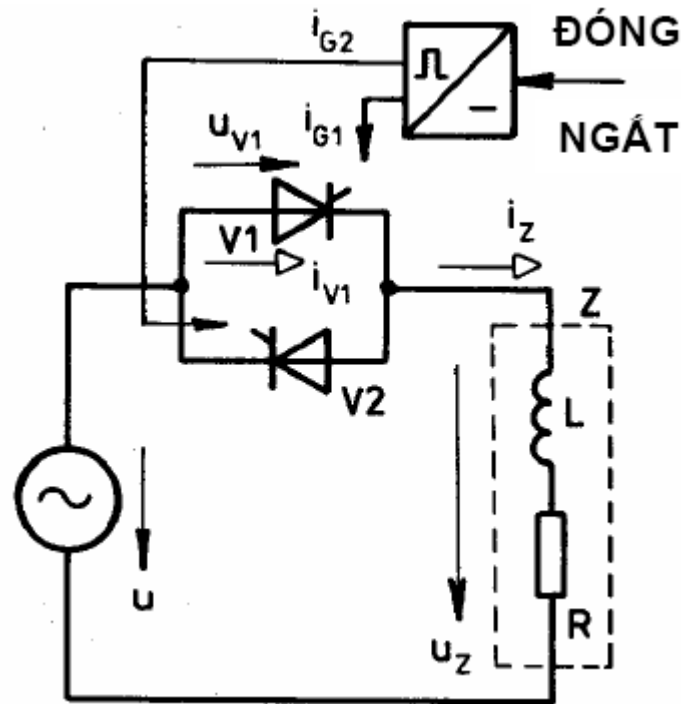
II. Ứng dụng:

- Truyền động điện động cơ không đồng bộ (khởi động mềm).
- Điều khiển tốc độ động cơ KĐB như máy quạt, máy bơm..
- Bù nhuyến công suất phản kháng.
- Điều khiển động cơ vạn năng (máy trộn, máy xấy, dụng cụ điện cầm tay..)
- Nguồn AC điều khiển dùng trong ánh sáng sân khấu, quảng

CHƯƠNG 4: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

III. Bộ biến đổi áp AC 1 pha

1. Sơ đồ



CHƯƠNG 4: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

2. Phân tích mạch:

2.1 Trường hợp tải thuần trở:

a. Trạng thái 0 $[0 \div \alpha]$

$$I_z = 0, u_z = 0$$

$$u_{v1} = u > 0$$

$$u_{v2} = -u < 0$$

$$i_{v1} = i_{v2} = 0$$

CHƯƠNG 4: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

b. Trạng thái v_1 [$\alpha \div \pi$]

$$u_{v1} = 0; i_{v1} = i_z$$

$$U_z = u; i_z = u_z / R$$

$$u_{vz} = 0; i_z = 0$$

Tại thời điểm $\omega t = \pi; u = 0$

$$\Rightarrow U_z = 0 \Rightarrow i_z = 0 \Rightarrow i_{v1} = 0$$

V_1 ngắt

c. Trạng thái 0 [$\pi \div (\alpha + \pi)$]

$$I_z = 0, u_z = 0$$

$$U_{v1} = u < 0; i_{v1} = 0$$

$$u_{v2} = -u > 0; i_{v2} = 0$$

Tại thời điểm $\omega t = \pi + \alpha; I_{G2} > 0$

V_2 đóng

CHƯƠNG 4: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

d. Trạng thái v_2 $[(\alpha + \pi) \div 2\pi]$

$$U_{v2} = 0$$

$$U_z = u; i_z = u_z / R$$

$$u_{v1} = 0, i_{v1} = 0$$

$$I_{v2} = - i_z$$

Tại thời điểm $\omega t = 2\pi$

$$U = 0 \Rightarrow u_z = 0$$

$$i_z = 0 \Rightarrow i_{v2} = 0$$

V_2 ngắt

CHƯƠNG 4: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

e. Các hệ quả:

- Trị hiệu dụng áp tải

$$U_Z = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} U_m^2 \sin^2 \omega t \cdot d(\omega t)}$$

$$u_Z = U \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}}$$

Với α [rad]

Khi $0 \leq \alpha \leq \pi \Leftrightarrow 0 \leq u_Z \leq U$

- Trị hiệu dụng dòng tải

$$I_Z = U_Z / R$$

CHƯƠNG 4: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

- Hệ số công suất nguồn:

$$\lambda = P_z / S = U_z \cdot I_z / U \cdot I$$

$$I = I_z$$

$$\lambda = \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}}$$

* Khuyết điểm:

Khi góc điều khiển tăng thì hệ số công suất nguồn giảm

CHƯƠNG 4: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

Ví dụ:

Cho bộ biến đổi điện áp xoay chiều 1 pha, áp nguồn có phương trình

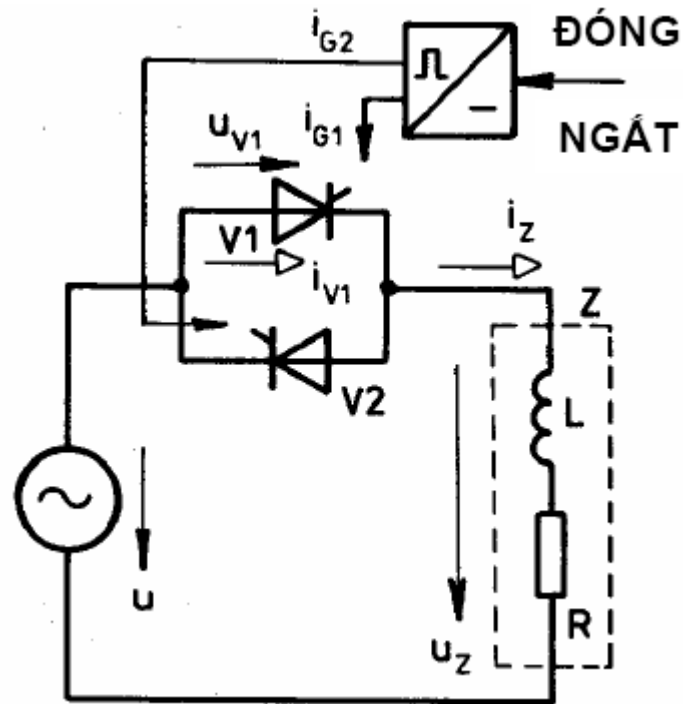
$$u = 220\sqrt{2} \sin 314t$$

$$R = 10\Omega, \alpha = 60^\circ$$

- Vẽ giản đồ U_z, i_z
- Tính trị số U_z, I_z
- Tính hệ số công suất nguồn
- Tính định mức linh kiện khi biết $K_u = 3; K_i = 2$

CHƯƠNG 4: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

2.2 Tải L



CHƯƠNG 4: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

* Xét hai trường hợp:

- $0 \leq \alpha \leq \pi/2$: Dòng tải liên tục

$$u_z = u$$

- $\pi/2 \leq \alpha \leq \pi$: dòng tải gián đoạn

$$0 \leq u_z \leq u$$

a. Trạng thái 0

$$i_z = 0, u_z = 0$$

$$u_{v1} = u > 0; i_{v1} = 0$$

$$u_{v2} = -u < 0; i_{v2} = 0$$

Tại thời điểm $\omega t = \alpha$; $I_{G1} > 0$

V_1 đóng

CHƯƠNG 4: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

b. Trạng thái v_1 [$\alpha \div (2\pi - \alpha)$]

$$u_{v1} = 0; i_{v1} = i_z$$

$$u_z = u;$$

$$u_{v2} = 0; i_2 = 0$$

$$L \cdot \frac{di_z}{dt} = u_z = U_m \sin \omega t$$

$$i_z = \frac{U_m}{\omega L} \int_{\alpha}^{\omega t} \sin(\omega t) \cdot d(\omega t)$$

$$i_z = \frac{U_m}{\omega L} (\cos \alpha - \cos(\omega t))$$

CHƯƠNG 4: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

Khi $\omega t = \alpha \Rightarrow i_z = 0$

$\omega t = \pi \Rightarrow i_z = I_{z\max}$

$\omega t = 2\pi - \alpha \Rightarrow i_z = 0 \Rightarrow$ SCR V_1 ngắt

c. Trạng thái 0: $[(2\pi - \alpha) \div (\pi + \alpha)]$

Phân tích tương tự như tải R

d. Trạng thái V_2 : $[(\pi + \alpha) \div (3\pi - \alpha)]$

CHƯƠNG 4: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

* Hệ quả:

Đối với tải L và góc điều khiển $\pi/2 \leq \alpha \leq \pi$ ta có:

+ Dòng tải gián đoạn

+ Trị hiệu dụng áp trên tải

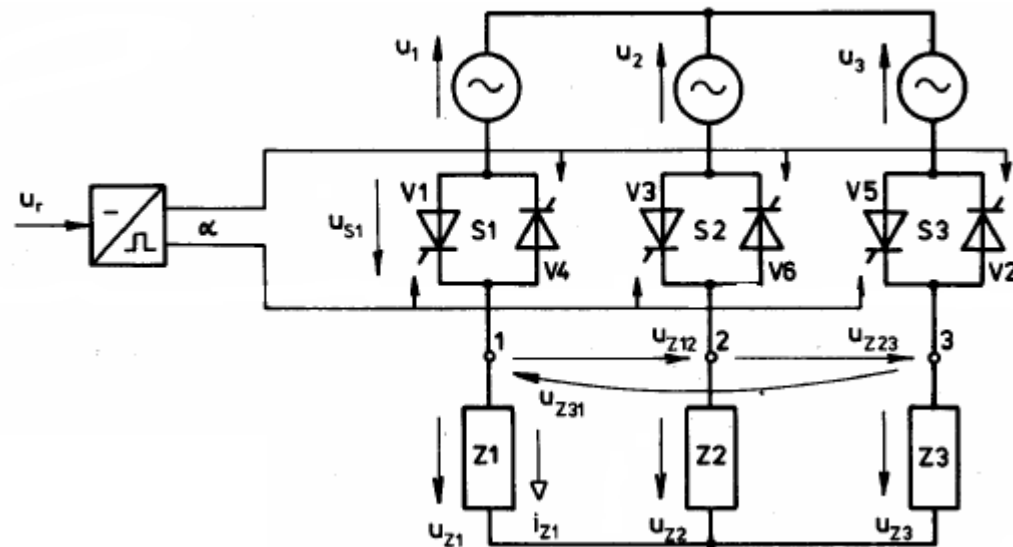
$$U_Z = U_m \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right) \frac{1}{2}$$

