

## **CHƯƠNG 4.**

# **MẠCH XÉN, MẠCH SO SÁNH**

### **I. KHÁI NIỆM**

Trong hệ thống tuyến tính, khi một tín hiệu dạng sin tác động ở ngõ vào, ngõ ra không bị biến dạng. Ở những hệ thống này, các linh kiện được dùng là những phần tử tuyến tính. Đối với những phần tử không tuyến tính (phi tuyến) đặc tuyến Volt-Ampere không là đường thẳng. Đặc tính không tuyến tính được áp dụng trong việc biến đổi dạng sóng ngõ vào. Dạng sóng này rất hữu dụng trong những ứng dụng kỹ thuật xung.

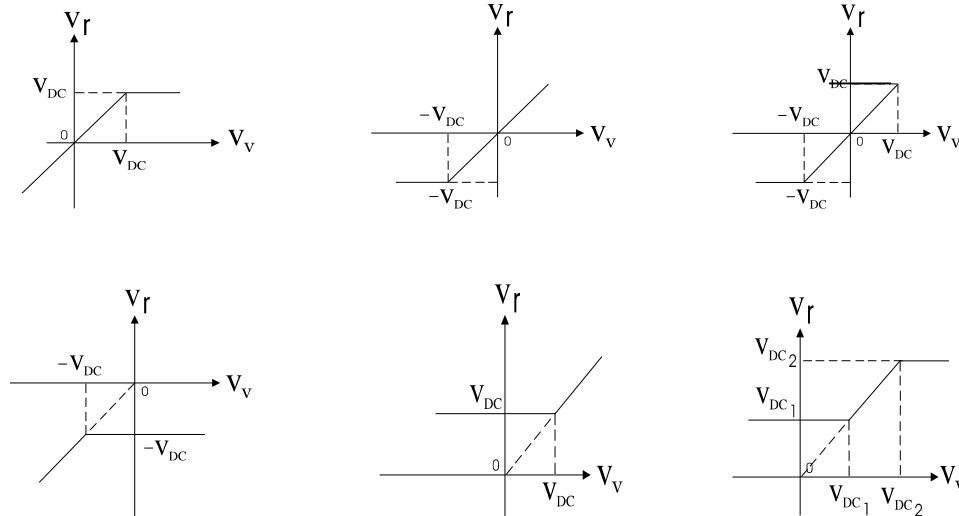
Một dạng mạch được khảo sát trong chương này mà dạng sóng ra không tuyến tính gọi là mạch xén (clipping). Mạch xén cũng được xem tương đương như một mạch giới hạn, mạch chọn điện áp, hay mạch chọn biên độ.

Mạch hạn chế biên độ là mạch mà tín hiệu đầu ra lặp lại tín hiệu đầu vào khi điện áp đầu vào chưa vượt qua một giá trị nào đó gọi là ngưỡng của mạch hạn chế, còn ngược lại điện áp đầu ra sẽ giữ nguyên một giá trị không đổi khi điện áp đầu vào vượt ra ngoài ngưỡng hạn chế của mạch. Giá trị không đổi đó gọi là mức hạn chế.

Một mạch xén được định nghĩa như một mạch hạn chế biên độ điện áp bởi sự cắt bỏ những thành phần không cần thiết của dạng sóng ngõ vào. Sự cắt bỏ này có thể thực hiện bên trên hoặc bên dưới của tín hiệu ngõ vào một mức nào đó.

Mạch xén là một mạng hai cửa, có đường đặc tính là những đường gãy lý tưởng, có một đường nghiêng đi qua hoặc không đi qua gốc tọa độ, một hay hai đường nằm ngang có nhiệm vụ loại bỏ những thành phần không cần thiết của tín hiệu ngõ vào. Ngõ ra quan hệ với ngõ vào theo phương trình:  $v_r = f(v_v)$ .

**Các dạng đặc tuyến vào-ra có thể có như sau**



Hình 4.1

Về thực chất mạch xén đóng vai trò như một chuyển mạch điện tử (switching). Nếu như khóa mắc nối tiếp với tải thì tín hiệu sẽ đi qua khi khóa đóng và bị chặn lại khi khóa mở, tức là đóng vai trò của một phần tử phi tuyến. Để thực hiện yêu cầu đó, người ta dùng các phần tử không tuyến tính như: Diode, Transistor, Op-amp... Riêng mạch hạn chế dùng Transistor và Op-amp, ngoài nhiệm vụ cắt bỏ những thành phần không cần thiết còn khuếch đại tín hiệu, nên còn gọi là mạch hạn chế khuếch đại.

Những yêu cầu của mạch xén là độ sắc khi cắt, độ ổn định của ngưỡng. Điều này phụ thuộc vào những phần tử phi tuyến được sử dụng.

**II. MẠCH XÉN VỚI DIODE LÝ TƯỞNG**

Theo cách mắc của Diode, chia mạch xén dùng Diode thành hai loại song song và nối tiếp.

**Mạch hạn chế nối tiếp** có Diode được mắc nối tiếp với tải

**Mạch hạn chế song song** có Diode được nối song song với tải.

Theo chức năng, mạch xén nối tiếp và song song được chia thành hai loại xén âm, xén dương và mạch xén hai phía.

