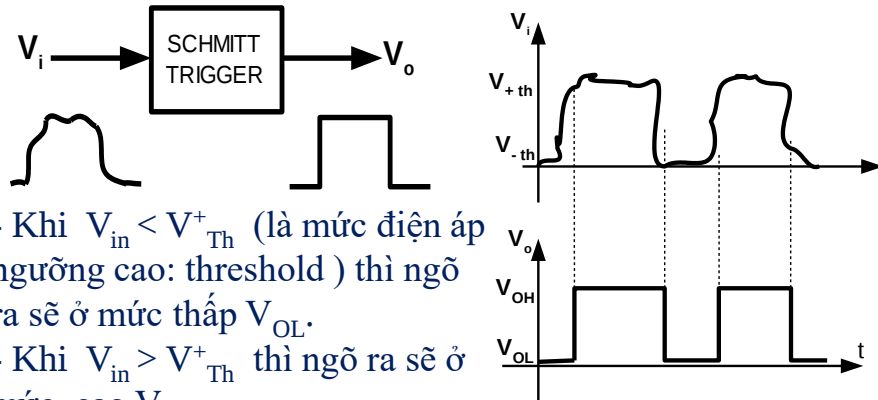


3.4/ Mạch Schmitt Trigger:

3.4.1- Khái niệm:

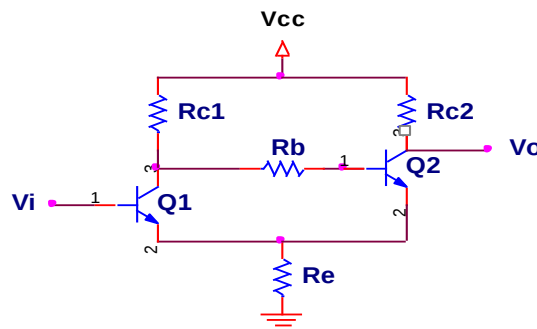
Mạch Schmitt Trigger là mạch có điện áp ngõ vào là dạng biến thiên liên tục theo thời gian, trong khi điện áp ngõ ra là dạng xung vuông có 2 mức cao và thấp.



3.4.2- Mạch Schmitt Trigger dùng transistor:

* Sơ đồ mạch:

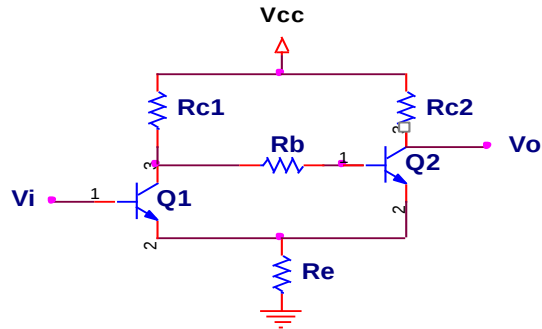
Để có điện áp ra là xung vuông thì mạch phải được thiết kế sau cho Q_1 ngưng dẫn, Q_2 dẫn bão hòa hoặc ngược lại.



* Xét trạng thái Q_1 ngưng dẫn, Q_2 dẫn bão hòa:

Khi $V_{in} < V_{Th}^-$: Q_1 ngưng dẫn $\rightarrow I_{C1} = 0$

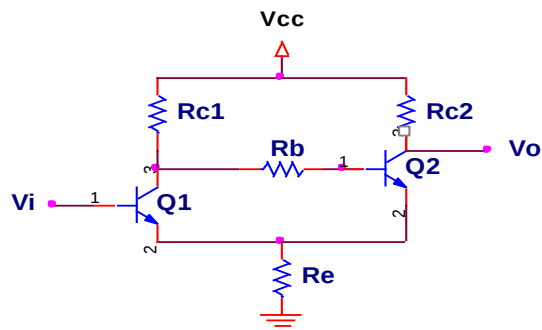
$$I_{C2sat} = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_{C2} + R_E} \approx I_{E2}$$



