

BÀI 2: DIODE MẮC NỐI P-N – MẠCH CHỈNH LƯU

I. Mục đích

Khảo sát hoạt động của linh kiện điện tử diode và ứng dụng của diode trong mạch chỉnh lưu bán kỳ và toàn kỳ.

Khảo sát các mạch chỉnh lưu bán kỳ và toàn kỳ (có và không có tụ lọc).

II. Tóm tắt lý thuyết

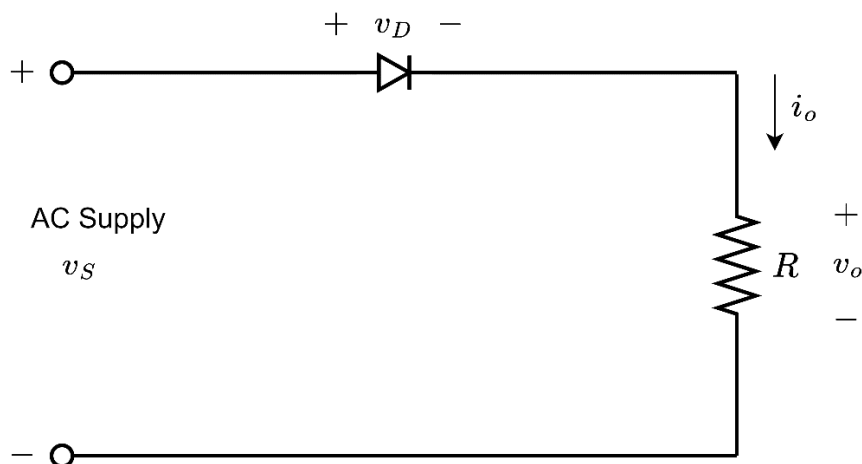
1. Mạch chỉnh lưu

Mạch chỉnh lưu là mạch điện tử có chức năng chuyển đổi tín hiệu xoay chiều AC thành tín hiệu một chiều DC. Mạch chỉnh lưu được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực điện tử, trong các bộ cấp nguồn DC hoặc các thiết bị tạo tín hiệu.

Hai mạch chỉnh lưu đơn giản nhất là mạch chỉnh lưu bán kỳ và mạch chỉnh lưu toàn kỳ sử dụng linh kiện điện tử chính là diode.

Trong mạch chỉnh lưu, ta có thể lắp thêm tụ có chức năng lọc tín hiệu nhằm biến đổi tín hiệu DC sau khi chỉnh lưu theo mong muốn.

2. Mạch chỉnh lưu bán kỳ



Hình 2.1: Mạch chỉnh lưu bán kỳ

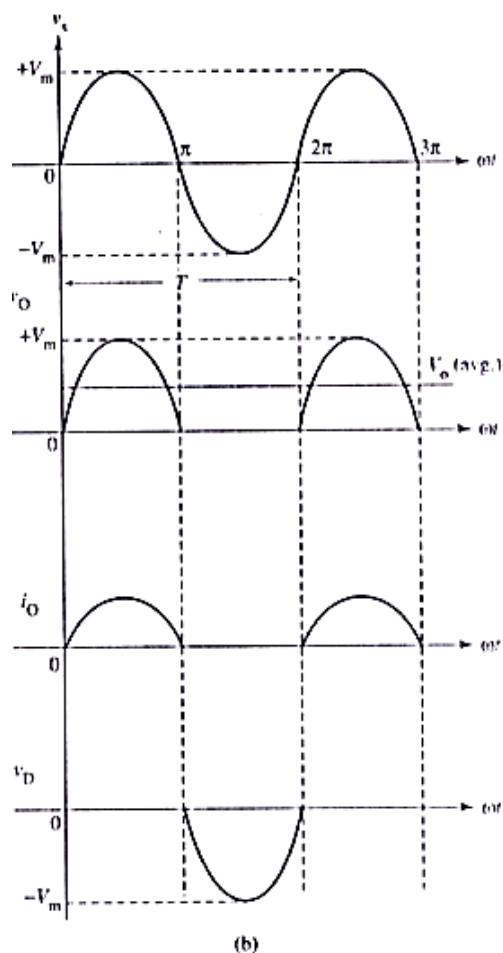
Hình 2.1 biểu diễn cấu tạo mạch chỉnh lưu bán kỳ, mạch sử dụng một diode mắc nối tiếp với tải R. Tín hiệu xoay chiều được đưa vào có dạng hình sine được biểu diễn theo biểu thức: $V_S = V_m \sin(2\pi f)$, trong đó V_m là giá trị điện áp đỉnh của tín hiệu và f là tần số tín hiệu.