**Xén âm** là cắt bỏ thành phần âm của dạng sóng tín hiệu vào và chỉ giữ lại thành phần dương

**Xén dương** là cắt bỏ thành phần dương của dạng sóng tín hiệu vào và chỉ giữ lại phần âm

**Xén hai phía** là cắt bỏ cả thành phần âm và thành phần dương của tín hiệu vào một mức nào đó.

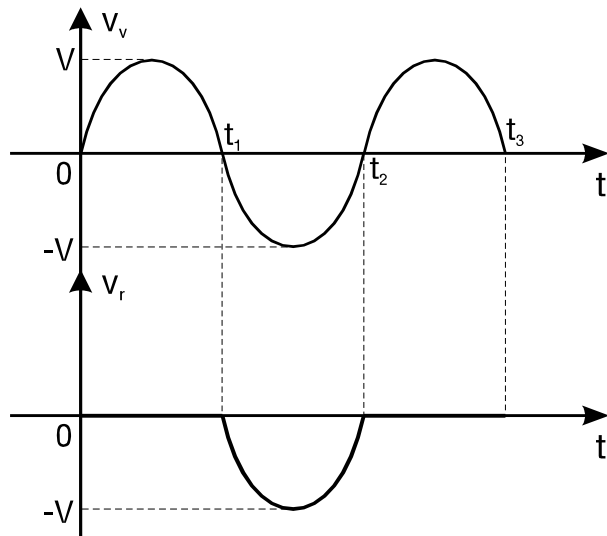
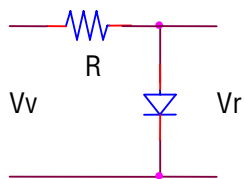
**1. Mạch xén song song**

**a. Mạch Xén Dương**

Mạch gồm các phần tử như điện trở R, nguồn  $V_{DC}$ , Diode.

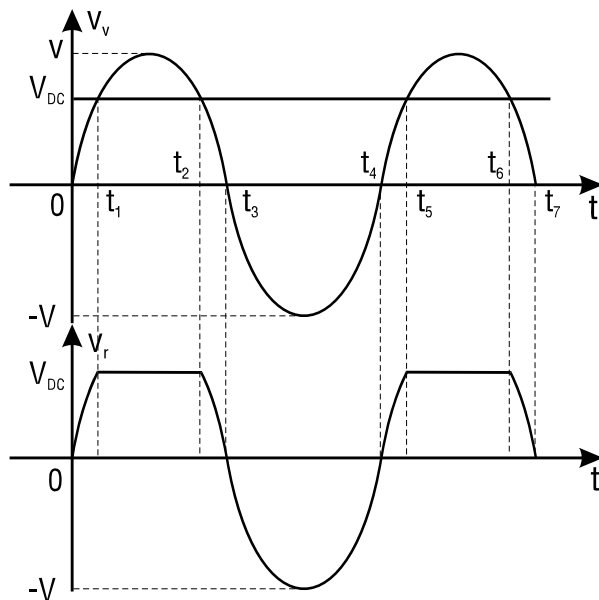
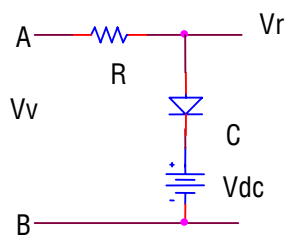
Giả sử tín hiệu vào là dạng sóng sin, có biên độ max là  $\pm V$ . Khảo sát một số dạng mạch xén cơ bản như sau :

**Dạng mạch 1**



Hình 4.2

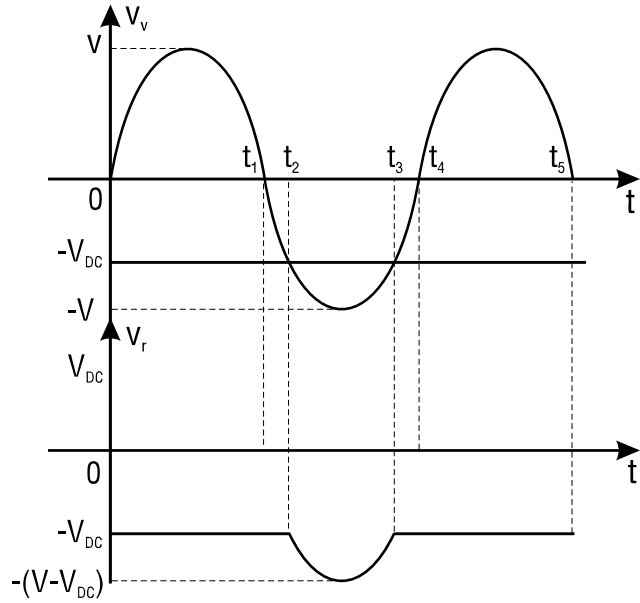
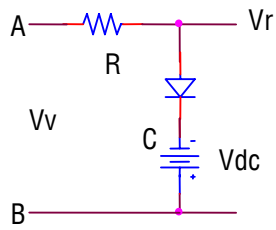
**Dạng mạch 2**