Dòng I_{E2} qua R_E tạo ra điện áp chung cho 2 cực E :

$$V_E = I_{E2} \cdot R_E = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_{C2} + R_E} \cdot R_E$$

$$I_{B2} = \frac{V_{CC} - V_{B2}}{R_{C1} + R_B} \quad (V_{B2} = V_{E2} + V_{BEsat})$$



Để Q_2 đổi trạng thái thì $V_{in} > V_{Th}$ nghĩa là :

$$V_{in} > V_{B2} = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_{C2} + R_E} \cdot R_E + 0.7$$

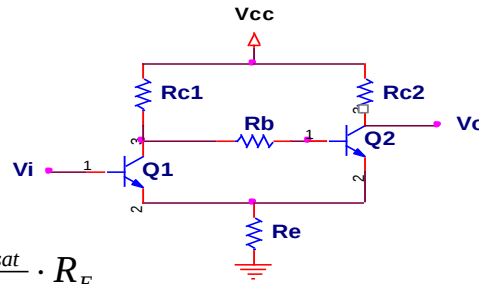
* Xét trạng thái Q_1 dẫn bão hòa, Q_2 ngưng dẫn:

Khi $V_{in} > V_{Th}$: Q_1 dẫn bão hòa, Q_2 ngưng dẫn

$$I_{C1sat} = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_{C1} + R_E} \approx I_{E1}$$

Dòng I_{E1} qua R_E tạo ra điện áp chung cho 2 cực E :

$$V_E = I_{E1} \cdot R_E = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_{C1} + R_E} \cdot R_E$$



Để Q_1 đổi trạng thái thì $V_{in} < V_{Th}$ nghĩa là :

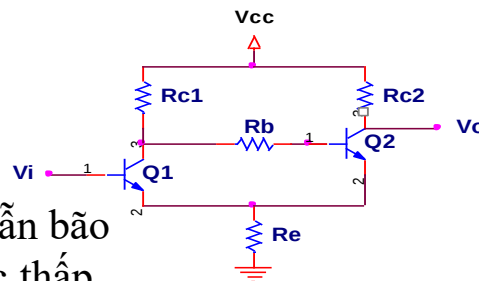
$$V_{in} < V_{B1} = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_{C1} + R_E} \cdot R_E + 0.7$$

* Xác định ngưỡng cao và ngưỡng thấp:

- Điện áp ngưỡng cao: $V_{Th}^+ = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_{C2} + R_E} \cdot R_E + 0.7$

- Điện áp ngưỡng thấp:

$$V_{Th}^- = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_{C1} + R_E} \cdot R_E + 0.7$$



- Khi Q_1 ngưng dẫn, Q_2 dẫn bão hòa: điện áp ngõ ra ở mức thấp

$$V_{OL} = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_{C2} + R_E} \cdot R_E + 0.2V$$

- Khi Q_1 dẫn bão hòa, Q_2 ngưng dẫn: điện áp ngõ ra ở mức cao

+ Trường hợp không tải: $V_{OH} \approx V_{CC}$

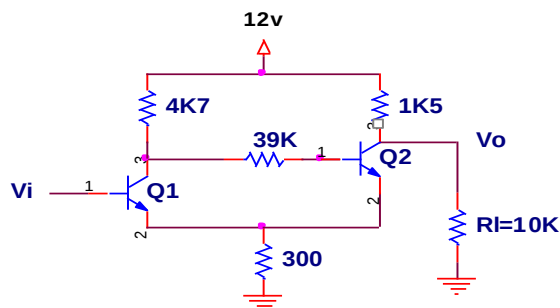
+ Trường hợp có tải R_L nối từ cực C_2 xuống mass :

$$V_{OH} = V_{CC} \cdot \frac{R_L}{R_L + R_{C2}}$$

* Kết luận:

- Khi điện áp vào mức thấp thì Q_1 ngưng dẫn, Q_2 dẫn bão hòa và điện áp ra ở mức thấp.
- Khi điện áp vào tăng lên mức ngưỡng cao thì Q_1 dẫn bão hòa, Q_2 ngưng dẫn và điện áp ra ở mức cao.
- Mức sai biệt giữa ngưỡng cao và ngưỡng thấp được xem như là độ trễ của mạch, trị số R_{C1} càng lớn so với R_{C2} thì độ trễ càng lớn.

