

A global leader of electronics

Visit TDK's Application Guide which shows our total solutions for your application.

TDK Corporation

Visit

🔑

🔍

5. MẠCH CHÍNH LƯU

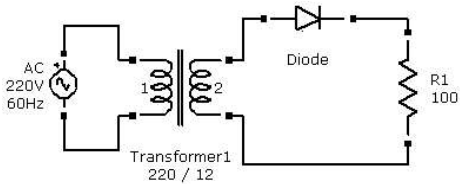
1. Giới thiệu:

Mạch chỉnh lưu có nhiệm vụ biến đổi từ điện xoay chiều AC sang điện một chiều DC.

2. Chỉnh lưu không điều khiển:

Mạch chỉnh lưu không điều khiển còn gọi là mạch chỉnh lưu Diode. Mạch sử dụng linh kiện chính là Diode để biến đổi điện AC (thông thường là điện lưới AC 220V, 60Hz) sang dòng điện xung một chiều. Trong thực tế để có được dòng điện một chiều “phẳng”, người ta gắn thêm các phần tử lọc như tụ điện. Tùy theo dạng điện áp DC yêu cầu và điện áp AC cung cấp mà ta có các dạng bố trí Diode. Phần này sẽ trình bày một số dạng mạch chỉnh lưu sử dụng Diode cơ bản

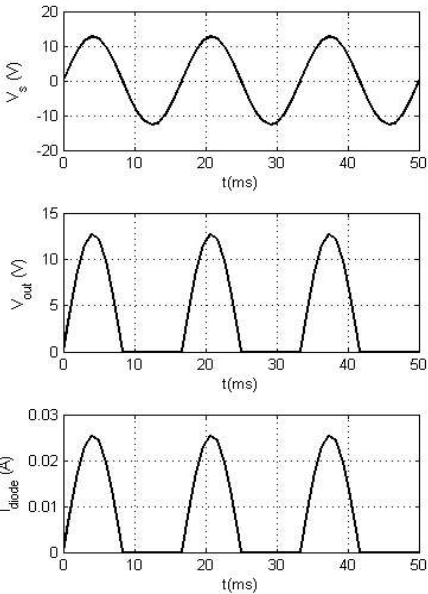
1. Chỉnh lưu một pha bán kì:



Hình 5.1 - Mạch chỉnh lưu một pha bán kì

Mạch điện chỉnh lưu một pha nửa kì cho trên Hình 5.1. Trong nửa chu kì đầu, dòng điện xoay chiều dương phân cực thuận Diode, điện áp ngõ ra $V_{OUT} = V_{in} - V_{Diode}$ (trong các tính toán ta bỏ qua rơi áp Diode vì nó quá nhỏ so với điện áp nguồn V_{in}). Trong nửa chu kì sau, dòng điện đổi chiều phân cực ngược Diode, không có điện áp qua tải. Với tải điện trở, ta có dạng điện áp ngõ vào – ngõ ra như trên công thức tính giá trị trung bình và giá trị hiệu dụng:

$$V_{O(AV)} = \frac{1}{T} \left(\int_0^{T/2} V_{max} \sin \omega t .dt + \int_{T/2}^T 0 .dt \right) = \frac{V_{max}}{\pi}$$
$$V_{O(RMS)} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^{T/2} V_{max}^2 \sin^2 \omega t .dt} = \frac{V_{max}}{2}$$
$$I_{R(AV)} = \frac{V_{O(AV)}}{R} = \frac{V_{max}}{\pi .R} = 0.318 \frac{V_{max}}{R}$$
$$I_{R(RMS)} = \frac{V_{O(RMS)}}{R} = \frac{V_{max}}{2 .R} = 0.5 \frac{V_{max}}{R}$$



Hình 5.2 - Điện áp ngõ vào – ngõ ra chỉnh lưu một pha nửa kì tải R

Trong các ứng dụng yêu cầu dòng điện “phẳng” không nhấp nhô, người ta thêm vào mạch tụ lọc C như Hình 5.3. Khi dòng điện nguồn làm Diode phân cực thuận, tụ điện nạp. Ngược lại, khi dòng điện nguồn đảo chiều làm Diode phân cực ngược, tụ điện xả.