Hình 4.4

Ngưỡng xén  $V_{DC} = V$

**Dạng mạch 3**

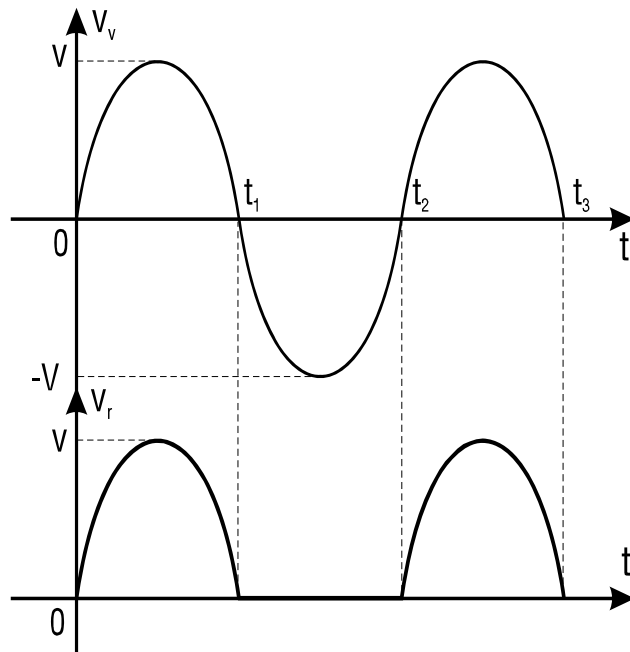
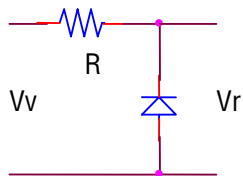


Hình 4.6

**b. Mạch Xén Âm**

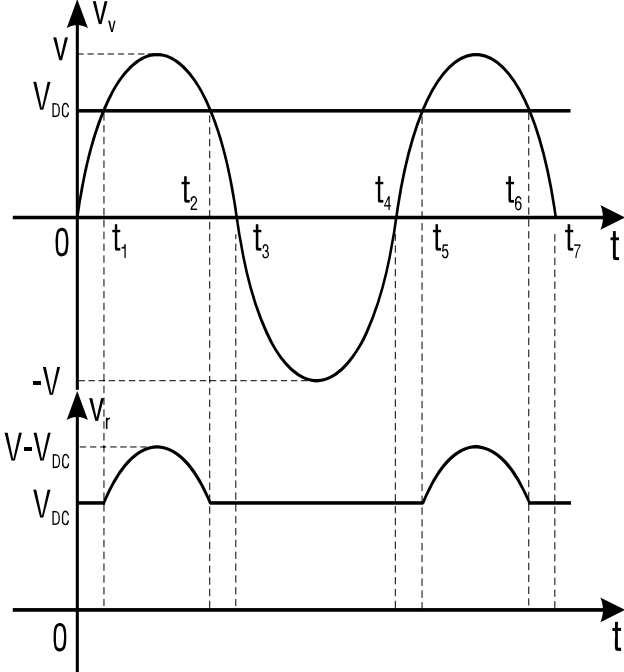
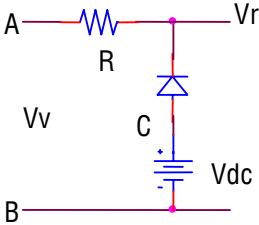
Xét tín hiệu ngõ vào là dạng sóng sin có biên độ max là ±V

**Dạng mạch 1**



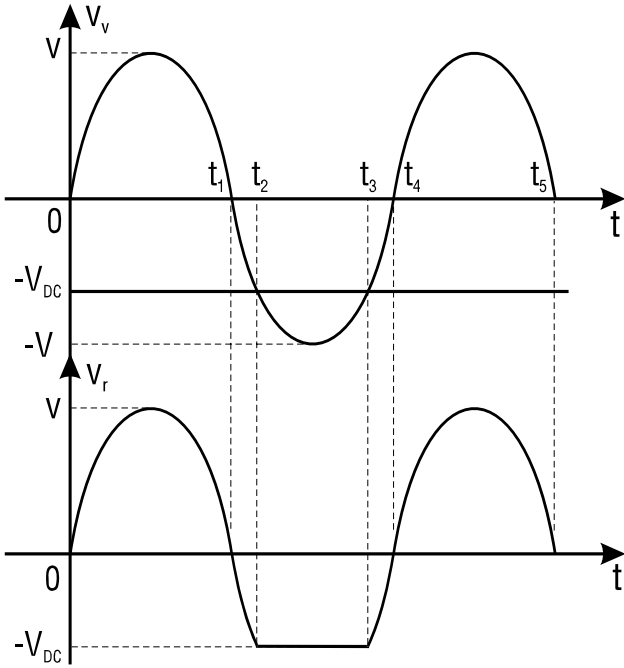
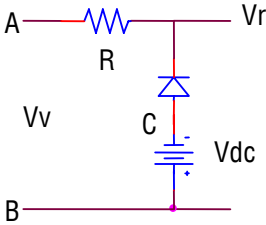
Hình 4.8