+ Trị hiệu dụng dòng điện qua tải:

$$I_Z = \frac{U}{\omega L} \left[2 \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} \right) \left(1 + 2 \cos^2 \alpha \right) + \frac{3}{\pi} \sin 2\alpha \right] \frac{1}{2}$$

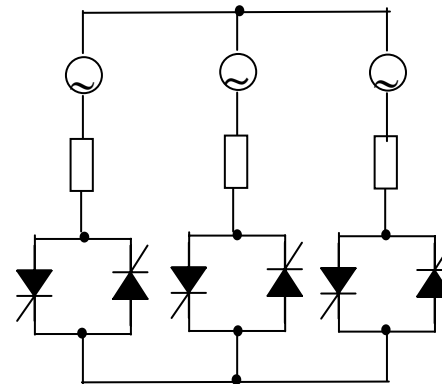
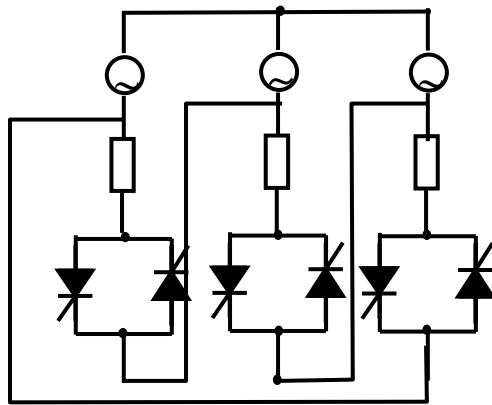
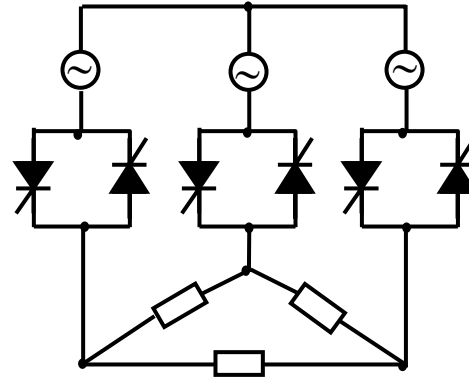
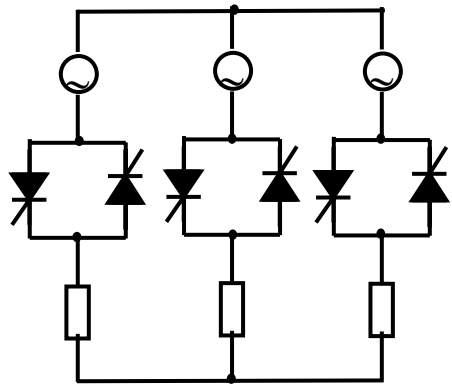
CHƯƠNG 4: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

IV. Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 3 pha



CHƯƠNG 4: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

Các dạng sơ đồ động lực:



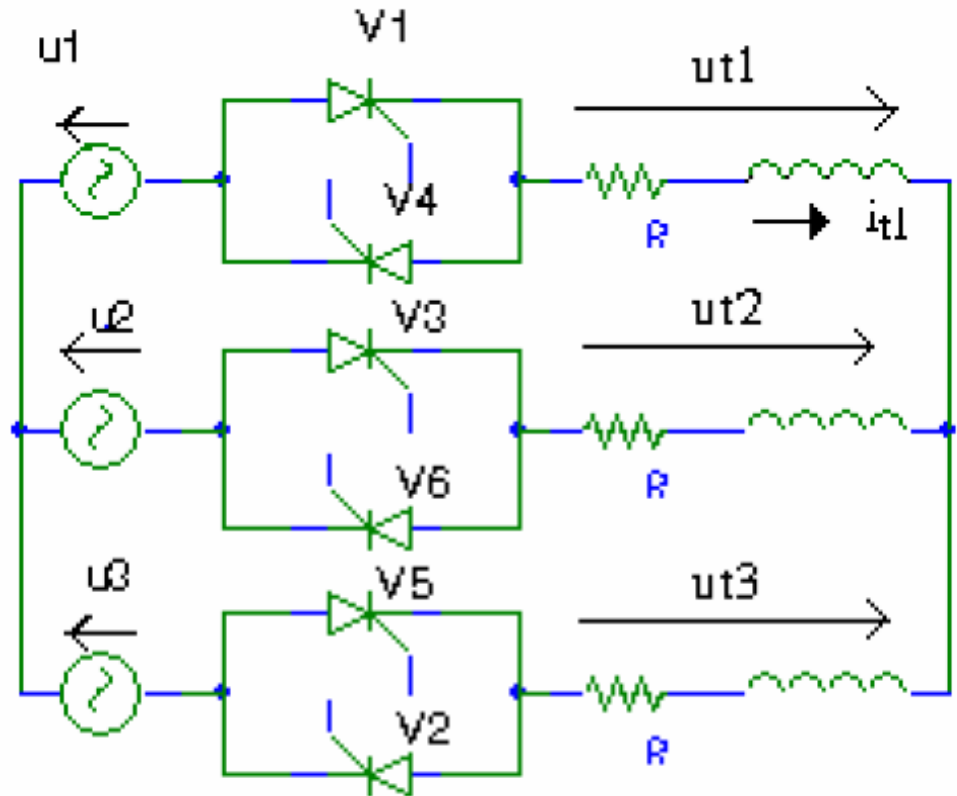
CHƯƠNG 4: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

Tải 3 pha đối xứng mắc dạng hình sao

$$u_a = \sqrt{2} U \sin \theta$$

$$u_b = \sqrt{2} U \sin \left(\theta - \frac{2\pi}{3} \right)$$

$$u_c = \sqrt{2} U \sin \left(\theta - \frac{4\pi}{3} \right)$$



CHƯƠNG 4: BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

Xét dòng điện tải pha a: các điện áp liên quan đến pha a:

$$u_a = \sqrt{2}U \sin \theta$$

$$u_{ab} = u_a - u_b = \sqrt{2}U \sin \theta - \sqrt{2}U \sin \left(\theta - \frac{2\pi}{3} \right)$$

$$= \sqrt{6}U \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{6} \right)$$

$$u_{ac} = u_a - u_c = \sqrt{6}U \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{6} \right)$$

Bộ biến đổi áp xoay chiều một pha cấp nguồn cho tải thuần trở $R=10\Omega$. Nguồn xoay chiều có trị hiệu dụng bằng $220V$, $50Hz$. Góc điều khiển $\alpha = 90$

- a. Tính trị hiệu dụng áp tải.
- b. Tính công suất tiêu thụ của tải.
- c. Tính hệ số công suất
- d. Để đạt được công suất tải bằng 4 kW , tính độ lớn góc kích
- e. Định mức linh kiện sử dụng.

- Giải:

$$U_t = \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot U$$

$$= \left(1 - \frac{\frac{\pi}{2}}{\pi} + \frac{\sin\left(2 \cdot \frac{\pi}{2}\right)}{2\pi} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot 220 = 155,56[V]$$

b. Công suất tiêu thụ của tải

$$P_t = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_t \cdot i_t \cdot dX = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{u_t^2}{R} \cdot dX = \frac{1}{R} \cdot U_t^2$$

$$P_t = \frac{155,56^2}{10} = 2420[W]$$

c. Hệ số công suất nguồn (bỏ qua tổn hao trên SCR)

$$\lambda = PF = \frac{P_t}{S} = \frac{P_t}{UI} = \frac{P_t}{U \cdot I_t} = \frac{P_t}{U \cdot \frac{U_t}{R}}$$

$$\lambda = \frac{2420}{220 \cdot \frac{155,56}{10}} = 0,707$$

d. Khi $P_t = 4 \text{ kW}$, ta có: $U_t = \sqrt{P_t \cdot R} = \sqrt{4000 \cdot 10} = 200[V]$.

Trên đặc tính $U_t(\alpha)$, Ta xác định góc α tương ứng với $U_t = 200V$ là $\alpha = 0,99979[\text{rad}]$ hay $\alpha = 57,28^\circ$

e. Áp làm việc lớn nhất của SCR:

$$U_{DRM} = U_{RRM} = 220 \cdot \sqrt{2} = 311[V]$$

Chọn hệ số an toàn áp: $K_u = 2,5$ ta có tham số SCR cần chọn thỏa mãn điều kiện:

$$U_{DRM} = U_{RRM} > 2,5 \cdot 311 = 778[V]$$

Trị trung bình dòng qua SCR ($\alpha=0$):

$$I_{VAV} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_t \cdot dX = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \frac{\sqrt{2} \cdot U \cdot \sin X}{R} \cdot dX$$

$$I_{VAV} = \frac{\sqrt{2}U}{\pi R} = \frac{\sqrt{2} \cdot 220}{\pi \cdot 10} = 9,9[A]$$

Trị hiệu dụng dòng qua SCR

$$I_{RMS} = \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left(\frac{\sqrt{2} \cdot U \cdot \sin X}{R} \right)^2 \cdot dX \right)^{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{2}U}{2R} = \frac{\sqrt{2} \cdot 220}{2 \cdot 10} = 15,55[A]$$

- Công tắc xoay chiều ba pha dạng đầy đủ mắc vào tải theo cấu hình sao. Công suất tải $P = 20\text{kW}$, hệ số công suất 0,707. Định mức áp và dòng cho linh kiện. Áp nguồn có trị hiệu dụng 440V .

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}.U_0.\cos\varphi} = \frac{20000}{\sqrt{3}.440.0,707} = 37,119[A]$$

Dòng đỉnh qua SCR

$$I_m = \sqrt{2}.I = \sqrt{2}.37,119 = 52,5[A]$$

Dòng trung bình qua SCR

$$I_{AV} = \frac{I_m}{\pi} = \frac{52,5}{\pi} = 16,71[A]$$

Trị hiệu dụng dòng qua SCR

$$I_{RMS} = \frac{I_m}{2} = \frac{52,5}{2} = 26,25[A]$$

Điện áp đỉnh đặt lên SCR

$$U_{DWM} = U_{RWM} = \sqrt{2}.U = \sqrt{2}.440 = 622,3[V]$$

Chương 5

BỘ NGHỊCH LƯU BỘ BIẾN TẦN

Giới thiệu

Bộ nghịch lưu: DC \rightarrow AC

Phân loại theo cấu hình:

- Nghịch lưu nguồn áp
- Nghịch lưu nguồn dòng

Phân loại theo tín hiệu được điều khiển ở ngõ ra bộ nghịch lưu:

- Bộ nghịch lưu áp
- Bộ nghịch lưu dòng

Ứng dụng của bộ nghịch lưu:

Truyền động điện động cơ xoay chiều

Thiết bị gia nhiệt cảm ứng: lò cảm ứng, thiết bị hàn...

Các áp dụng trong lĩnh vực truyền tải điện, chiếu sáng...