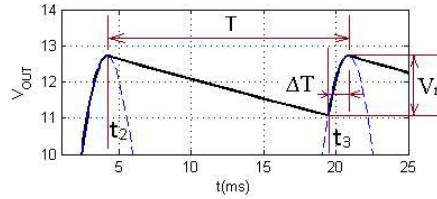
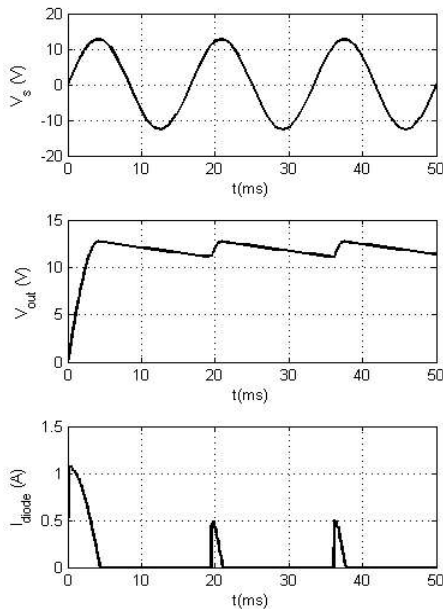
Argue PRC's Coercive Expansion

The PRC tries to take administrative control over the Senkaku Islands by the CCG ships SSRI of Japan

220 / 12

Hình 5.3 – Chỉnh lưu bán kì với tụ lọc R

Tụ điện có dung lượng càng lớn thì dòng điện càng “phẳng”, tuy nhiên dòng nạp vào tụ sẽ càng lớn, làm dòng đỉnh I_{PEAK} qua Diode lớn. (như Hình 5.4)



Tại t_2 điện áp tải cực đại $V_r(t_2) = V_{MAX}$. Tụ điện xả tới thời điểm t_3 điện áp cực tiểu $V_r(t_3) = V_{MIN}$. Điện áp nhấp nhô $V_r = V_r(t_2) - V_r(t_3)$. Từ đặc trưng nạp xả tụ ta có:

$$V_r(t_3) = V_{MAX} \cdot e^{-\left(\frac{t_3 - t_2}{RC}\right)}$$

$$V_r = V_r(t_2) - V_r(t_3) = V_{MAX} \left(1 - e^{-\left(\frac{t_3 - t_2}{RC}\right)}\right)$$

Khi C đủ lớn so với $(t_3 - t_2)$, ta có thể xấp xỉ

$$e^{-\left(\frac{t_3 - t_2}{RC}\right)} \approx 1 - \left(\frac{t_3 - t_2}{RC}\right) \quad (e^{-x} \approx 1 - x \text{ khi } |x| \ll 1).$$

Ta được: $V_r = V_{MAX} \left(\frac{t_3 - t_2}{RC}\right)$. Tiếp tục xấp xỉ thời gian $(t_3 - t_2) \approx T$ ta được

$$V_r = V_{MAX} \left(\frac{T}{RC}\right) = \frac{V_{MAX}}{f \cdot RC}$$

Hình 5.4 – Đồ thị điện áp chỉnh lưu nửa kì một phase

Điện áp một chiều ngõ ra xấp xỉ: $V_{DC} \approx V_{MAX} - \frac{V_r}{2} = V_{MAX} \cdot \left(1 - \frac{1}{2f \cdot RC}\right)$

Trong mạch có rơi áp qua Diode V_D , điện áp tối đa của tải $V_{MAX} = V_S - V_D$. Với V_S là điện áp tối đa của nguồn.

Xét điện áp tại thời điểm $t = T - \Delta T$: (lưu ý điện áp tải là tụ C sớm pha hơn nguồn $\pi/2$)

$$V_{MAX} \cdot e^{-\left(\frac{T - \Delta T}{RC}\right)} = V_{MAX} \cos(\omega(T - \Delta T))$$

Khai triển $\cos(\omega T - \omega \Delta T)$ và xấp xỉ $e^{-x} \approx 1 - x$; $\cos x \approx 1 - \frac{x^2}{2}$. Ta được: (lưu ý $\sin \omega T = 0$ và $\cos \omega T = 1$)

$$1 - \frac{T}{RC} = 1 - \frac{(\omega \Delta T)^2}{2}$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{1}{\omega} \sqrt{2 \frac{T}{RC}} = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{2V_r}{V_{MAX}}}$$