**Dạng mạch 2**



Hình 4.10

**Dạng mạch 3**



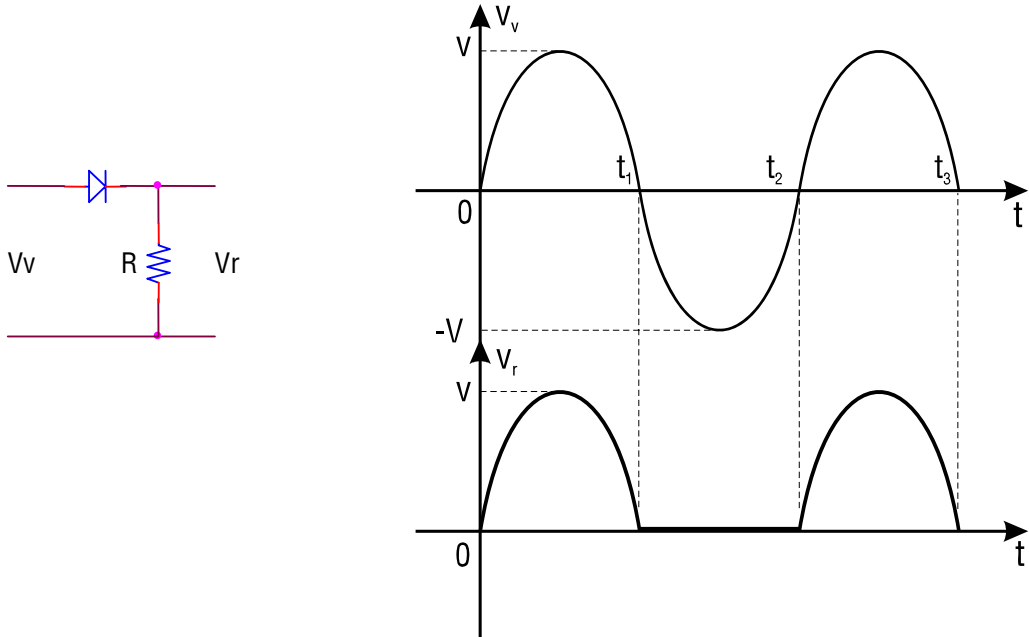
Hình 4.12

**2. Mạch xén nối tiếp**

Ta khảo sát tín hiệu ngõ vào ở đây là dạng hình sin có biên độ max là  $\pm V$ .  
 Các dạng mạch cơ bản được trình bày như sau:

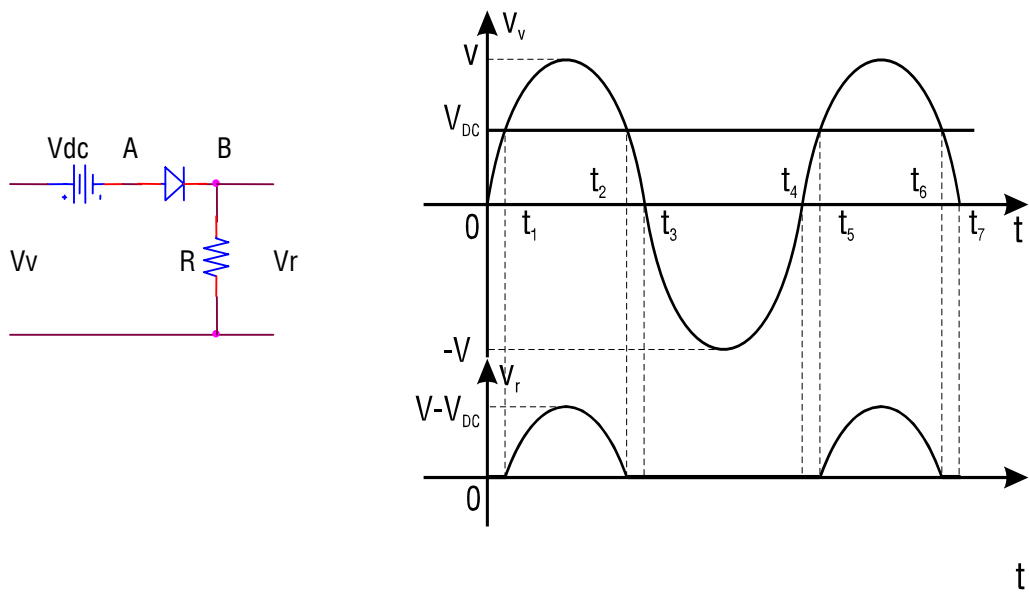
**a. Mạch Xén Âm**

**Dạng mạch 1**



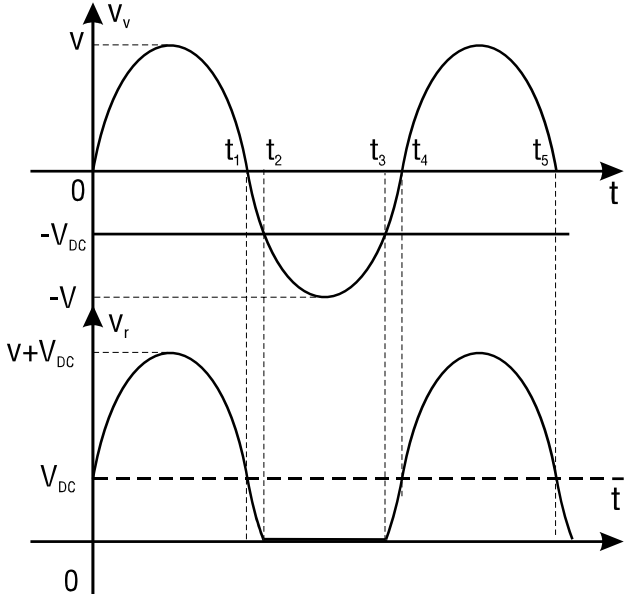
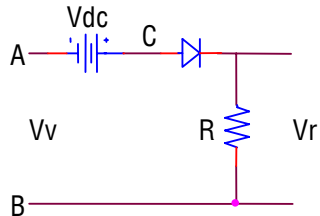
Hình 4.14