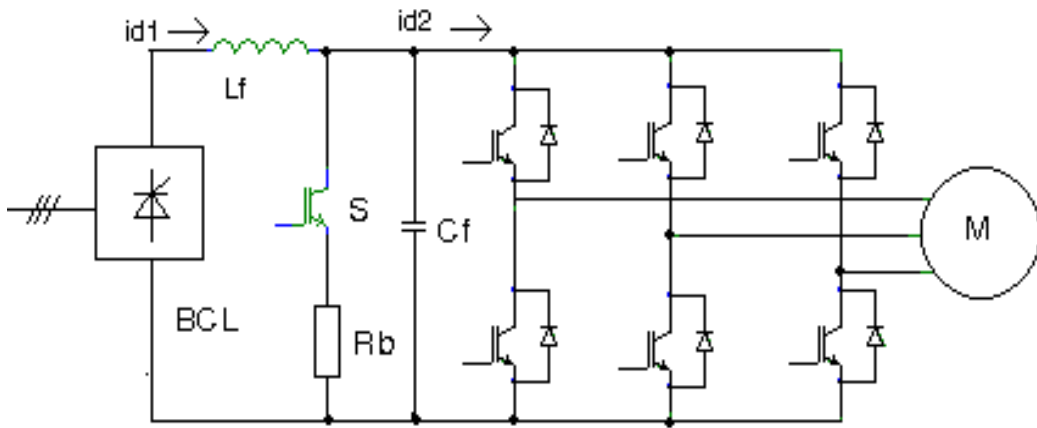
Giới thiệu

Bộ biến tần: $AC \rightarrow AC$

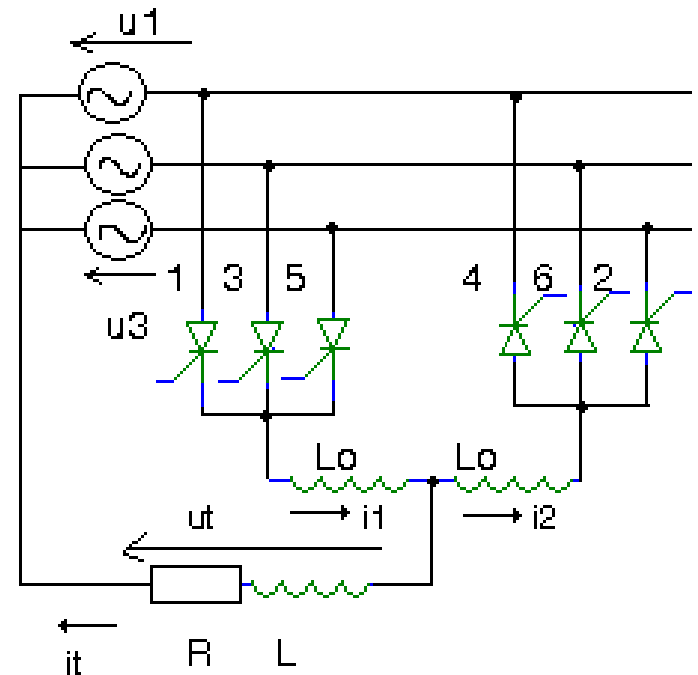
Biến tần gián tiếp: $AC \rightarrow DC \rightarrow AC$

Biến tần trực tiếp (Cycloconverter): AC (tần số cao) $\rightarrow AC$ (tần số thấp)

Với bộ biến tần: cần thay đổi điện áp và tần số đồng thời

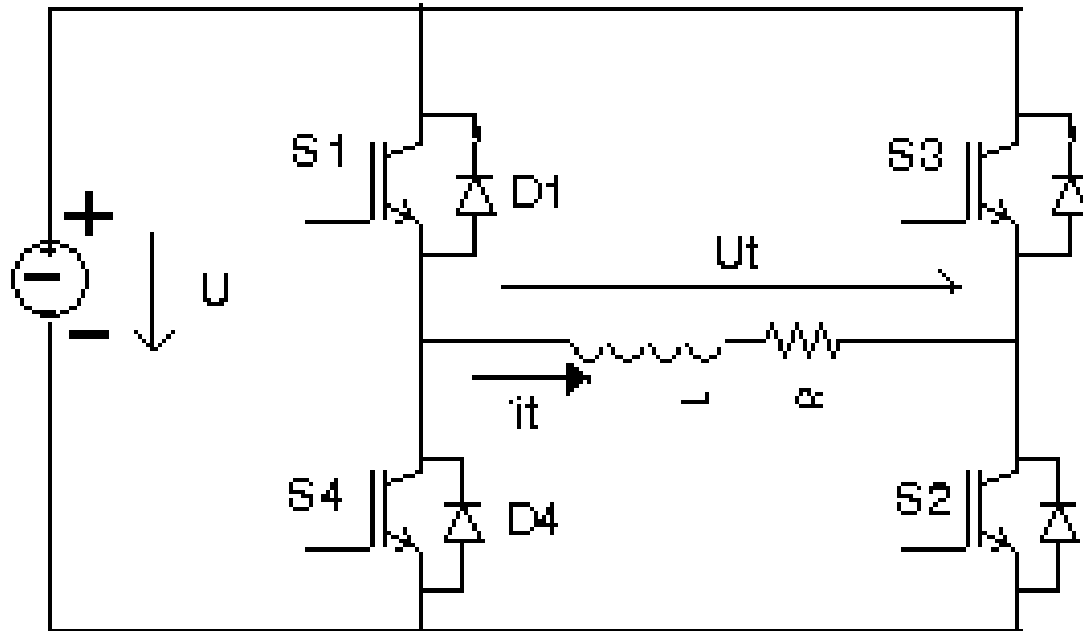


Bộ biến tần gián tiếp 3 pha



Bộ biến tần trực tiếp 1 pha

Bộ nghịch lưu áp một pha



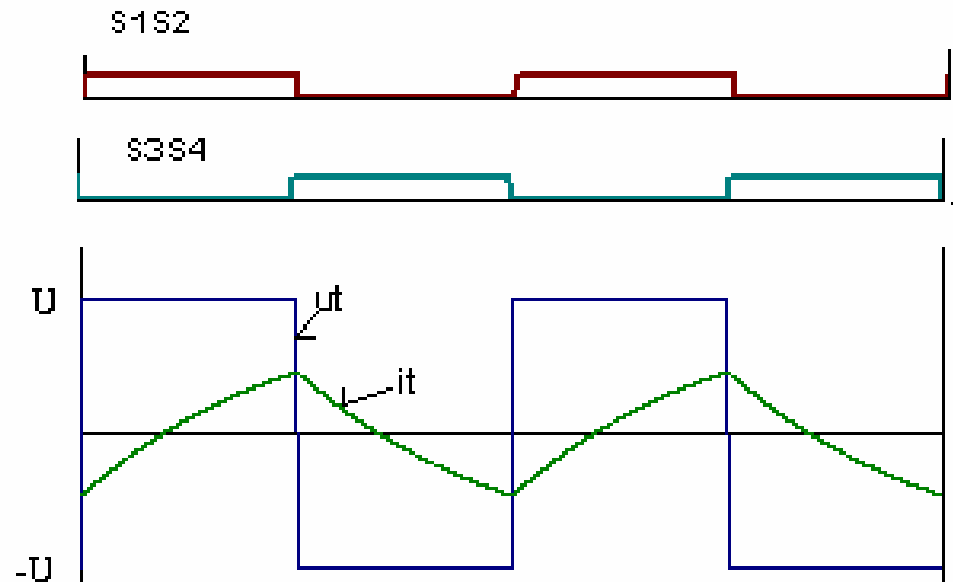
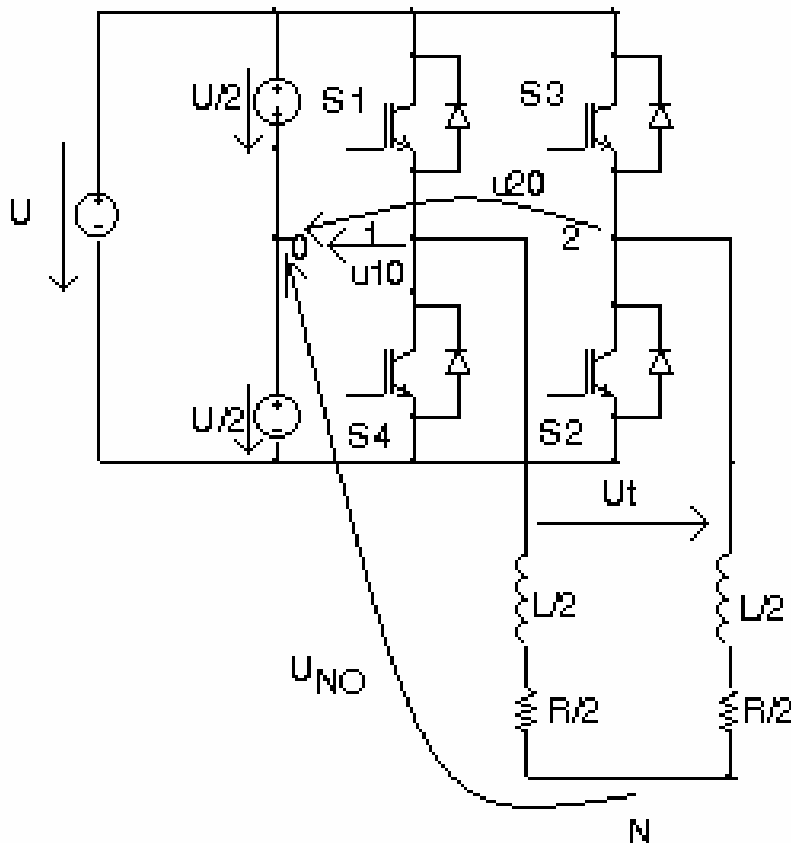
Cấu hình bộ nghịch lưu áp một pha

Nguyên tắc kích:

- Hai công tắc bán dẫn trên cùng một nhánh cầu (S_1 & S_4 , S_3 & S_2) được kích đối nghịch nhau
- Không có trường hợp hai công tắc trên cùng một nhánh cầu cùng dẫn hoặc cùng tắt

Bộ nghịch lưu áp một pha

Nghịch lưu áp một pha điều khiển đơn giản:



Bộ nghịch lưu áp một pha

Nghịch lưu áp một pha điều khiển đơn giản:

Phân tích Fourier của điện áp ngõ ra dạng xung vuông:

$$u_t(t) = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4.U}{n\pi} \cdot \sin(n.\omega.t)$$

Áp tải chỉ chứa các thành phần hài bậc lẻ.