Tính dòng điện đỉnh lặp lại qua Diode bằng cách xét cân bằng điện trong tụ điện: Điện lượng nạp vào bằng điện lượng xả ra: (xem dòng điện qua Diode hình tam giác)

$$Q = I_{peak} \frac{\Delta T}{2} = I_{DC} T \Rightarrow I_{peak} = I_{DC} \frac{2T}{\Delta T}$$

Tại thời điểm $t = 0^+$ tụ bắt đầu nạp. Dòng điện qua tụ (và qua Diode) là:

$$I_{SC} = C \cdot \frac{dv}{dt} = C \cdot \left(\frac{d}{dt} V_S \sin \omega t\right) = \omega C V_S \cos \omega t = \omega C V_S$$

Điện áp phân cực ngược mà Diode phải chịu là $PIV = 2 \cdot V_{MAX}$

Ví dụ: Cho mạch điện chỉnh lưu một phase bán kì có tụ lọc C . Biết nguồn điện có $V_{RMS} = 12.6V$ (60Hz). Tải $R = 15\Omega$, $C = 25000\mu F$, rơi áp qua Diode là $1V$. Tính giá trị điện áp DC ngõ ra V_{DC} , điện áp nhấp nhô V_r , thời gian dẫn ΔT , dòng điện đỉnh lặp lại I_{peak} và dòng điện đỉnh không lặp I_{SC} của Diode.

Giải:

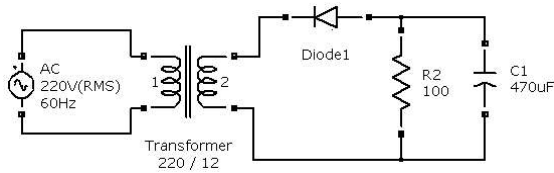
Nguồn điện hình sin có $V_{max} = \sqrt{2} \cdot V_{RMS} - V_{Diode} =$

$$\text{Điện áp một chiều ngõ ra xấp xỉ: } V_{DC} \approx V_{MAX} \cdot \left(1 - \frac{1}{2f \cdot RC}\right) =$$

$$\text{Dòng điện đỉnh lặp lại } I_{peak} = I_{DC} \frac{\Delta T}{\Delta T} =$$

$$\text{Dòng điện đỉnh không lặp } I_{SC} = \omega \cdot C \cdot V_s =$$

Bài tập 1: Sử dụng phần mềm mô phỏng mạch điện sau



Bài tập 2: Cho mạch chỉnh lưu một pha nửa kì có nguồn $v_s(t) = 20\sin(120\pi) (V)$; Tải $R = 10K\Omega$, $C = 100\mu F$. Tính điện thế nhấp nhô V_r và điện áp DC ngõ ra? Biết rơi áp qua Diode là 1V?

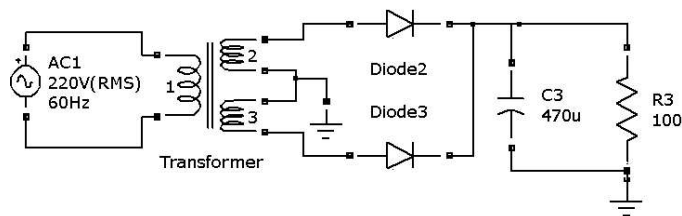
Bài tập 3: Mạch nguồn DC sử dụng mạch chỉnh lưu một pha bán kì có đặc tính ngõ ra 5V, 25A. Độ nhấp nhô nhỏ hơn 2.5%. Giả thiết tụ lọc C được sử dụng và nguồn AC có tần số 60Hz.

(a) Giá trị tụ C tối thiểu bao nhiêu? (b) Điện áp AC nguồn là bao nhiêu?

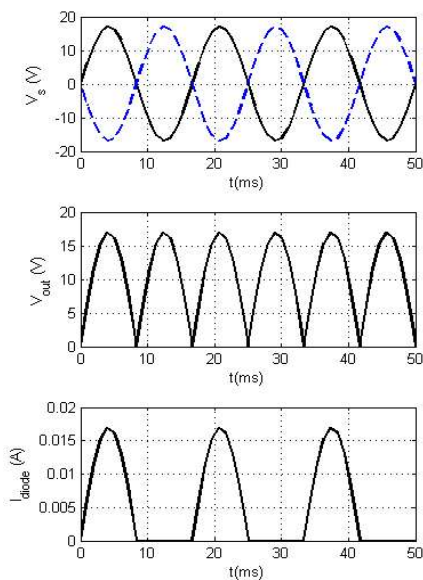
(c) Dòng điện đỉnh lặp lại và không lặp lại của Diode là bao nhiêu?