Ví dụ: Cho mạch Schmitt Trigger như hình vẽ sau



Xác định các giá trị điện áp V_{Th}^+ , V_{Th}^- , V_{OL} , V_{OH} ?

3.4.3- Mạch Schmitt Trigger dùng op-amp:

3.4.3.1) Mạch Trigger đảo:

* Sơ đồ mạch:

- Cầu phân thế R_1, R_2 tạo điện áp ngưỡng đặt vào ngõ V^+

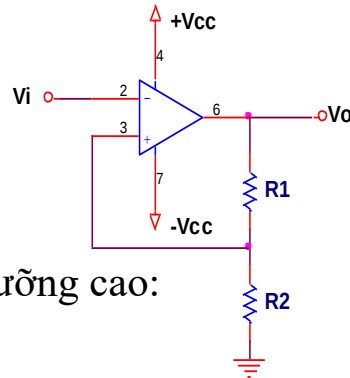
- Khi Op-amp bão hòa dương:

$V_O = +V_{CC} \rightarrow V^+$ có điện áp ngưỡng cao:

$$V_{Th}^+ = +V_{CC} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

- Nếu $V_{in} < V_{Th}^+$: op-amp vẫn ở trạng thái bão hòa dương

$$V_O = V_{OH} = +V_{CC}$$



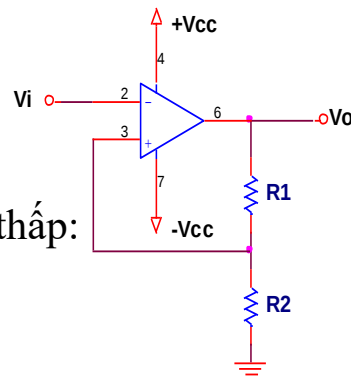
- Nếu $V_{in} > V_{Th}^+$: op-amp đổi trạng thái bão hòa âm

$$V_O = V_{OL} = -V_{CC}$$

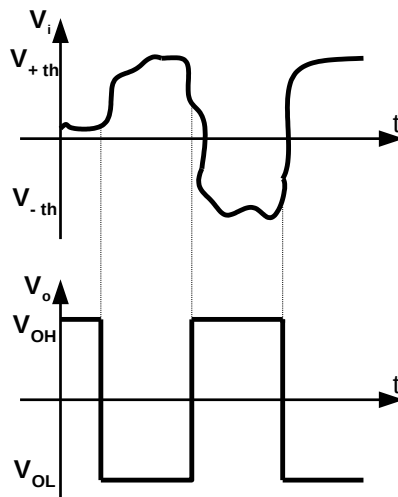
V^+ lúc này sẽ là điện áp ngưỡng thấp:

$$V_{Th}^- = -V_{CC} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

- Khi $V_{in} < V_{Th}^-$: op-amp đổi trạng thái bão hòa dương và $V_O = V_{OH} = +V_{CC}$.



* Dạng sóng:



* Kết luận:

Khi ngõ vào có mức điện áp thấp thì ngõ ra sẽ có mức điện áp cao và ngược lại do tác dụng của mạch đảo.