Độ méo dạng điện áp được tính theo hệ thức sau:

$$THD_U = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_{t(n)}^2}}{U_{t(1)}} = \frac{\sqrt{U_t^2 - U_{t(1)}^2}}{U_{t(1)}}$$

Dễ dàng suy ra rằng:

$$THD_U = \frac{\sqrt{U_t^2 - U_{t(1)}^2}}{U_{t(1)}} = \frac{\sqrt{U^2 - \left(\frac{4}{\pi\sqrt{2}}U\right)^2}}{\frac{4}{\pi\sqrt{2}}U} = 0,483 = 48,3\% ; U_t=U$$

Bộ nghịch lưu áp một pha

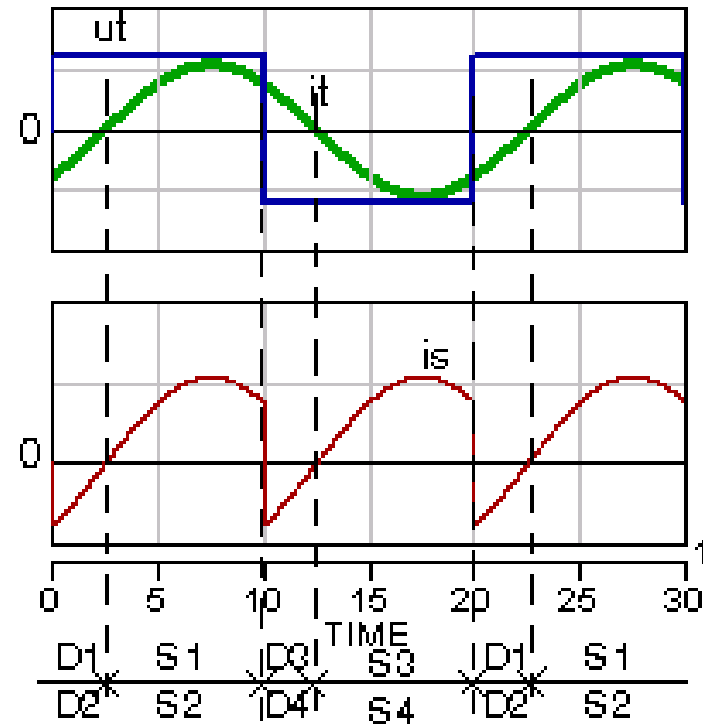
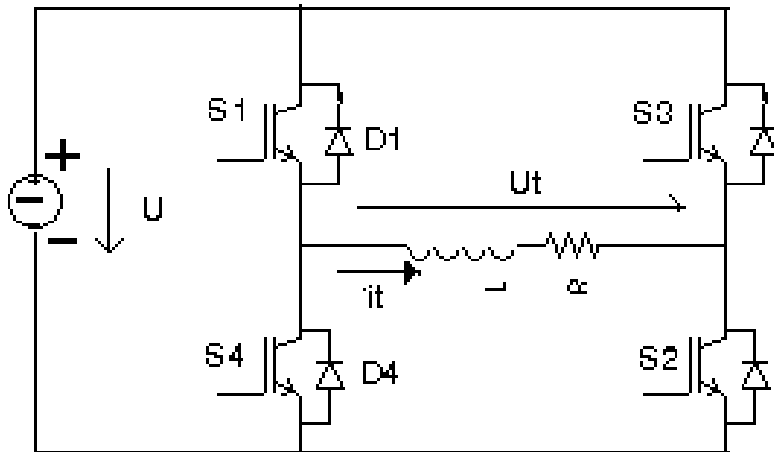
Ví dụ 5.4:

Cho bộ nghịch lưu áp dạng cầu một pha với dạng sóng điện áp cho trên hình.

Giả thiết dòng điện qua tải có dạng $i_t = 540 \sin(\omega t - \pi/4)$.

Nguồn DC có độ lớn 300V.

- Vẽ dạng sóng dòng tải và dòng qua nguồn và xác định khoảng dẫn của từng linh kiện.
- Xác định trị trung bình dòng qua nguồn và công suất do nguồn cung cấp.
- Xác định công suất tiêu thụ của tải.



Bộ nghịch lưu áp một pha

a. Dạng sóng dòng tải và dòng nguồn vẽ trên hình

b. Dòng trung bình qua nguồn:

$$I_{sAV} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} 540 \cdot \sin(\omega t - \frac{\pi}{4}) \cdot d(\omega t) = 243,1A$$

Công suất nguồn cung cấp:

$$P_s = 300 \cdot 243,1 = 72.930W = 72,93kW$$

c. Trị hiệu dụng thành phần hài cơ bản áp ra:

$$U_{t(1)} = \frac{4U}{\pi\sqrt{2}} = \frac{400 \cdot 300}{\pi\sqrt{2}} = 270,14V$$

$$P_t = U_{t(1)} \cdot I_{t(1)} \cdot \cos \varphi_1 = 270,14 \cdot \frac{540}{\sqrt{2}} \cdot \cos \frac{\pi}{4} = 72,930W = 72,93kW$$

Bộ nghịch lưu áp một pha

Ví dụ 5.5:

Bộ nghịch lưu áp một pha mắc vào nguồn một chiều U .

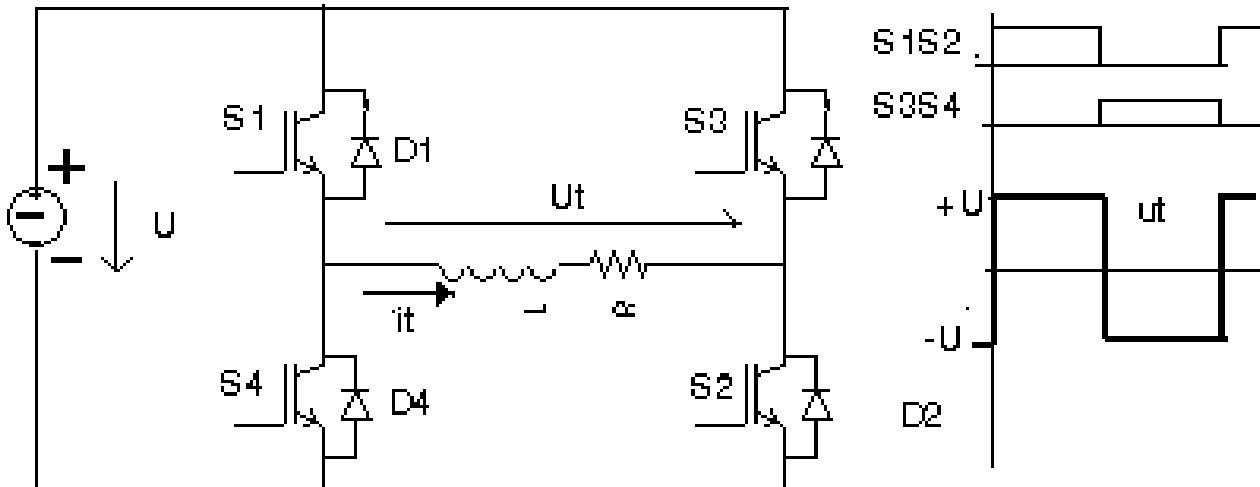
Tải $R = 10\Omega$, $L = 0,01H$.

Bộ nghịch lưu áp được điều khiển theo phương pháp điều biên.

a- Tính độ lớn nguồn U để trị hiệu dụng áp tải $U_t = 100V$.

b- Với áp nguồn xác định ở câu a. Tính trị hiệu dụng hài cơ bản của điện áp ngõ ra.

c- Tính trị hiệu dụng dòng tải .



Bộ nghịch lưu áp một pha

Giải:

a/- Trị hiệu dụng áp tải: $U_{\text{trms}} = U = 100\text{V}$

Vậy cần có áp nguồn $U = 100\text{V}$

b/- Áp dụng phân tích Fourier cho áp tải u_t , biên độ của sóng hài bậc n của áp ra:

$$U_n = \frac{4U}{n\pi}, n = 1, 3, 5, 7...$$

Trị hiệu dụng sóng hài cơ bản ($n = 1$) của áp tải:

$$U_{t(1)} = \frac{U_1}{\sqrt{2}} = \frac{4.U}{\pi.\sqrt{2}} = 90,03[\text{V}]$$

Bộ nghịch lưu áp một pha

c/- Trị hiệu dụng dòng điện tải có thể tính theo hệ thức:

$$I_t = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_t^2 \cdot dx}$$

Để không phải giải phương trình xác định dòng i_t , ta có thể áp dụng công thức sau :

$$I_t = \left(\sum_{j=1}^{\infty} i_{t(j)}^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Với } I_{t(n)} = \frac{U_{t(n)}}{Z_{(n)}} = \frac{4U}{n\pi\sqrt{2} \sqrt{R^2 + (n\omega L)^2}}$$

Ta thấy bậc n của sóng hài bậc cao, trị hiệu dụng của dòng điện tương ứng càng thấp. Do đó, ta có thể tính i_t gần đúng thông qua vài hài bậc thấp. Ví dụ chọn $n = 1, 3, 5, \dots$

$U_{t(k)}$	$U_{t(1)}$ [A]	$U_{t(3)}$	$U_{t(5)}$	$U_{t(7)}$	$U_{t(9)}$	$U_{t(11)}$
[V]	87,828	29,27	17,56	12,54	9,75	7,98
$I_{t(n)}$	$I_{t(1)}$ [A]	$I_{t(3)}$	$I_{t(5)}$	$I_{t(7)}$	$I_{t(9)}$	$I_{t(11)}$
[A]	8,37	2,13	0,94	0,51	0,325	0,22

Tính gần đúng I_t qua hài dòng bậc 1, 3, 5:

$$I_t \approx \left(I_{t(1)}^2 + I_{t(3)}^2 + I_{t(5)}^2 \right)^{\frac{1}{2}} = 8,72 \text{ [A]}$$

Bộ nghịch lưu áp một pha

Ví dụ 5.7:

Cho bộ chỉnh lưu áp một pha dạng mạch cầu.

Tải thuần trở $R = 2,4\Omega$; điện áp nguồn một chiều $U = 48V$.

- a. Tính trị hiệu dụng hài cơ bản của áp ra ;
- b. Tính công suất trung bình của tải ;
- c. Tính trị trung bình và trị tức thời lớn nhất của dòng điện qua transistor;
- d. Xác định điện áp khóa lớn nhất đặt lên transistor ;
- e. Tính hệ số biến dạng của áp ra .