2. Chỉnh lưu toàn kì tia hai phase:

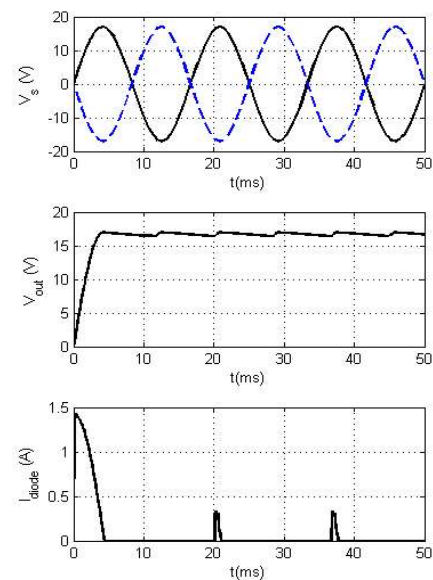
Chỉnh lưu toàn kì tia hai phase sử dụng biến áp điểm giữa để tạo 2 phase ngược chiều nhau như hình. Hai phase này được chỉnh lưu bán kì để tạo thành dạng điện áp một chiều hình sin trong cả 2 nửa chu kì: Trong nửa chu kì đầu của áp nguồn AC1, dòng điện biến áp 2 dương, Diode 2 dẫn, dòng điện biến áp 3 âm, Diode 3 không dẫn – áp trên tải là áp dương hình nửa sin dương. Trong nửa chu kì sau, dòng điện đảo chiều Diode 3 dẫn và Diode 2 không dẫn – áp trên tải vẫn là áp dương hình nửa sin dương.



Hình 5.5 – Mạch nguyên lý chỉnh lưu toàn kì tia hai phase



(a) Không có tụ lọc



(b) Có tụ lọc

Hình 5.6 – Đồ thị điện áp chỉnh lưu toàn kì tia hai phase

Các đặc trưng dòng và áp của mạch tải thuần trở là:

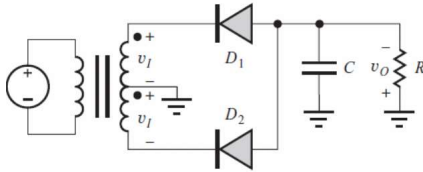
Khi thêm tụ lọc C , thời gian xả của tụ điện nhỏ đi một nửa so với chỉnh lưu đơn ki. Các phân tích tương tự như trên với máy đổi là chu kì điện áp ngõ ra thay giờ là $T/2$ (một nửa chu kì so với điện áp AC1).

$$V_r = V_{MAX} \left(\frac{T}{2.f.R.C} \right) = \frac{V_{MAX}}{2.f.R.C} \quad V_{DC} \approx V_{MAX} - \frac{V_r}{2} = V_{MAX} \cdot \left(1 - \frac{1}{2.f.R.C} \right)$$

$$\Delta T = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{T}{RC}} = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{V_r}{V_{MAX}}} \quad I_{peak} = I_{DC} \frac{T}{\Delta T}$$

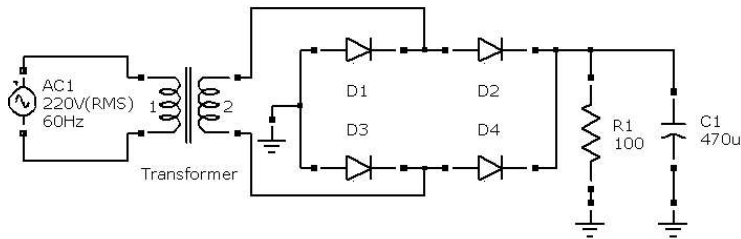
$$I_{SC} = C \cdot \frac{dv}{dt} = C \cdot \left(\frac{d}{dt} V_s \sin \omega t \right) = \omega.C.V_s \cos \omega t = \omega.C.V_s$$