**Dạng mạch 2**



Hình 4.16

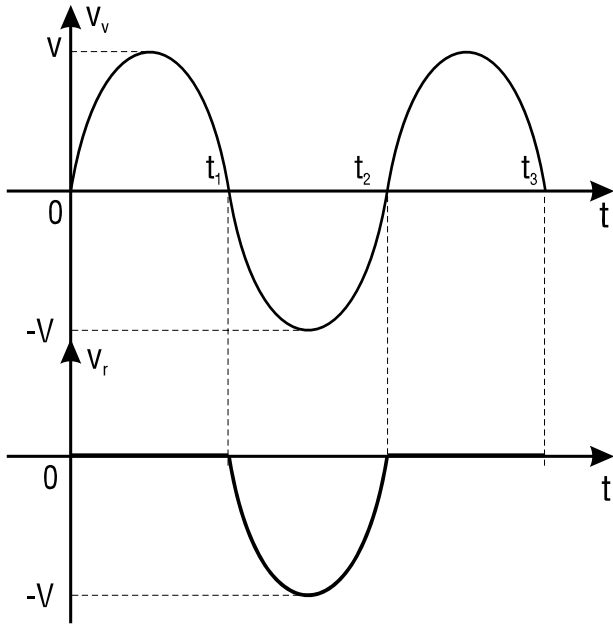
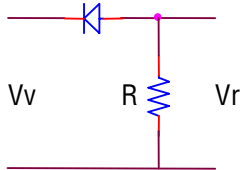
**Dạng mạch 3**



Hình 4.18

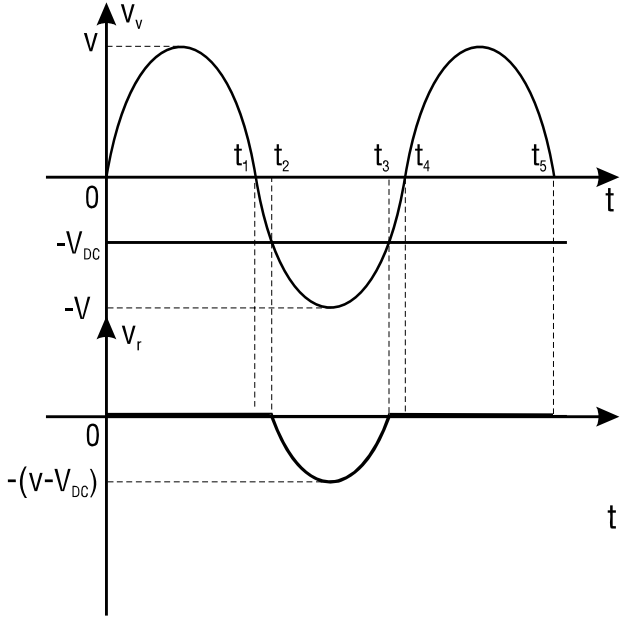
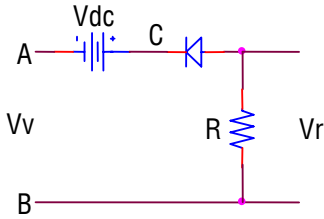
**b. Mạch Xén Dương**

**Dạng mạch 1**



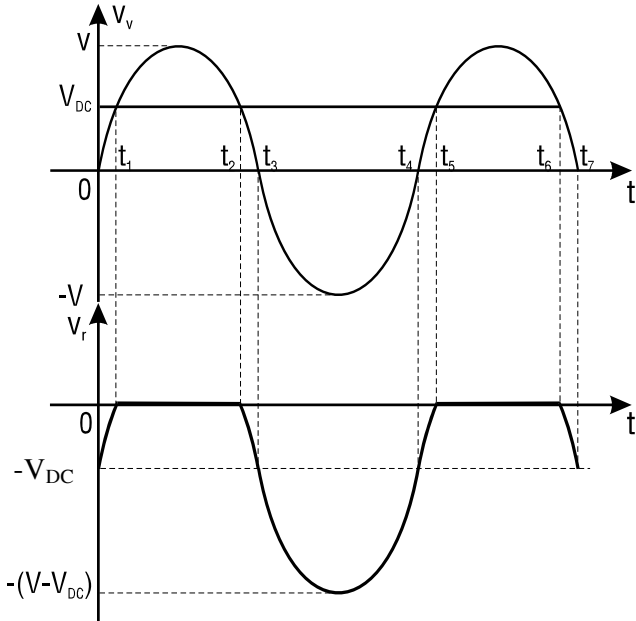
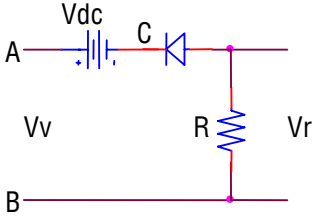
Hình 4.20