Bộ nghịch lưu áp một pha

Giải:

$$a. U_{t(1)} = \frac{4U}{\pi \cdot \sqrt{2}} = \frac{4 \cdot 48}{\pi \cdot \sqrt{2}} = 43,2 [V]$$

b. Công suất trung bình của tải :

$$P_t = \frac{U_t^2}{R} = \frac{\left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_t^2 \cdot dx \right)^{\frac{1}{2}}}{R} = \frac{U^2}{R} = \frac{48^2}{2,4} = 960 [w]$$

c. Trị trung bình dòng qua transistor:

$$I_{TAV} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \frac{U}{R} dx = \frac{U}{2R} = 10 [A]$$

Trị tức thời lớn nhất của dòng qua transistor:

$$i_{T \max} = \frac{U}{R} = \frac{48}{2,4} = 20 [A]$$

Bộ nghịch lưu áp một pha

a. Điện áp khóa lớn nhất đặt lên transistor x?y ra khi transistor cùng nhánh d?n

ví dụ khi S_4 dẫn ($U_{T4}=0$):

$$u_{T1} = U - u_{T4} = U = 48[\text{V}]$$

e. Hệ số méo dạng của áp ra:

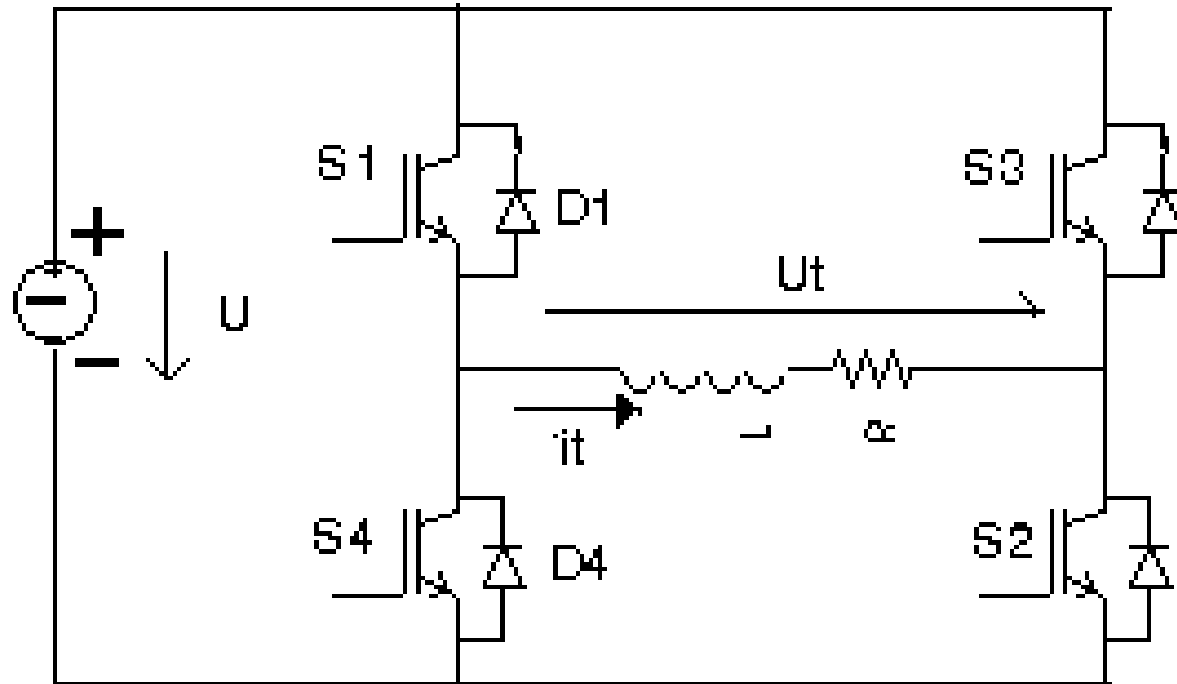
$$THD_U = \frac{\left(\sum_{k=2}^{\infty} U_{t(k)}^2 \right)^{\frac{1}{2}}}{U_{t(1)}} = \frac{\left(U_t^2 - U_{t(1)}^2 \right)^{\frac{1}{2}}}{U_{t(1)}}$$

với $U_t = 48 [\text{V}]$, $U_{t(1)} = 43,2 [\text{V}]$

$$\text{Ta được: } THD_U = \frac{\left(48^2 - 43,2^2 \right)^{\frac{1}{2}}}{43,2} = 0,484$$

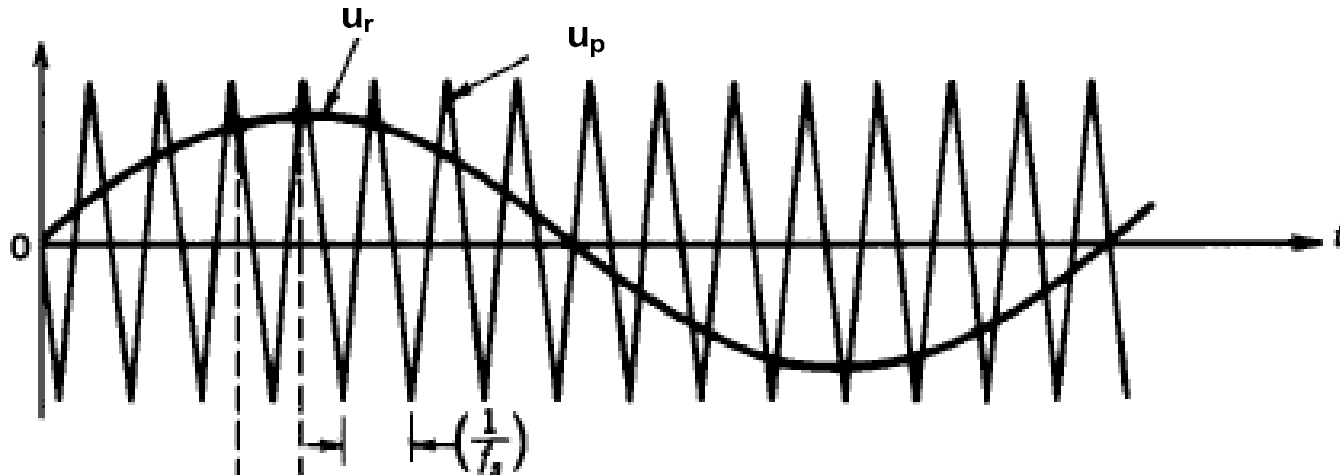
Bộ nghịch lưu áp một pha

Nghịch lưu áp một pha điều khiển kiểu điều rộng xung (PWM)

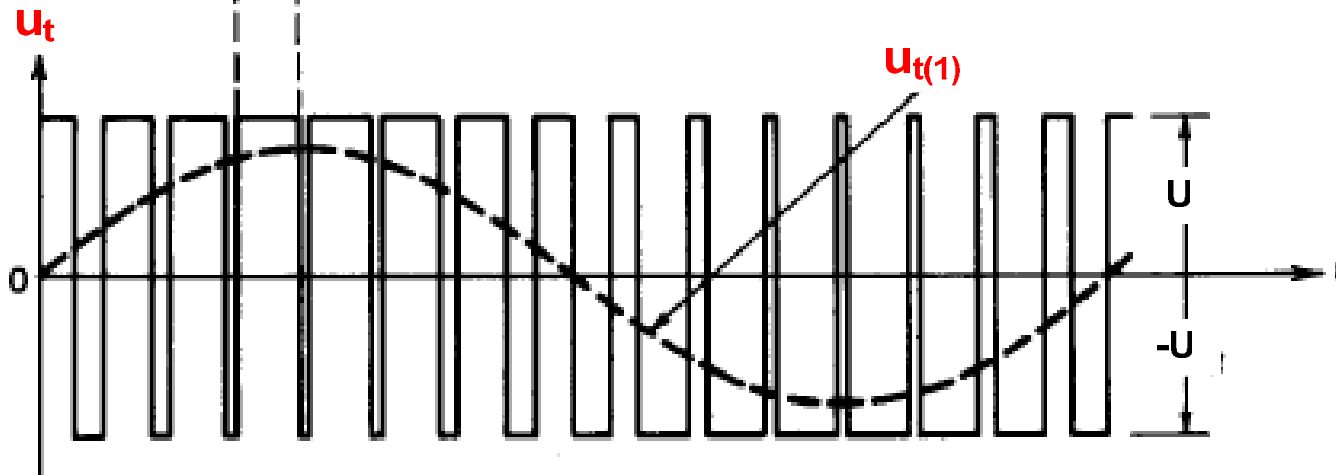


Bộ nghịch lưu áp một pha

Nghịch lưu áp một pha điều khiển kiểu điều rộng xung (PWM)



a. Dạng sóng điều khiển



b. Dạng sóng ngõ ra u_t và hài cơ bản $u_{t(1)}$

Bộ nghịch lưu áp một pha

Nghịch lưu áp một pha điều khiển kiểu điều rộng xung (PWM)

Gọi m_f là tỉ số điều chế tần số (Frequency modulation ratio) :

$$m_f = \frac{f_{carrier}}{f_{reference}} = \frac{f_{tri}}{f_{sine}}$$

Tăng $m_f \rightarrow$ tăng giá trị tần số các sóng hài \rightarrow dễ lọc các sóng hài hơn.

Điểm bất lợi của việc tăng tần số sóng mang là vấn đề tổn hao do đóng ngắt lớn.