Bài tập tương tự, mạch tạo nguồn điện âm tương tự

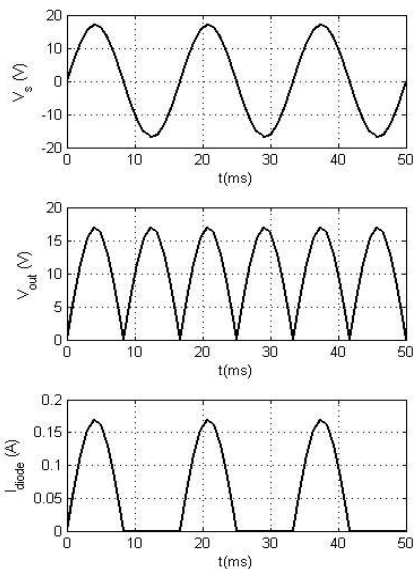


3. Chỉnh lưu cầu một phase

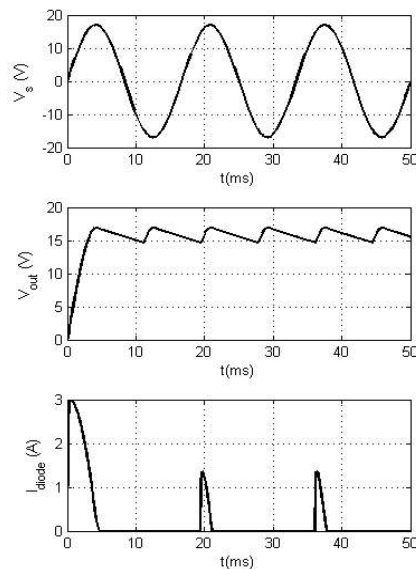
Trong mạch chỉnh lưu cầu một phase, các Diode được bố trí theo hình cầu. Khi điện áp nguồn dương $v_s > 0$, D2 và D3 dẫn điện, D1 và D4 ngưng dẫn. Dòng điện đi từ nguồn dương qua D2, qua tải, qua D3 rồi về nguồn âm – áp trên tải là áp nửa hình sin dương. Trong nửa chu kì tiếp theo của nguồn AC, dòng điện đảo chiều, D1 và D4 dẫn, D2 và D3 ngưng dẫn. Dòng điện đi từ nguồn dương qua D4, qua tải, qua D1 rồi về nguồn âm – áp trên tải là áp nửa hình sin dương. Chu kì dòng điện tải là $T/2$ (một nửa chu kì so với điện áp AC1).



Hình 5.7 – Mạch nguyên lý chỉnh lưu cầu một phase



(a) Không có tụ lọc



(b) Có tụ lọc

Hình 5.8 – Điện áp chỉnh lưu cầu một phase

Các đặc trưng dòng và áp trên tải thuần trở:

Khi thêm tụ lọc C, các đặc trưng dòng và áp cũng tương tự chính lưu bán ki với chu kì là 1/2:

$$V_r = V_{MAX} \left(\frac{T}{2.RC} \right) = \frac{V_{MAX}}{2.f.R.C} \quad V_{DC} \approx V_{MAX} - \frac{V_r}{2} = V_{MAX} \cdot \left(1 - \frac{1}{2.f.R.C} \right)$$

$$I_{peak} = I_{DC} \frac{T}{\Delta T} \quad \Delta T = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{T}{RC}} = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{V_r}{V_{MAX}}}$$

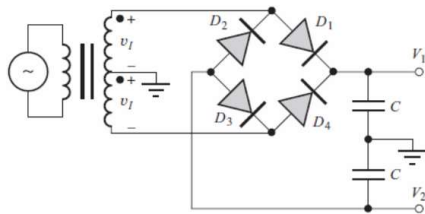
$$I_{SC} = C \cdot \frac{dv}{dt} = C \cdot \left(\frac{d}{dt} V_s \sin \omega t \right) = \omega.C.V_s \cos \omega t = \omega.C.V_s$$