**Dạng mạch 2**



Hình 4.22

**Dạng mạch 3**

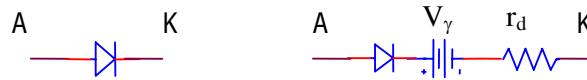


Hình 4.24



**III. MẠCH XÉN VỚI DIODE THỰC TẾ**

Đối với Diode thực tế, khi phân cực thuận thì có dạng tương đương như sau:

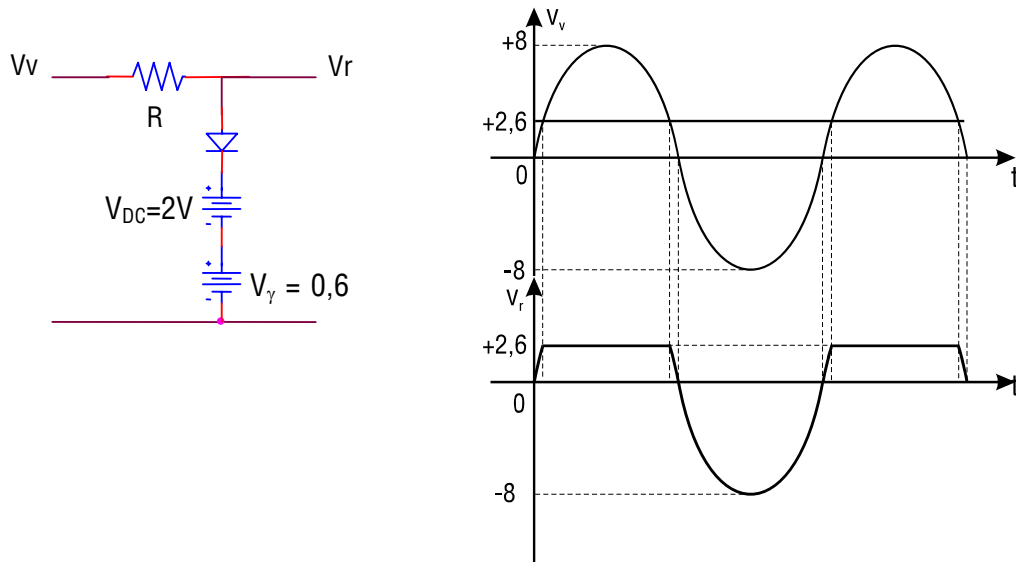


**1.  $V_\gamma$**

Khi  $V_\gamma$  so sánh được với  $V_v$ , nhất là với  $V_{DC}$ , thì ta phải kể  $V_\gamma$  vào mạch. Trường hợp này thường là mạch sử dụng Diode loại Si, có  $v_\gamma = 0,6V$ , và nguồn  $V_{DC}$  bé.

Khi  $V_{DC} \gg V_\gamma$ , thì ta có thể bỏ qua  $V_\gamma$

Ta xét dạng mạch mà trong đó  $V_\gamma$  so sánh được với  $V_{DC}$



Hình 4.26

Đây là dạng mạch xén song song, có  $V_v = 8 \sin\omega t$

Nếu  $V_v > V_\gamma + V_{DC} = 2,6 \text{ V}$ , thì Diode dẫn, tín hiệu vào được truyền đến ngõ ra, lúc này ta có  $V_R = V_{DC} + V_\gamma = 2,6 \text{ (V)}$ .

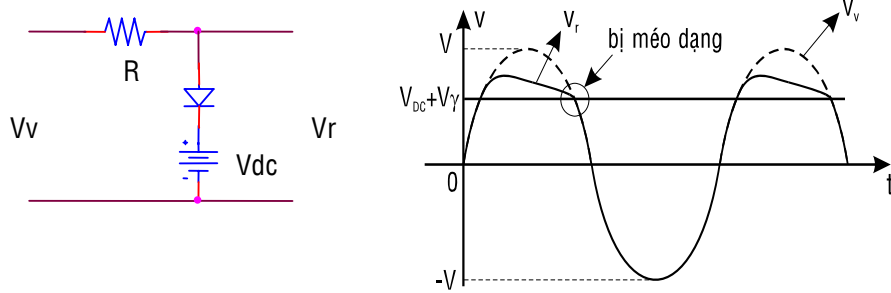
Nếu  $v_v < V_\gamma + V_{DC} = 2,6 \text{ (v)}$ , thì Diode ngưng dẫn, do đó  $V_r = V_v = 8 \sin\omega t$ .

**2.  $r_d$**

Khi D dẫn thì tồn tại điện trở thuận  $r_d$  (điện trở động),  $r_d$  so sánh được với R (điện trở tải), lúc đó tín hiệu ra sẽ bị méo không còn sắc sảo nữa.