3.4.3.2) Mạch Trigger không đảo:

* Sơ đồ mạch:

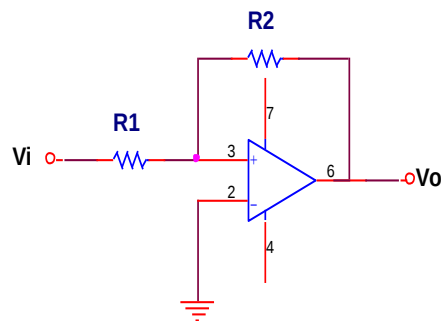
- Khi $V_{in} > V_{Th}^+$: op-amp vẫn ở trạng thái bão hòa dương và

$$V_O = V_{OH} = +V_{CC}$$

- Khi $V_{in} < V_{Th}^-$: op-amp đổi sang trạng thái bão hòa âm và

$$V_O = V_{OL} = -V_{CC}$$

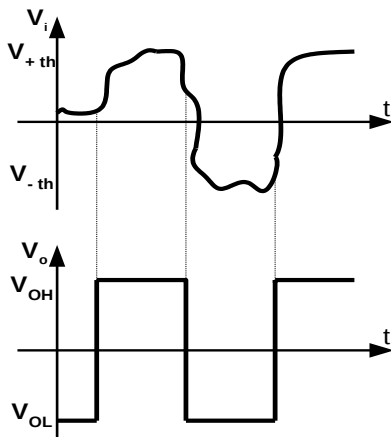
Op-amp sẽ duy trì ở trạng thái bão hòa âm cho đến khi $V_{in} > V_{Th}^+$ thì op-amp đổi trạng thái bão hòa dương.



+ Điện áp ngưỡng cao: $V_{Th}^+ = V_{OH} \cdot \frac{R_1}{R_2} = +V_{CC} \cdot \frac{R_1}{R_2}$

+ Điện áp ngưỡng thấp: $V_{Th}^- = V_{OL} \cdot \frac{R_1}{R_2} = -V_{CC} \cdot \frac{R_1}{R_2}$

* Dạng sóng:



* Kết luận:

Khi ngõ vào có mức điện áp thấp thì ngõ ra sẽ có mức điện áp thấp và ngược lại do tác dụng của mạch không đảo.

3.5/ Mạch kẹp - Mạch xén:

3.5.1- Mạch kẹp:

3.5.1.1) Khái niệm:

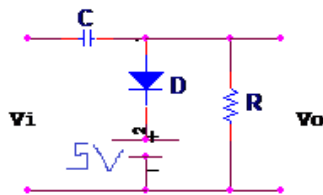
- Mạch kẹp điện áp còn gọi là mạch ghim, để thực hiện mạch ghim cần có tụ C đóng vai trò là phần tử tích trữ năng lượng, diode D có nhiệm vụ khoá, điện trở R và nguồn DC để tạo mức DC.
- Các giá trị R và C phải được chọn sao cho hằng số thời gian
- Giả sử diode là lý tưởng.

*** Một số lưu ý:**

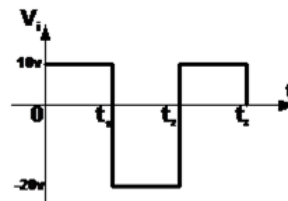
- Luôn luôn bắt đầu phân tích mạch tại thời điểm tương ứng với V_{in} phân cực thuận Diode.
- Khi Diode phân cực thuận, nên giả sử tụ nạp điện xong với giá trị xấp xỉ điện áp qua tụ.
- Khi Diode tắt, giả sử điện áp qua tụ vẫn chưa xả.

3.5.1.2) Khảo sát mạch:

a) Cho mạch kẹp như hình 1 có các thông số :
 $f = 1000\text{Hz}$, $C = 1\mu\text{F}$, $R = 100\text{K}\Omega$. Biết dạng sóng ngõ vào V_i như hình 2, hãy vẽ dạng sóng ngõ ra V_o của mạch.