Do đặc tính của lớp tiếp xúc p-n trong cấu tạo của diode, dòng điện chỉ xuất hiện trong mạch khi diode phân cực thuận, tức $V_S > 0$. Ta có biểu thức tín hiệu trên tải như sau:

$$\text{Khi } V_S > 0: \quad V_O = V_S \quad I_O = V_S / R$$

$$\text{Khi } V_S < 0: \quad V_O = 0 \quad I_O = 0$$

Biểu thức trên được thể hiện qua giản đồ tín hiệu trong Hình 2.2.



Hình 2.2: Giản đồ tín hiệu mạch chỉnh lưu bán kỳ

Các thông số đặc trưng của tín hiệu:

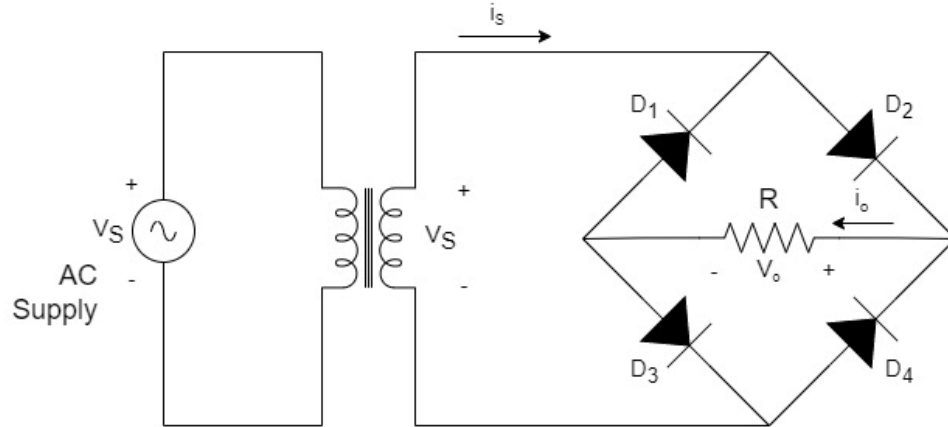
Điện áp trung bình: $V_{O(av)} = 0.318 V_m$

Dòng điện trung bình: $I_{O(av)} = 0.318 I_m$

Dòng điện hiệu dụng: $I_{O(RMS)} = I_m / 2$

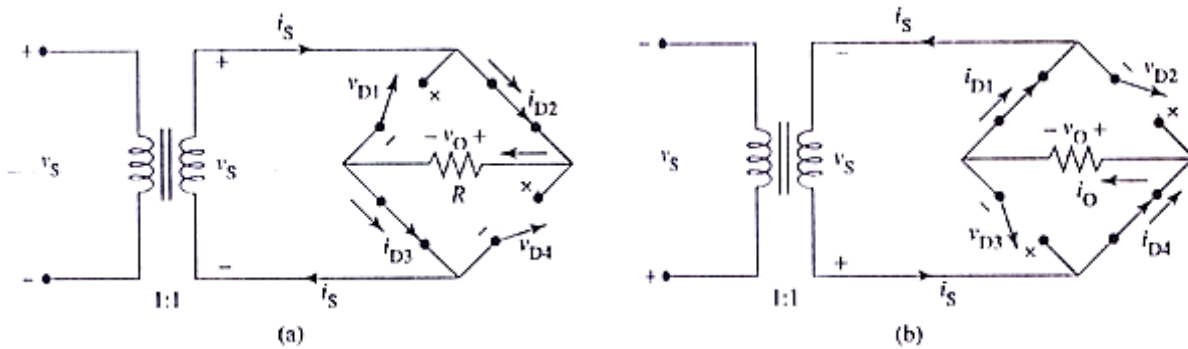
Với I_m là giá trị đỉnh của tín hiệu dòng điện và $I_m = V_m / R$

3. Mạch chỉnh lưu toàn kỳ



Hình 2.3: Mạch chỉnh lưu toàn kỳ

Hình 2.3 biểu diễn cấu tạo mạch chỉnh lưu toàn kỳ, mạch sử dụng một cầu diode gồm 4 diode để biến đổi tín hiệu AC ở cả hai chu kỳ dương và âm thành tín hiệu DC. Hoạt động của mạch ở hai chu kỳ được biểu diễn trong Hình 2.4.