Tương tự, gọi m_a là tỉ số điều chế biên độ (Amplitude modulation ratio) :

$$m_a = \frac{U_{m-reference}}{U_{m-carrier}} = \frac{U_{m-sine}}{U_{m-tri}}$$

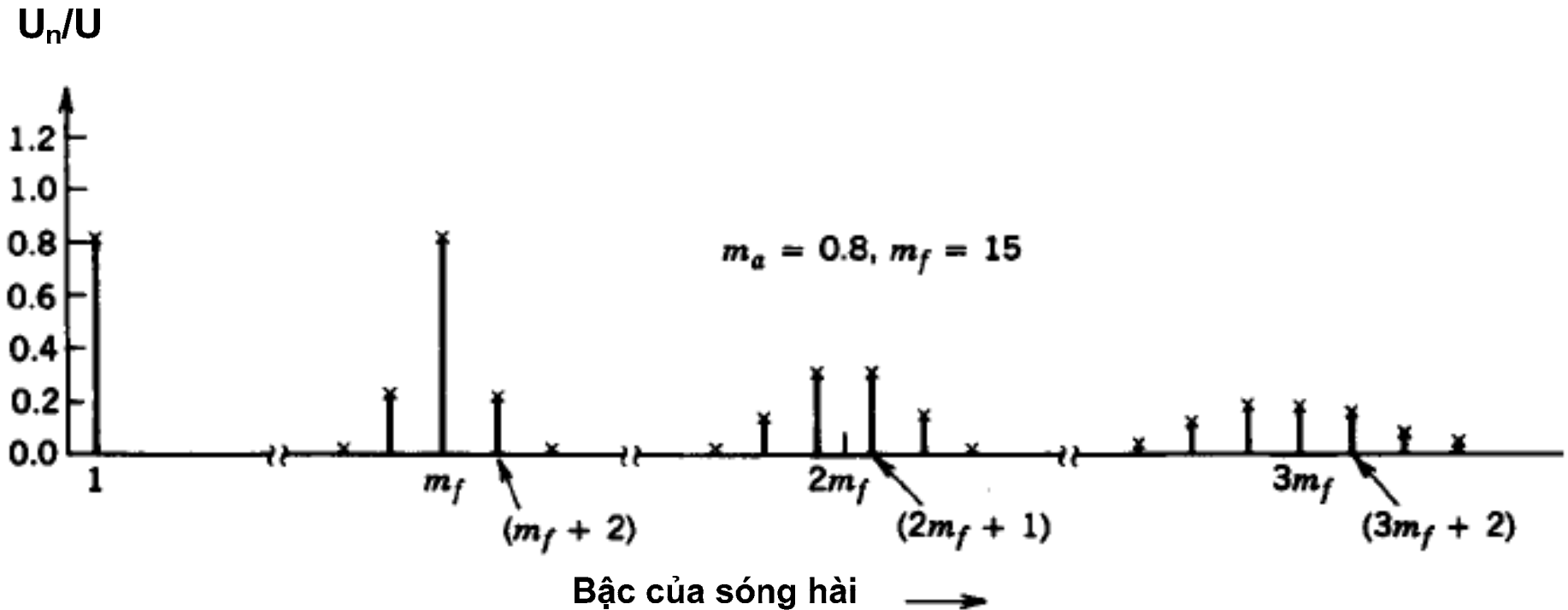
Nếu $m_a \leq 1$ (biên độ sóng sin nhỏ hơn biên độ sóng mang)

thì quan hệ giữa biên độ thành phần cơ bản của áp ra và áp điều khiển là tuyến tính.

Đối với bộ nghịch lưu áp một pha, biên độ hài cơ bản của điện áp ngõ ra:

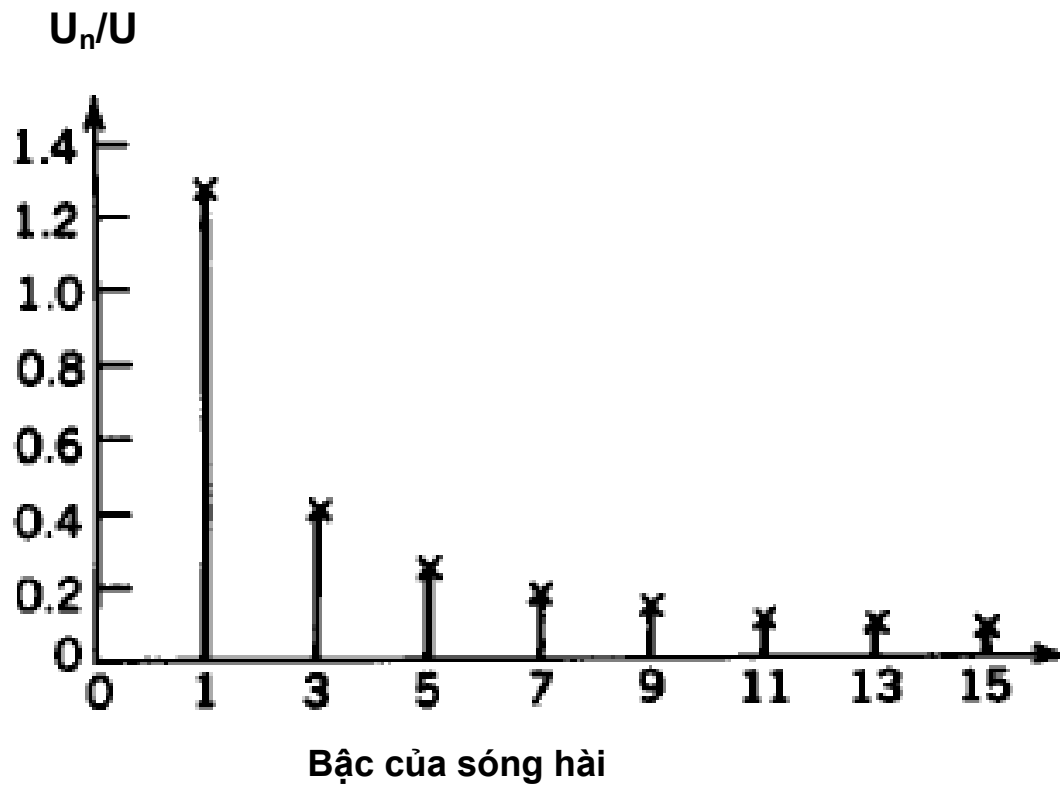
$$U_{t(1)m} = m_a \cdot U$$

Bộ nghịch lưu áp một pha



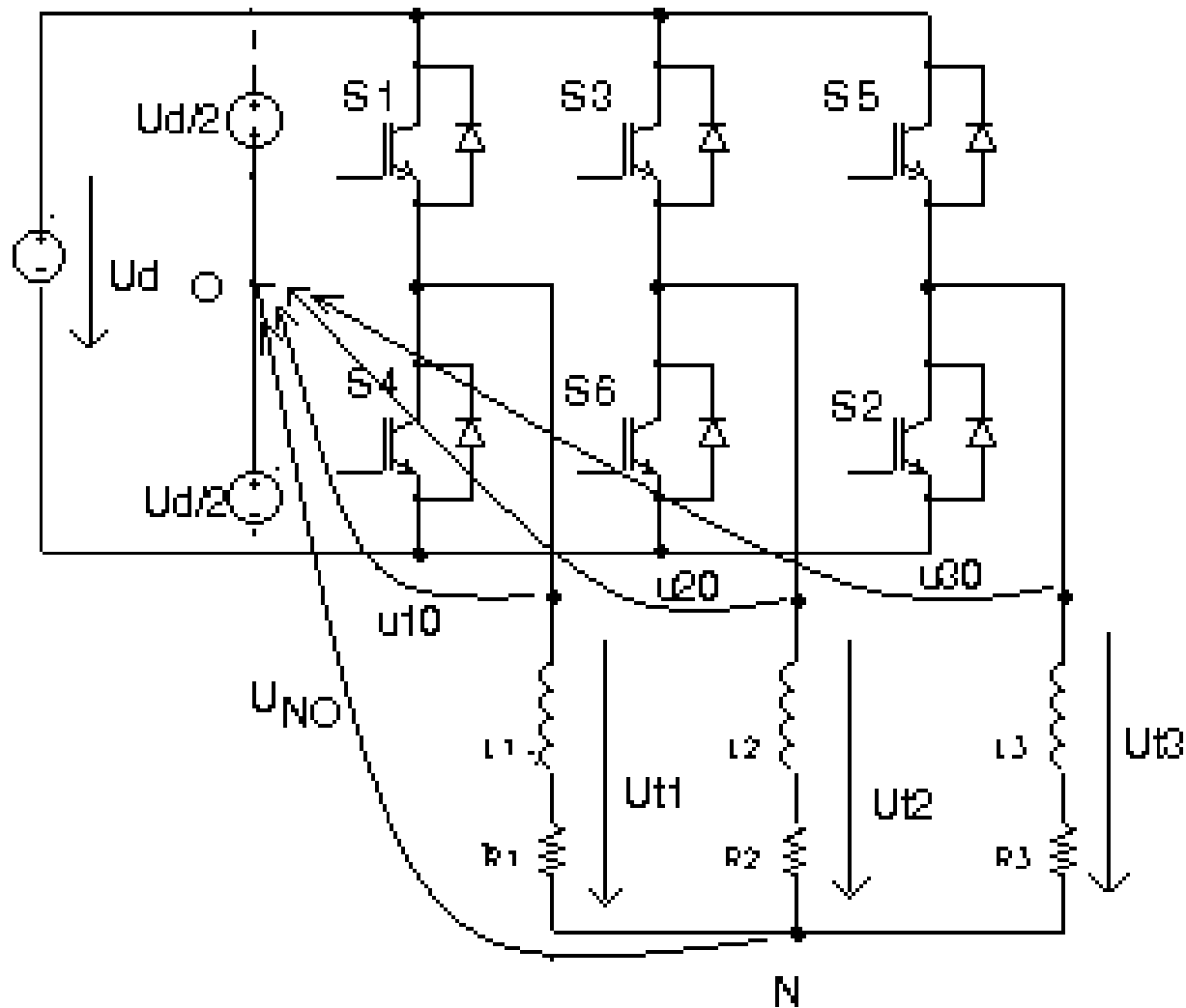
Phổ tần sóng hài điện áp – điều khiển kiểu PWM

Bộ nghịch lưu áp một pha



Phổ tần sóng hài điện áp – điều khiển kiểu sóng vuông

Bộ nghịch lưu áp ba pha



Bộ nghịch lưu áp ba pha

Giả thiết tải ba pha đối xứng thỏa mãn hệ thức:

$$u_{t1} + u_{t2} + u_{t3} = 0$$

Điện áp pha tải u_{t1}, u_{t2}, u_{t3} . Ta có:

$$u_{t1} = u_{10} - u_{NO}; \quad u_{t2} = u_{20} - u_{NO}; \quad u_{t3} = u_{30} - u_{NO}$$

Có thể chứng minh được: $u_{NO} = \frac{u_{10} + u_{20} + u_{30}}{3}$

Thay u_{NO} vào biểu thức tính điện áp mỗi pha tải, ta có:

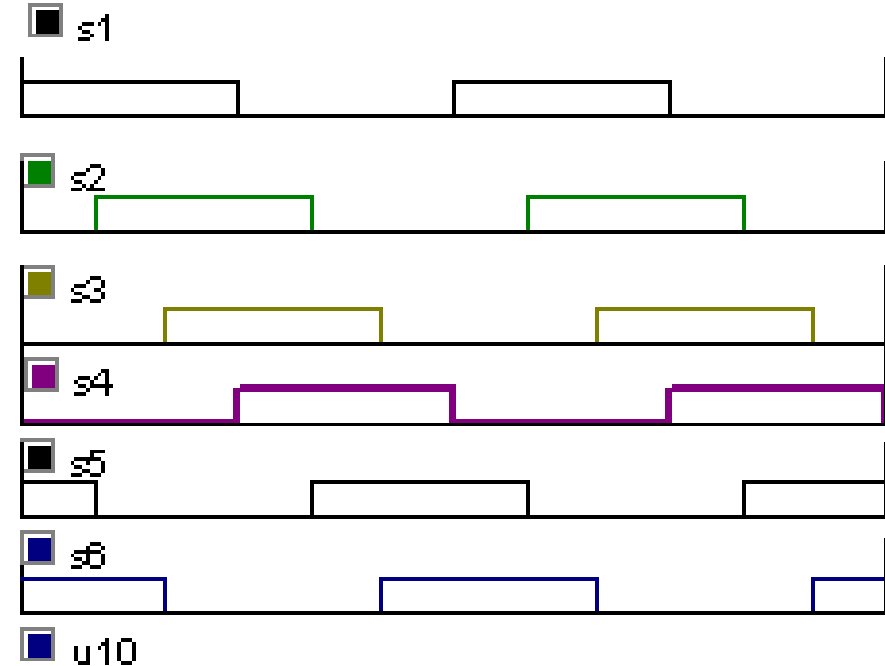
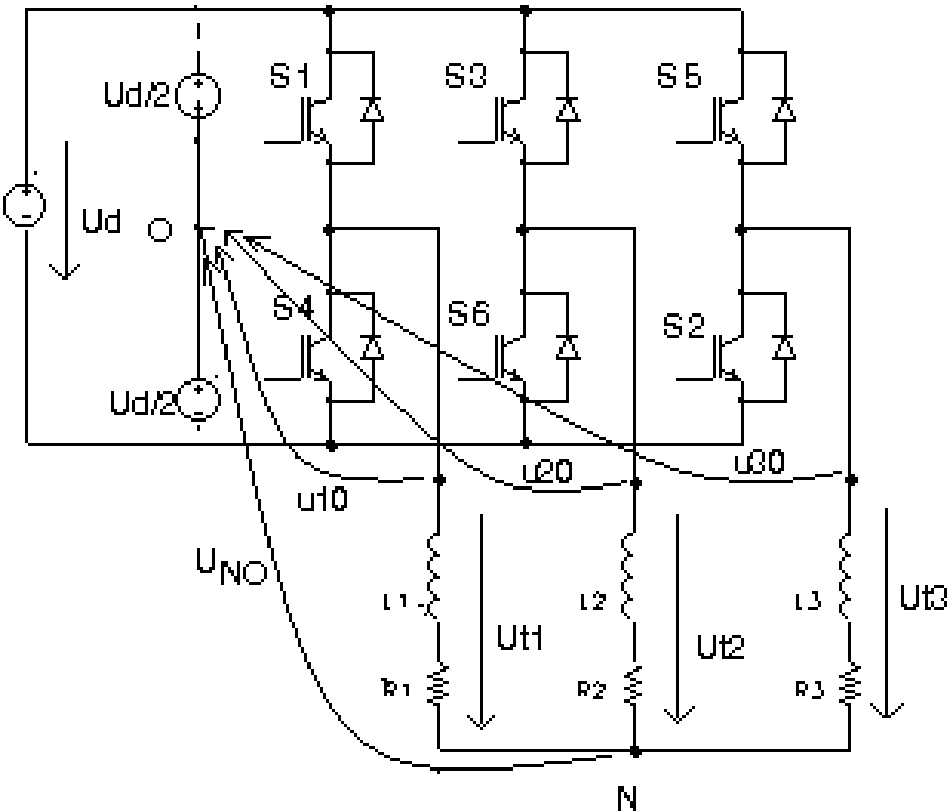
$$u_{t1} = \frac{2u_{10} - u_{20} - u_{30}}{3}; \quad u_{t2} = \frac{2u_{20} - u_{30} - u_{10}}{3}; \quad u_{t3} = \frac{2u_{30} - u_{10} - u_{20}}{3}$$

Điện áp dây trên tải:

$$u_{t12} = u_{10} - u_{20}; \quad u_{t23} = u_{20} - u_{30}; \quad u_{t31} = u_{30} - u_{10}$$

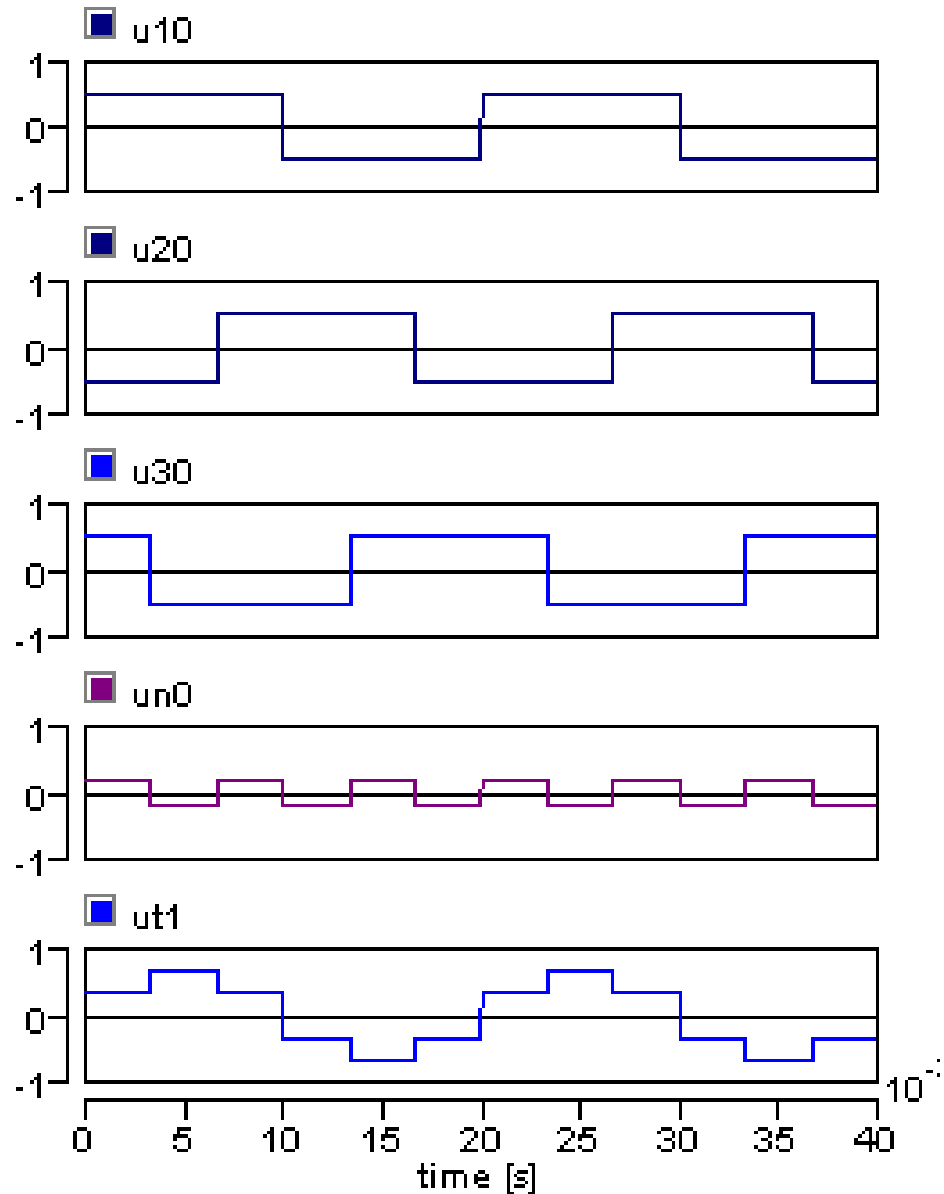
Bộ nghịch lưu áp ba pha

Điều khiển kiểu 6 bước (six-step)



Bộ nghịch lưu áp ba pha

Điều khiển kiểu 6 bước (six-step)



Bộ nghịch lưu áp ba pha

Điều khiển kiểu 6 bước (six-step)

Phân tích Fourier của điện áp pha (u_{t1} , u_{t2} , u_{t3}):

$$u_{t1}(t) = \sum_{n=1,3,5\dots}^{\infty} \frac{4U}{\sqrt{3n\pi}} \sin \frac{n\pi}{3} \sin n\omega t$$

$$u_{t2}(t) = \sum_{n=1,3,5\dots}^{\infty} \frac{4U}{\sqrt{3n\pi}} \sin \frac{n\pi}{3} \sin n\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$u_{t3}(t) = \sum_{n=1,3,5\dots}^{\infty} \frac{4U}{\sqrt{3n\pi}} \sin \frac{n\pi}{3} \sin n\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

Áp tải chỉ chứa các thành phần hài bậc lẻ ($n = 1, 3, 5\dots$).

Trị hiệu dụng của áp pha tải:

$$U_{t,rms} = \frac{\sqrt{2}}{3} U$$

Bộ nghịch lưu áp ba pha

Điều khiển kiểu 6 bước (six-step)

Ví dụ 5.8:

Bộ nghịch lưu áp ba pha điều khiển kiểu 6 bước (six-step)

Tải thuần trở ba pha đối xứng đấu thành dạng sao.

Độ lớn điện trở mỗi pha $R = 10\Omega$.

Tần số làm việc của bộ nghịch lưu áp $f = 50\text{Hz}$.

Điện áp nguồn một chiều $U = 220\text{V}$.

- Xác định trị hiệu dụng điện áp ra ;
- Viết phương trình sóng hài bậc 1 của điện áp tải và dòng tải ;
- Tính công suất tải ;
- Tính hệ số biến dạng của áp ra .
- Tính trị trung bình dòng điện qua transistor .