Hình 1



Hình 2

$$\text{Ta có : } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1000} = 1\text{ms} \Rightarrow \frac{T}{2} = 0,5\text{ms}$$

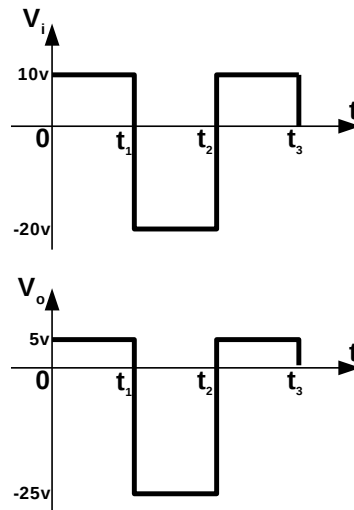
- Xét khoảng thời gian $(0 \div t_1)$:

D dẫn, tụ C nạp điện đến giá trị $V_C = 10 - 5 = 5\text{V}$; và $V_O = 5\text{V}$.

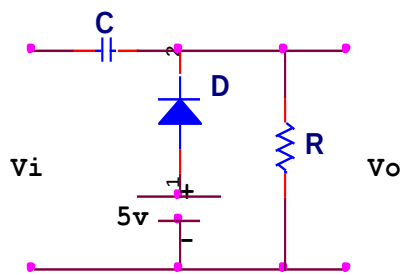
- Xét khoảng thời gian $(t_1 \div t_2)$: D tắt, tụ C xả điện, ta có

$$\tau_x = RC = 100 \cdot 10^3 \times 10 \cdot 10^{-6} = 10^{-1}\text{s} = 100\text{ms}$$

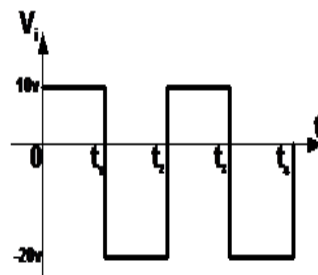
$\tau_x = 100ms \gg \frac{T}{2}$ nên xem như $V_C = 5v$, và $V_O = -25v$.



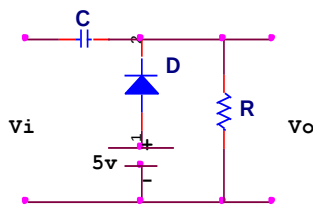
b) Cho mạch kẹp như hình 3 có các thông số : $f = 1000Hz$, $C = 1\mu F$, $R = 100K\Omega$. Biết dạng sóng ngõ vào V_i như hình 4, hãy vẽ dạng sóng ngõ ra V_o của mạch.



Hình 3



Hình 4



Ta có : $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1000} = 1ms$

$$\Rightarrow \frac{T}{2} = 0,5ms$$

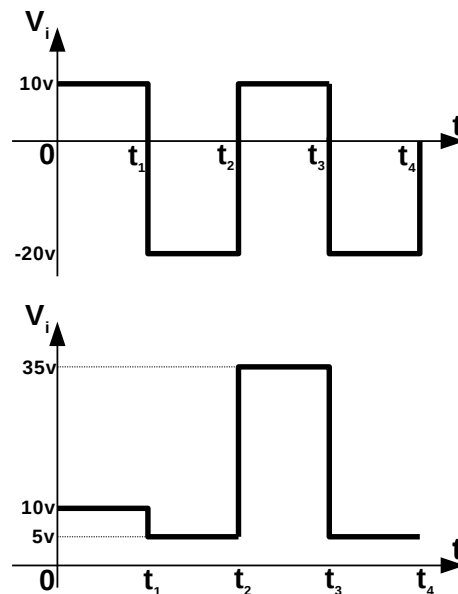
- Xét khoảng thời gian $(0 \div t_1)$: D tắt, tụ C nạp điện qua R,
 $\tau_x = 100ms \gg \frac{T}{2}$ nên $V_C = 0v$, và $V_O = V_R = 10v$.

- Xét khoảng thời gian $(t_1 \div t_2)$:

D dẫn, tụ C nạp điện đến giá trị $V_C = 25v$, và $V_O = 5v$.

- Xét khoảng thời gian $(t_2 \div t_3)$: D tắt, $V_C = 25v$.

Vì $\tau_x = 100ms \gg \frac{T}{2}$ nên $V_O = 10v + 25v = 35v$.