Hình 2.4: Hoạt động của mạch chỉnh lưu trong 2 chu kỳ

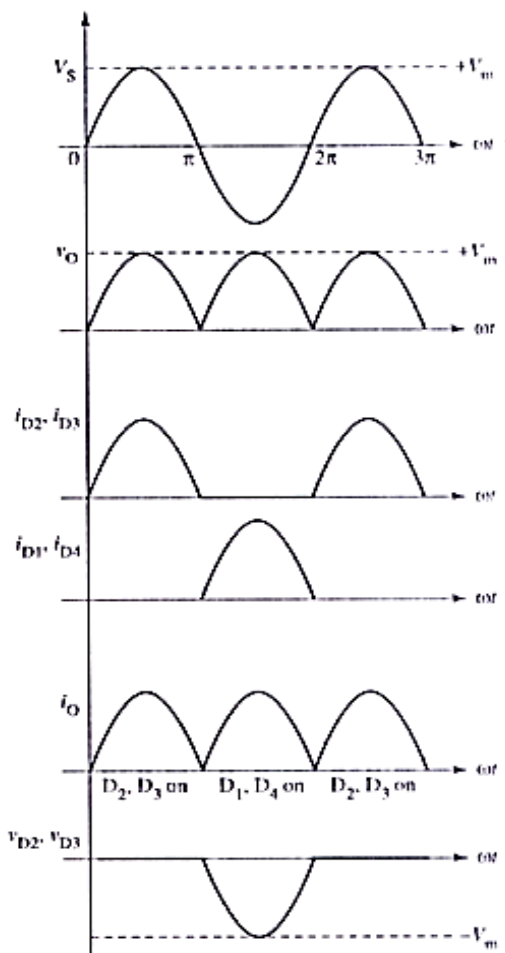
(a) Chu kỳ dương ; (b) Chu kỳ âm

Ở chu kỳ dương, diode D2 và D3 phân cực thuận còn D1 và D4 phân cực nghịch nên dòng điện đi qua điện trở tải cùng chiều với V_o . Ở chu kỳ âm, V_s đảo chiều dẫn tới D1 và D4 phân cực thuận còn D2 và D3 phân cực nghịch, tuy nhiên dòng điện đi qua trở tải vẫn cùng chiều với V_o . Do đó, ta có thể biểu diễn điện áp V_o theo biểu thức:

$$\begin{aligned} \text{Khi } V_s > 0: \quad V_o &= V_s & I_o &= V_s / R \\ \text{Khi } V_s < 0: \quad V_o &= -V_s & I_o &= -V_s / R \end{aligned}$$

Ta thấy rằng giá trị điện áp V_o luôn lớn hơn 0 ở toàn bộ chu kỳ tín hiệu.

Biểu thức trên và hiệu điện thế rơi trên các diode được thể hiện qua giản đồ tín hiệu trong Hình 2.5.



Hình 2.5: Giải đồ tín hiệu mạch chỉnh lưu toàn kỳ

Các thông số đặc trưng của tín hiệu:

Điện áp trung bình: $V_{O(av)} = 0.636 V_m$

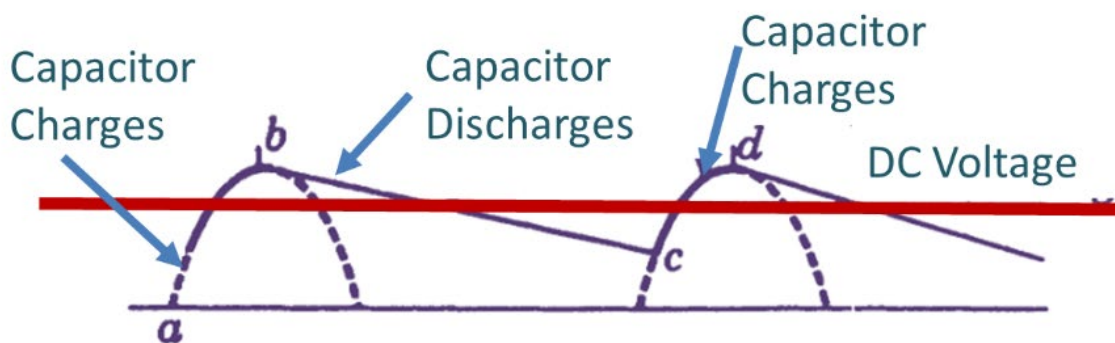
Dòng điện trung bình: $I_{O(av)} = 0.636 I_m$