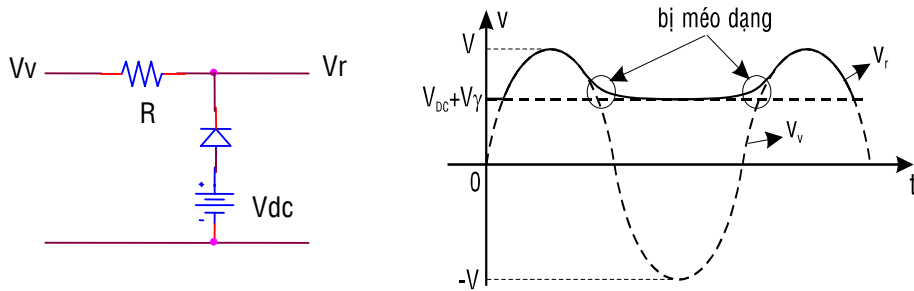
Các dạng méo có thể gặp như sau

Trường hợp a



Hình 4.27a

Trường hợp b

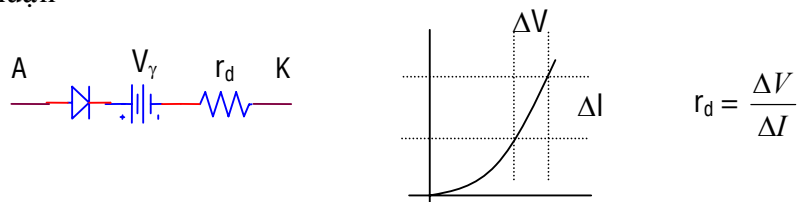


Hình 4.27b

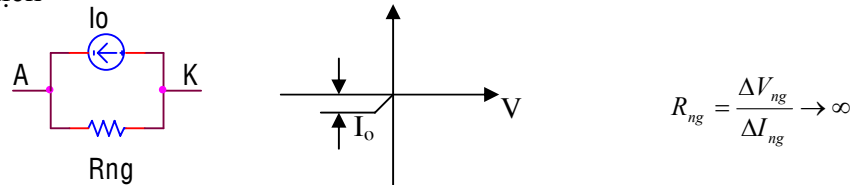
Chứng minh

Xét trường hợp a, mạch tương đương của diode D khi D là Diode thực tế.

Phân cực thuận



Phân cực nghịch



Với giả sử  $R_{ng} \rightarrow \infty$  hay  $R_{ng} \gg R$  (điều này phù hợp với thực tế nhất là khi diode là loại Si)

Khi  $V_v < V_{DC} + V_\gamma$ , diode phân cực nghịch, D tắt

$$\Rightarrow V_r = V_v \text{ hay } \frac{v_r}{v_v} = 1$$

Khi  $V_v \geq V_{DC} + V_\gamma$ , D phân cực thuận  $\Rightarrow$  D dẫn, lúc này

$$V_{ra} = V_{DC} + V_{\gamma} + V_{rd} \quad (*)$$

Ta có ,  $V_{rd} = i \cdot r_d$

$$\text{mà } i = \frac{v_v - (V_{DC} + V_{\gamma})}{R + r_d} = v_v \cdot \frac{1}{R + r_d} - (V_{DC} + V_{\gamma}) \cdot \frac{1}{R + r_d}$$

$$\text{Phương trình (*)} \Rightarrow v_{ra} = v_v \cdot \frac{r_d}{R + r_d} - (V_{DC} + V_{\gamma}) \cdot \frac{r_d}{R + r_d} + (V_{DC} + V_{\gamma})$$

$$\Rightarrow v_{ra} = v_v \cdot \frac{r_d}{R + r_d} + (V_{DC} + V_{\gamma}) \cdot \left(1 - \frac{r_d}{R + r_d}\right)$$

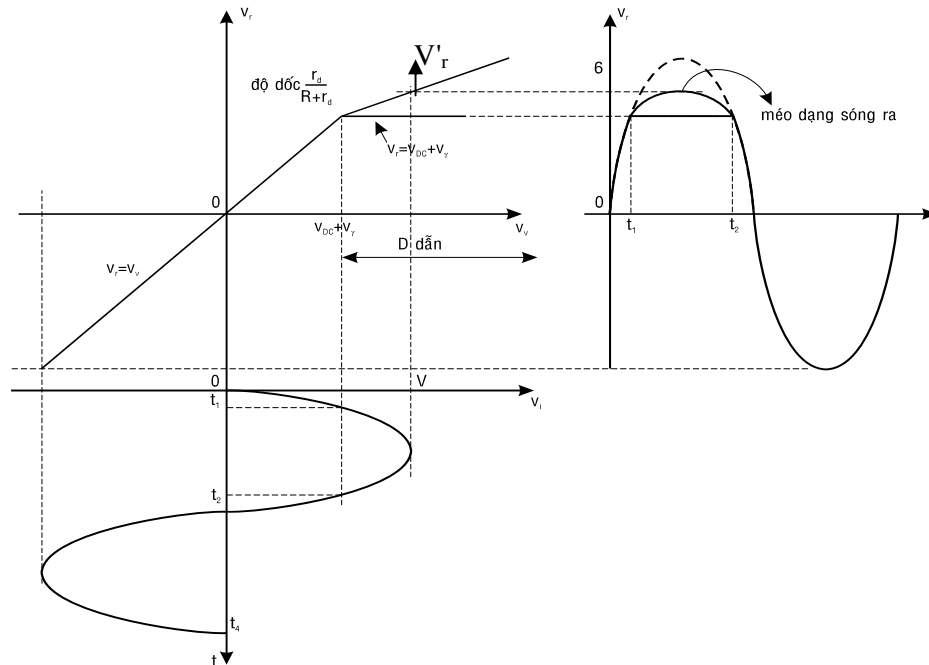
$$\Rightarrow v_{ra} = v_v \cdot \frac{r_d}{R + r_d} + (V_{DC} + V_{\gamma}) \cdot \frac{R}{R + r_d}$$