Bảng tóm tắt đặc trưng các bộ chỉnh lưu điện một chiều

Thông số	Một pha bán ki	Toàn ki tia hai phase	Cầu một phase
Tụ lọc	$C = V_{MAX} \left(\frac{T}{RV_r} \right)$	$C = V_{MAX} \left(\frac{T}{2.RV_r} \right)$ (giảm ½)	$C = V_{MAX} \left(\frac{T}{2.RV_r} \right)$ (giảm ½)
Dòng đỉnh Diode (lập lại)	$I_{peak} = I_{DC} \frac{2.T}{\Delta T}$	$I_{peak} = I_{DC} \frac{T}{\Delta T}$ (giảm ½)	$I_{peak} = I_{DC} \frac{T}{\Delta T}$ (giảm ½)
Dòng đỉnh Diode (không lập)	$I_{SC} = \omega.C.V_s$	$I_{SC} = \omega.C.V_s$	$I_{SC} = \omega.C.V_s$
PIV	2V _P	2V _P	V _P
Ưu điểm – khuyết điểm	Đơn giản	Sử dụng 2 Diode Biến thể điểm giữa Tụ điện nhỏ	Sử dụng 4 Diode Tụ điện nhỏ

Bài tập1: Thiết kế mạch chỉnh lưu có tụ lọc C từ nguồn AC 220V_{RMS} tạo nguồn DC 15V, điện áp nhấp nhô tối đa 1% khi dòng tải 2A. Bỏ qua rơi áp Diode.

Bài tập2: Phân tích mạch sau:

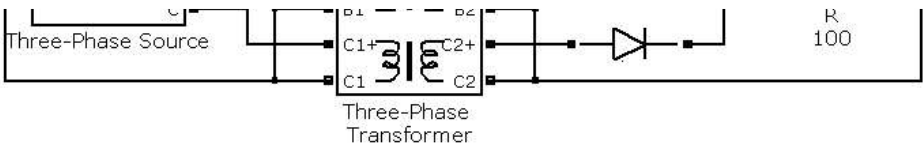


- a) Vẽ dạng điện áp ngõ ra V₁, V₂ khi v₁ = 50sin377t và C=10000uF?
- b) Mô phỏng mạch với C=100mF và v₁ = 35sin120πt, tải 500Ω nối từ ngõ ra V₁, V₂ xuống GND?

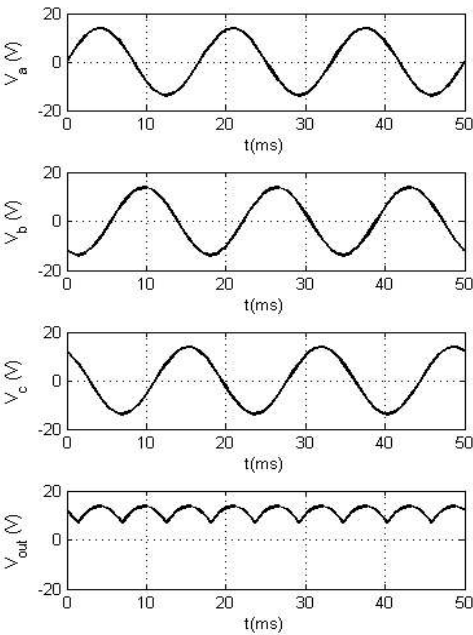
4. Chỉnh lưu tia ba pha

Tương tự mạch chỉnh lưu tia một phase, chỉnh lưu tia ba phase sử dụng mỗi Diode cho mỗi phase (như Hình 5 . 9 . Các phase điện nguồn AC lệch nhau $\frac{2\pi}{3}$. Điện áp ngõ ra là điện áp của phase lớn nhất (tại mỗi thời điểm): $V_o \left[0 - \frac{\pi}{6} \right] = u_c$; $V_o \left[\frac{\pi}{6} - \frac{5\pi}{6} \right] = u_a$; $V_o \left[\frac{5\pi}{6} - \frac{3\pi}{4} \right] = u_b$; $V_o \left[\frac{3\pi}{4} - 2\pi \right] = u_c$;

$$\begin{cases} u_a = V_{MAX} \sin \omega t \\ u_b = V_{MAX} \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right) \\ u_c = V_{MAX} \sin \left(\omega t + \frac{4\pi}{3} \right) \end{cases}$$