Dòng điện hiệu dụng: $I_{O(RMS)} = I_m$

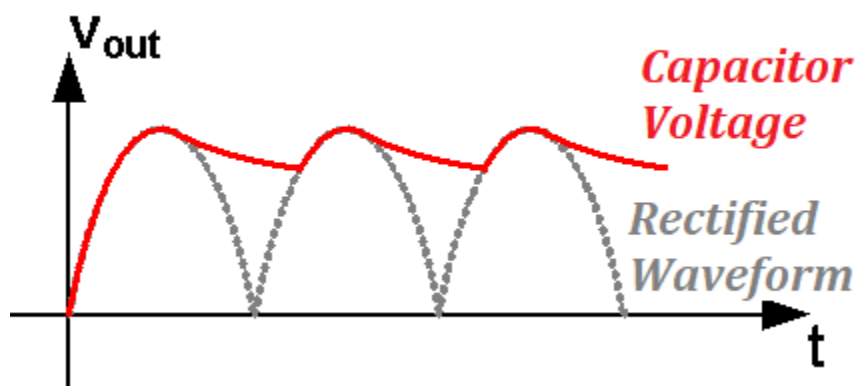
4. Mạch chỉnh lưu có tụ lọc

Tụ điện là linh kiện điện tử có đặc tính lưu trữ điện năng qua điện thế. Khi lắp tụ điện song song với tải, trong giai đoạn biến thiên đi xuống của tín hiệu nguồn, bản thân tụ cũng sẽ cấp một dòng xả vào mạch tới tải dẫn đến kéo dài thời gian điện thế trên tải tiến về 0. Tính chất này được ứng dụng để làm phẳng (giảm dao động) của tín hiệu DC sau chỉnh lưu hoặc biến đổi tín hiệu hình sine thành tín hiệu tam giác.

Hình 2.6 và Hình 2.7 biểu diễn giải đồ tín hiệu chỉnh lưu khi có tụ lọc.



Hình 2.6: Tín hiệu chỉnh lưu bán kỳ có tụ lọc



Hình 2.7: Tín hiệu chỉnh lưu toàn kỳ có tụ lọc

III. Thiết bị và linh kiện

- Board thực hành điện tử cơ bản
- Máy phát sóng
- Máy dao động ký
- Đồng hồ VOM.
- Dây nối
- Diode 1N4007
- Điện trở $1K\Omega$, $10K\Omega$, $22K\Omega$
- Tụ điện $1\mu F$, $10\mu F$, $47\mu F$

IV. Thực hành

1. Câu hỏi chuẩn bị

1. Giải thích từ giản đồ đặc tính I-V của diode lý do vì sao diode được ứng dụng bảo vệ thiết bị DC và chỉnh lưu.
2. Viết phương trình biểu diễn mối liên quan giữa cường độ dòng điện và điện áp của tụ điện. Giải thích hoạt động của tụ điện trong điều kiện cấp nguồn xoay chiều và một chiều.

2. Thực hành

1. Thực hiện các yêu cầu sau và ghi vào báo cáo
 - a. Lắp mạch chỉnh lưu bán kỳ như Hình 2.1 với $R = 1K\Omega$.
 - b. Chỉnh máy phát sóng tạo nguồn hình sine với $V_p = 10V$, tần số $f = 50Hz$. Coi dạng sóng trên máy dao động ký và vẽ lại dạng sóng nguồn vào báo cáo với khoảng chia 5 Volt/Div và 10 ms/Div.
 - c. Dùng dao động ký để hiển thị và vẽ lại tín hiệu sau chỉnh lưu trên hai đầu điện trở với khoảng chia 5 Volt/Div và 10 ms/Div.
 - d. Dùng VOM đo hiệu điện thế trung bình của điện trở và tính dòng điện trung bình dùng định luật Ohm. So sánh với hiệu điện thế trung bình và dòng điện trung bình lý thuyết. Thực hiện tương tự với các giá trị điện trở $10K\Omega$, $22K\Omega$.
 - e. Lắp lại mạch với $R = 1K\Omega$ và lắp thêm tụ lọc C song song. Vẽ lại tín hiệu sau chỉnh lưu trong các trường hợp tụ điện có giá trị $1\mu F$, $10\mu F$, $47\mu F$
2. Thực hiện các yêu cầu sau và ghi vào báo cáo
 - a. Lắp mạch chỉnh lưu toàn kỳ như Hình 2.3 với $R = 1K\Omega$.
 - b. Chỉnh máy phát sóng tạo nguồn hình sine với $V_p = 10V$, tần số $f = 50Hz$. Coi dạng sóng trên máy dao động ký và vẽ lại dạng sóng nguồn vào báo cáo với khoảng chia 5 Volt/Div và 10 ms/Div.
 - c. Dùng dao động ký để hiển thị và vẽ lại tín hiệu sau chỉnh lưu trên hai đầu điện trở với khoảng chia 5 Volt/Div và 10 ms/Div.
 - d. Dùng VOM đo hiệu điện thế trung bình của điện trở và tính dòng điện trung bình dùng định luật Ohm. So sánh với hiệu điện thế trung bình và dòng điện trung bình lý thuyết. Thực hiện tương tự với các giá trị điện trở $10K\Omega$, $22K\Omega$.
 - e. Lắp lại mạch với $R = 1K\Omega$ và lắp thêm tụ lọc C song song. Vẽ lại tín hiệu sau chỉnh lưu trong các trường hợp tụ điện có giá trị $1\mu F$, $10\mu F$, $47\mu F$