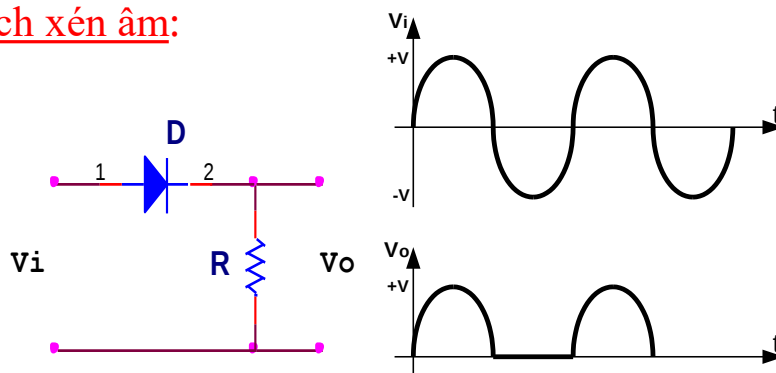
3.5.2- Mạch xén:

3.5.2.1) Khái niệm:

- Mạch xén còn gọi là mạch hạn biên. Là mạch cắt đi một phần dạng sóng ở ngõ vào, ở trên hay ở dưới một mức chuẩn nào đó.
- Để thực hiện ta có thể dùng các phần tử như điện trở, transistor, đóng vai trò như các khóa, ngoài nhiệm vụ xén transistor còn có khả năng khuếch đại.

3.5.2.2) Xén nối tiếp:

* Mạch xén âm:



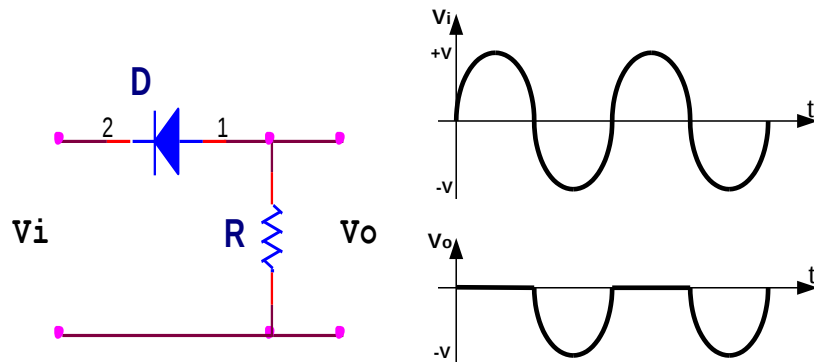
★ Bán kỳ dương: D dẫn.

$$V_o = V_i.$$

★ Bán kỳ âm: D ngưng dẫn.

$$V_o = 0V.$$

* Mạch xén dương:



★ Bán kỳ dương: D ngưng dẫn.

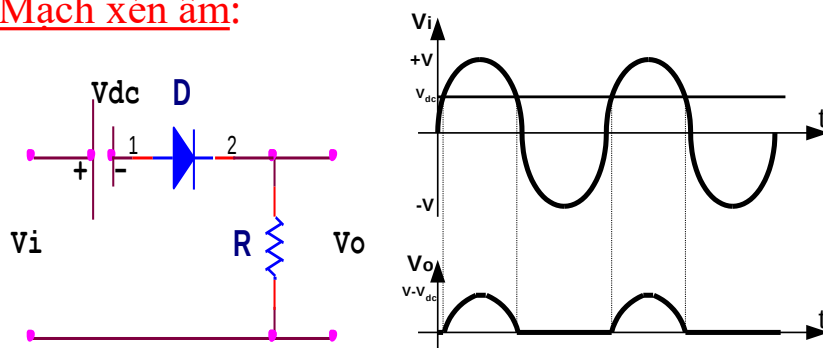
$$V_o = 0\text{v.}$$

★ Bán kỳ âm: D dẫn.

$$V_o = V_i.$$

3.5.2.3) Mạch xén nối tiếp có ngưỡng điện áp V_{dc} :

* Mạch xén âm:



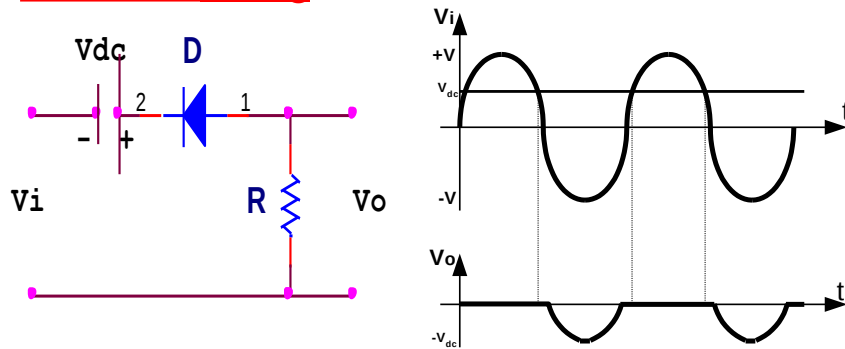
★ Bán kỳ dương: D dẫn.

$$V_o = V_{in} - V_{dc}.$$

★ Bán kỳ âm: D ngưng dẫn.

$$V_o = 0\text{v.}$$

* Mạch xén dương:



★ Bán kỳ dương: D ngưng dẫn.

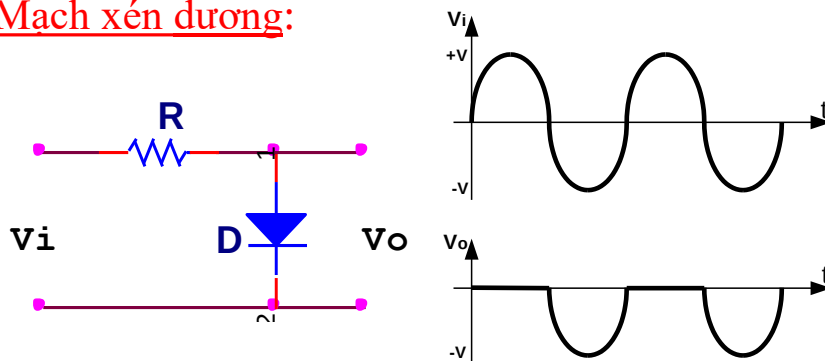
$$V_o = 0v.$$

★ Bán kỳ âm: D dẫn.

$$V_o = V_{in} - V_{dc}.$$

3.5.2.4) Xén song song:

* Mạch xén dương:



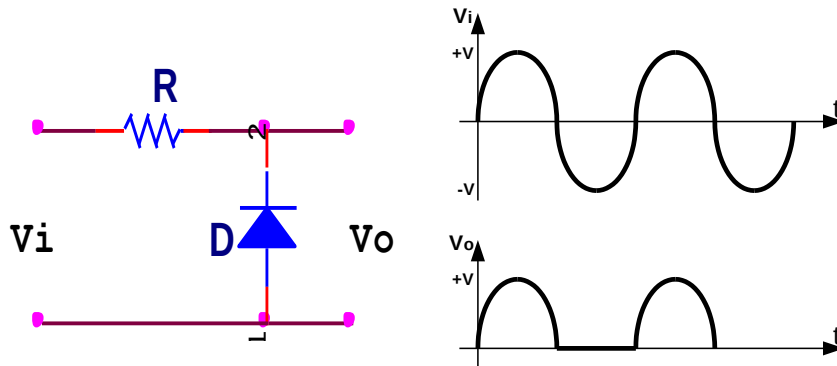
★ Bán kỳ dương: D dẫn.

$$V_o = V_D = 0v.$$

★ Bán kỳ âm: D ngưng dẫn.

$$V_o = V_i$$

* Mạch xén âm:



★ Bán kỳ dương: D ngưng dẫn.