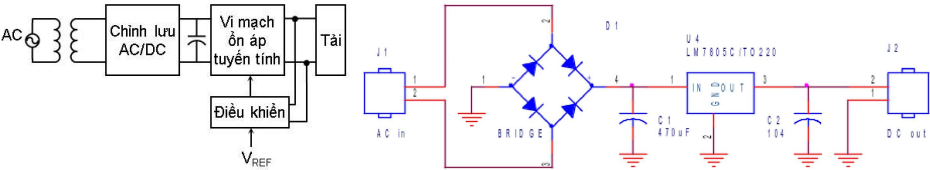
Hình 5.9 – Mạch chỉnh lưu tia 3 phase



5. Mạch nguồn tuyến tính:

Để tăng chất lượng của nguồn DC của mạch chỉnh lưu, người ta còn dùng thêm vi mạch nguồn tuyến tính nối tiếp ở ngõ ra của mạch chỉnh lưu. Sơ đồ khối của bộ nguồn ổn áp tuyến tính như Hình 5.10. Nguồn AC qua biến áp để thay đổi biên độ, qua bộ chỉnh lưu để lọc thành phần DC, rồi đến vi mạch ổn áp (LM78XX, LM79XX...) để lọc nhấp nhô và ổn định áp dưới sự thay đổi của dòng tải.

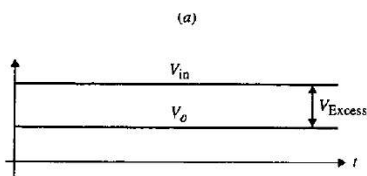
Cấu hình mạch này có đặc điểm là vi mạch ổn áp nối tiếp với tải, làm hiệu suất mạch rất thấp (có khi tới 40%). Vì lý do này mà mạch nguồn tuyến tính thường được sử dụng cho nguồn công suất thấp. Tuy nhiên ưu điểm của nguồn tuyến tính là có ngõ ra đáp ứng tốt với tải, ít nhấp nhô và mạch ít tổn linh kiện (làm giá thành sản xuất thấp).



Hình 5.10 – Sơ đồ khối mạch ổn áp tuyến tính

Hình 5.11 – Mạch ổn áp tuyến tính đơn giản sử dụng vi mạch LM78XX

Để hiểu rõ hơn đặc điểm của mạch nguồn tuyến tính, ta xét ví dụ sau:



Điện áp ngõ vào 24V, điện áp ngõ ra 12V, dòng tải 1A. Tính hiệu suất của bộ nguồn.

Mạch nguồn tuyến tính : $\eta = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \cdot 100\% = \frac{12W}{24W} \cdot 100 = 50\%$. => Hiệu suất phụ thuộc vào chênh áp giữa đầu vào và đầu ra.

Mạch nguồn xung $\eta = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \cdot 100\% = \frac{24 \times 0.5}{24 \times 0.5 + P_{SW}} \cdot 100 \approx 100\%$ => Hiệu suất phụ thuộc vào công suất đóng ngắt P_{SW} .

Do rơi áp qua công tắc điện tử khi đóng và khi ngắt thường rất bé, nên hiệu suất bộ nguồn xung thường lớn hơn nguồn tuyến tính.

3. Chỉnh lưu có điều khiển

3.1. Chỉnh lưu một pha nửa kì:

3.2. Chỉnh lưu tia hai pha:

3.3. Chỉnh lưu cầu một pha:

3.4. Chỉnh lưu tia ba pha:

3.5. Chỉnh lưu cầu ba pha

Project 3: Mạch nguồn DC

1. Mạch nguồn +/- 5V, +/- 9V, +/-12V 3A sử dụng IC LM78XX – 79XX
2. Mạch nguồn tuyến tính điều chỉnh từ 3V-30V – 1A.
3. Mạch chỉnh lưu có điều khiển

Project doc tại lieu

[1] Linear Regulator Circuit Configuration and design Consideration - On Semiconductor

[2] Series Pass Element Considerations for Linear Regulators - ON semiconductor (7p)

[3] Design the Input supply - ON semiconductor (6p)

MẠCH CHỈNH LƯU 9 / 9

[TRANSISTOR.html](#)

[MẠCH BIẾN ĐỔI DC-DC.html](#)

[DIODE.html](#)

[THYRISTOR.html](#)

The PRC tries to take administrative control over the
Senkaku Islands by the CCG ships

SSRI of Japan

Visit

MẠCH CHỈNH LƯU.html

--	--	--	--

Linh kiện điện tử gì cũng có
Điện Tử Nshop

[cửu dương thần công . com](#) [về trang web](#) [facebook](#) [nhóm tài liệu](#) [ủng hộ admin](#) [toán cấp 2](#) [kho tài liệu toán](#)