Bộ nghịch lưu áp ba pha

Điều khiển kiểu 6 bước (six-step)

Giải:

a. Trị hiệu dụng áp pha:

$$U_t = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot U = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot 220 = 103,7[V]$$

b. Biên độ sóng hài bậc một của áp:

$$U_{t(1)m} = \frac{4 \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \pi} \sin \frac{\pi}{3} = \frac{4}{\sqrt{3}} \cdot \frac{U}{\pi} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,6366 \cdot U = 0,6366 \cdot 220 = 140[V]$$

Phương trình sóng hài bậc một của áp tải - pha A

$$u_{At(1)} = 140 \cdot \sin(314t)$$

Phương trình sóng hài bậc một của dòng tải- pha A

$$i_{At(1)} = \frac{140}{R} \sin 314t = 14 \cdot \sin 314t$$

Bộ nghịch lưu áp ba pha

Điều khiển kiểu 6 bước (six-step)

c. Vì tải thuần trở nên công suất tải cho bởi hệ thức :

$$P_t = 3 \cdot \frac{U_t^2}{R} = 3 \cdot \frac{103,7^2}{10} = 3226,1 [W]$$

d. Hệ số méo dạng của áp ra:

$$THD_U = \frac{(U_t^2 - U_{t(1)}^2)^{\frac{1}{2}}}{U_{t(1)}} = \frac{\left(103,7^2 - \left(\frac{140}{\sqrt{2}}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}}}{\left(\frac{140}{\sqrt{2}}\right)} = 0,312$$

e. Trị trung bình dòng điện ngõ vào bộ nghịch lưu :

$$I_C = \frac{P_t}{U} = \frac{3226,1}{220} = 14,664 [A]$$

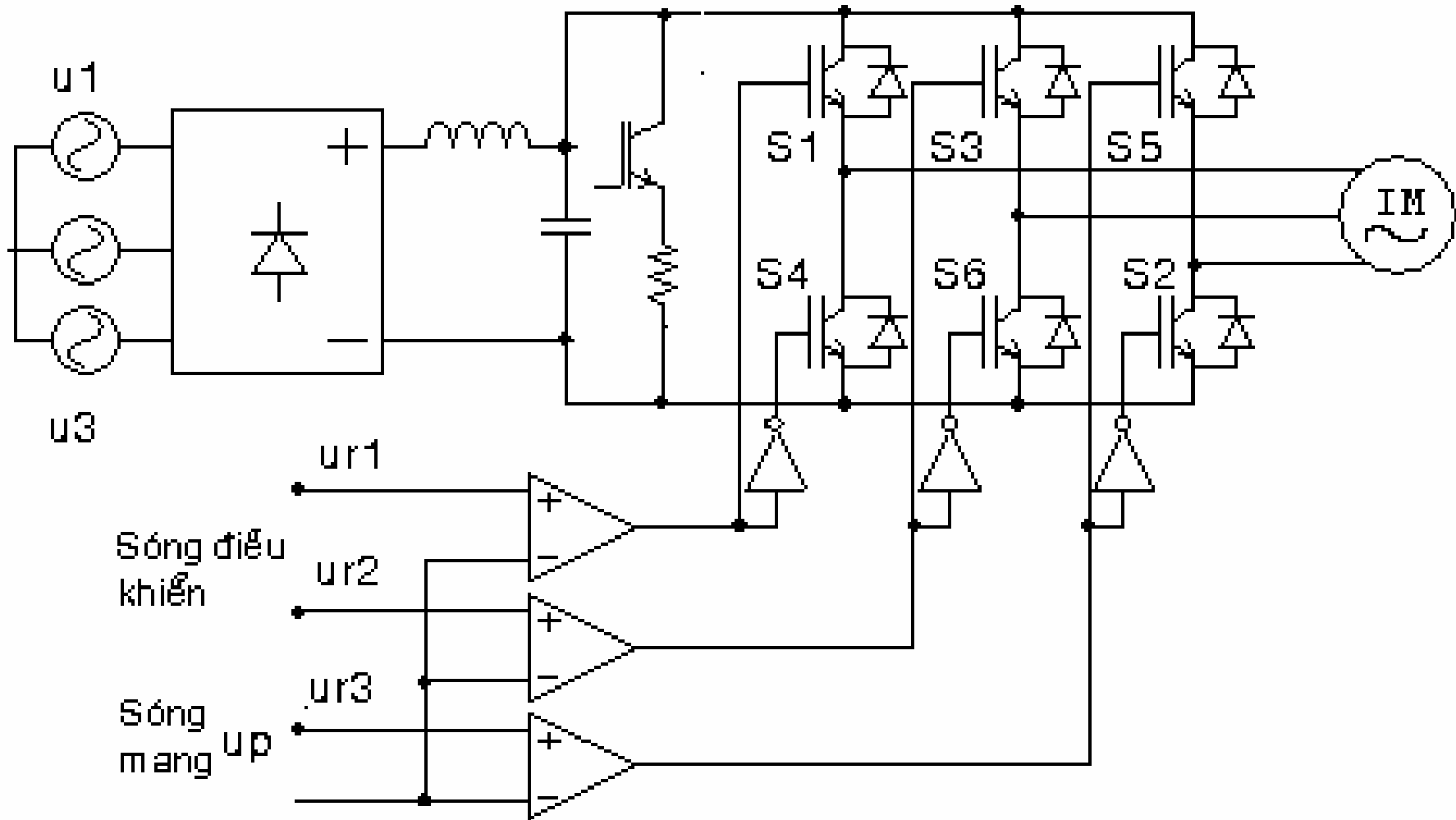
Các diode đối song với transistor không dẫn điện.

Mỗi transistor dẫn điện trong 1/3 chu kỳ với trị trung bình dòng điện qua nó bằng :

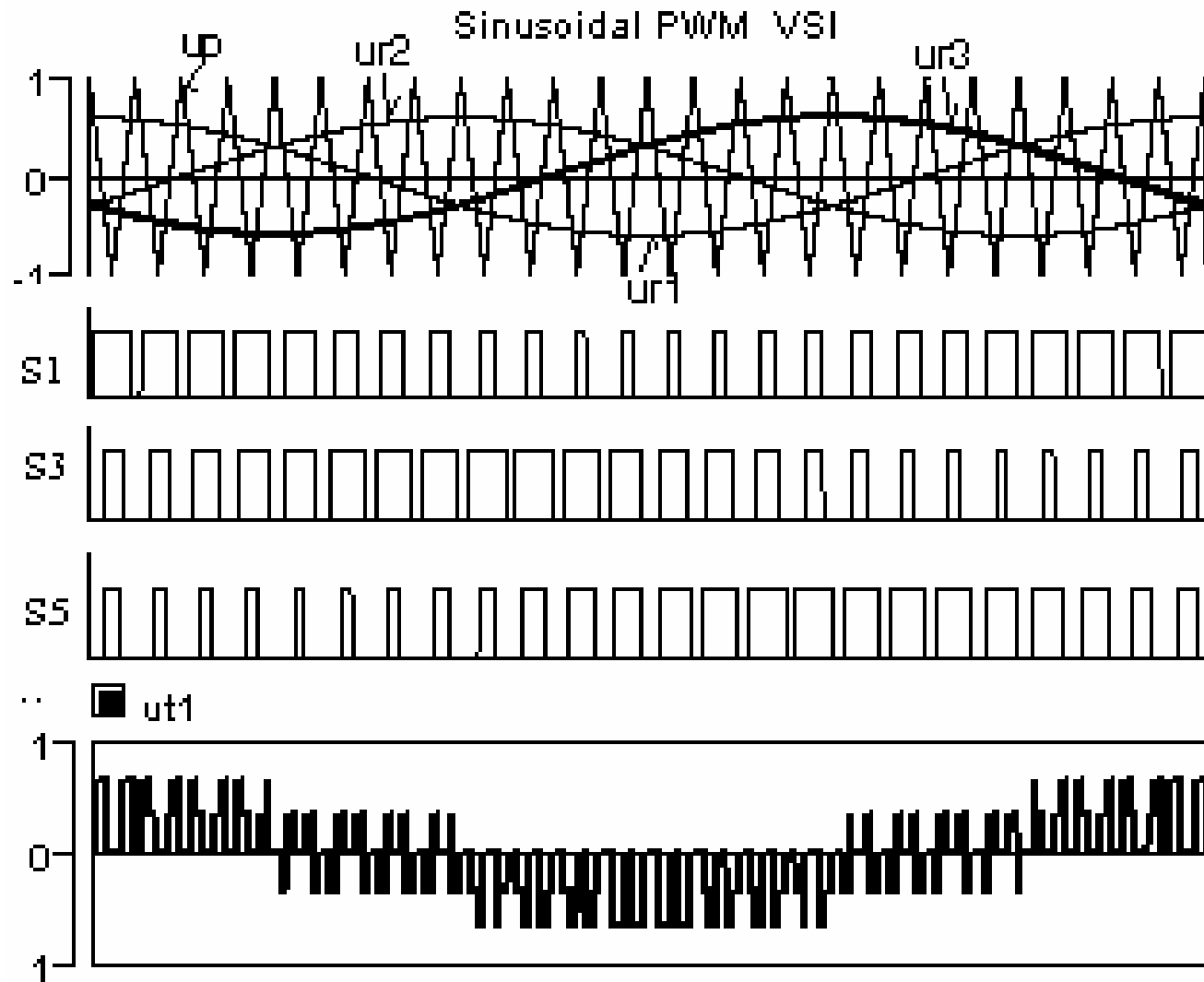
$$I_{TAV} = \frac{I_C}{3} = \frac{14,664}{3} = 4,888 [A]$$

Bộ nghịch lưu áp ba pha

Điều khiển kiểu điều rộng xung (PWM)



Bộ nghịch lưu áp ba pha



Dạng sóng điều khiển và dạng điện áp ngõ ra

Bộ nghịch lưu áp ba pha

Gọi m_f là tỉ số điều chế tần số (Frequency modulation ratio) :

$$m_f = \frac{f_{carrier}}{f_{reference}} = \frac{f_{tria}}{f_{sine}}$$

Tăng $m_f \rightarrow$ tăng giá trị tần số các sóng hài \rightarrow dễ lọc các sóng hài hơn.

Điểm bất lợi của việc tăng tần số sóng mang là vấn đề tổn hao do đóng ngắt lớn.

Tương tự, gọi m_a là tỉ số điều chế biên độ (Amplitude modulation ratio) :

$$m_a = \frac{U_{m-reference}}{U_{m-carrier}} = \frac{U_{m-sine}}{U_{m-tri}}$$

Nếu $m_a \leq 1$ (biên độ sóng sin nhỏ hơn biên độ sóng mang)

thì quan hệ giữa biên độ thành phần cơ bản của áp ra và áp điều khiển là tuyến tính.

Đối với bộ nghịch lưu áp ba pha, biên độ hài cơ bản của điện áp ngõ ra:

$$U_{t(1)m} = m_a \frac{U}{2}$$

Bộ nghịch lưu áp ba pha

Ví dụ 5.10

Bộ nghịch lưu áp một pha được điều khiển theo phương pháp điều rộng xung.

Sóng mang tam giác u_p có tần số $f_p = 500\text{Hz}$, biên độ thay đổi giữa $(12\text{V}, +12\text{V})$,

Điện áp điều khiển xoay chiều u_{dk} dạng sin, tần số $f_{dk} = 50\text{ Hz}$.

Nguồn áp một chiều $U = 100\text{V}$.

Tính biên độ sóng hài cơ bản của áp ra khi u_{dk} có biên độ U_{dkM} bằng $1\text{V}, 5\text{V}, 10\text{V}, 12\text{V}$.

Giải:

Biên độ thành phần điện áp hài cơ bản của áp tải có thể tính theo hệ thức :

$$U_{t(1)m} = m_a \frac{U}{2}$$

$U_{dkM}[\text{V}]$	m_a	$U_{t(1)M}[\text{V}]$
1	0.083	8,33
5	0,4166	41,66
10	0,8334	83,34
12	1	100