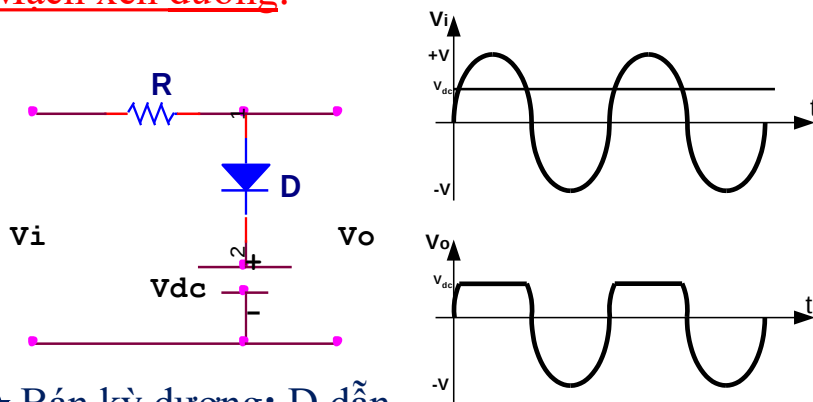
$$V_o = V_i.$$

★ Bán kỳ âm: D dẫn.

$$V_o = V_D = 0V.$$

3.5.2.5) Mạch xén song song có ngưỡng điện áp V_{dc} :

* Mạch xén dương:



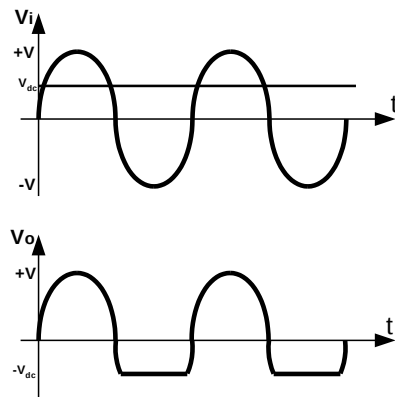
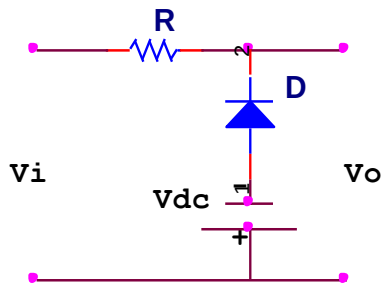
★ Bán kỳ dương: D dẫn.

$$V_o = V_{dc}.$$

★ Bán kỳ âm: D ngưng dẫn.

$$V_o = V_i.$$

* Mạch xén âm:



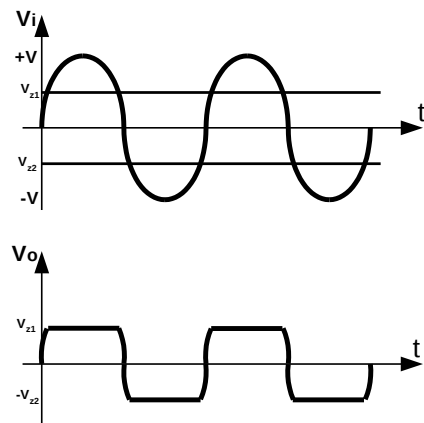
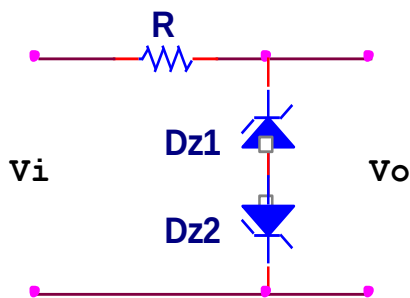
★ Bán kỳ dương: D ngưng dẫn.

$$V_o = V_{in}$$

★ Bán kỳ âm: D dẫn.

$$V_o = V_{dc}$$

3.5.2.6) Mạch xén dùng diode Zener :



★ Bán kỳ dương: D_{z1} dẫn, D_{z2} ngưng dẫn nên $V_o = V_{z1}$.

★ Bán kỳ âm: D_{z1} ngưng dẫn, D_{z2} dẫn nên $V_o = -V_{z2}$.