- Nếu  $r_d \ll R$  (thì dụ  $r_d = 5 \Omega$ ,  $R = 1M$ ) thì  $\left(\frac{R}{R + r_d}\right) \rightarrow 1$  thì quan hệ giữa điện áp ra và điện áp vào là:

$$v_{ra} = v_v \cdot \frac{1}{R} + V_{DC} + V_{\gamma} , \text{ nếu } R \text{ lớn thì } \frac{1}{R} \rightarrow 0, \text{ do đó } V_R = V_{DC} + V_{\gamma}$$

- Nếu  $r_d$  có thể so sánh với  $R$  (VD  $r_d = 5 \Omega$ ,  $R=10\Omega$ ) thì quan hệ vào - ra

$$v_r = v_v \cdot \frac{r_d}{R + r_d} + (V_{DC} + V_{\gamma}) \cdot \frac{R}{R + r_d} = V'_r \text{ Độ dốc là } \frac{r_d}{R + r_d}$$



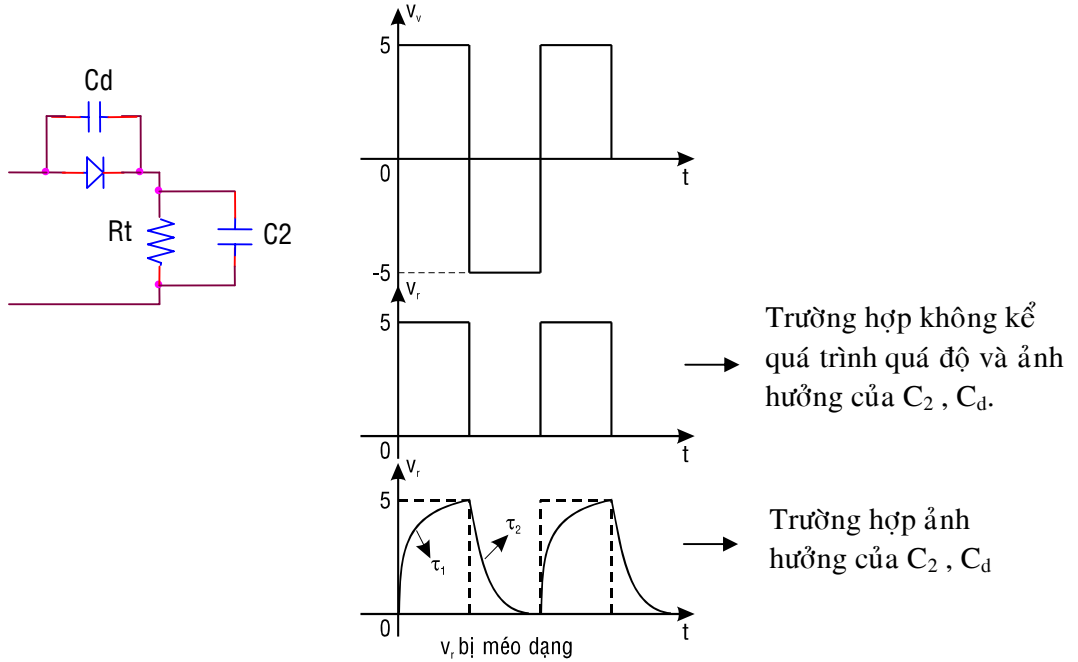
Hình 4.28

**3. Ảnh Hưởng Của Điện Dung Liên Cực  $C_d$**

Giữa hai cực của Diode tồn tại một điện dung liên cực. Điện dung này cũng làm dạng sóng ra bị méo.

Chúng ta khảo sát sự ảnh hưởng của tụ  $C_d$  đến dạng sóng ngõ ra.

Xét dạng mạch sau



Hình 4.29

**Giải thích hoạt động**

Khi  $V_v = 5(v)$  thì D phân cực thuận, D dẫn, do đó tụ  $C_d$  và  $C_2$  được nạp với thời hằng nạp là  $\tau_1 = r_d (C_d + C_2)$ .

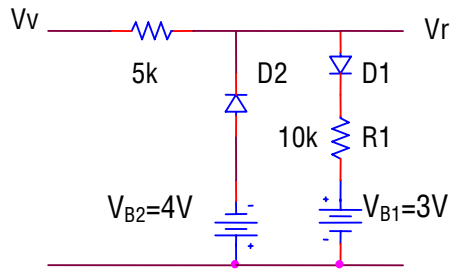
Khi  $v_v = - 5(v)$  thì D ngưng dẫn  $\Rightarrow$  tụ  $C_2$  xả qua R với thời hằng là  $\tau_2 = RC_2$ , mà  $\tau_1 < \tau_2$  (vì  $R \gg r_d$ ), thời gian xả hết lâu hơn so với thời gian nạp đầy.

**IV. MẠCH XÉN Ở 2 MỨC ĐỘC LẬP**

Mạch này là dạng mạch ghép hai mạch xén song song với nhau. Để thực hiện mạch này, ta có thể dùng hai ngưỡng xén  $V_{B1}, V_{B2}$  và kết hợp với hai Diode, hoặc có thể dùng hai Diode Zener. Nhiệm vụ của mạch này là loại bỏ bớt cả hai thành phần trên và dưới của tín hiệu ngõ vào.

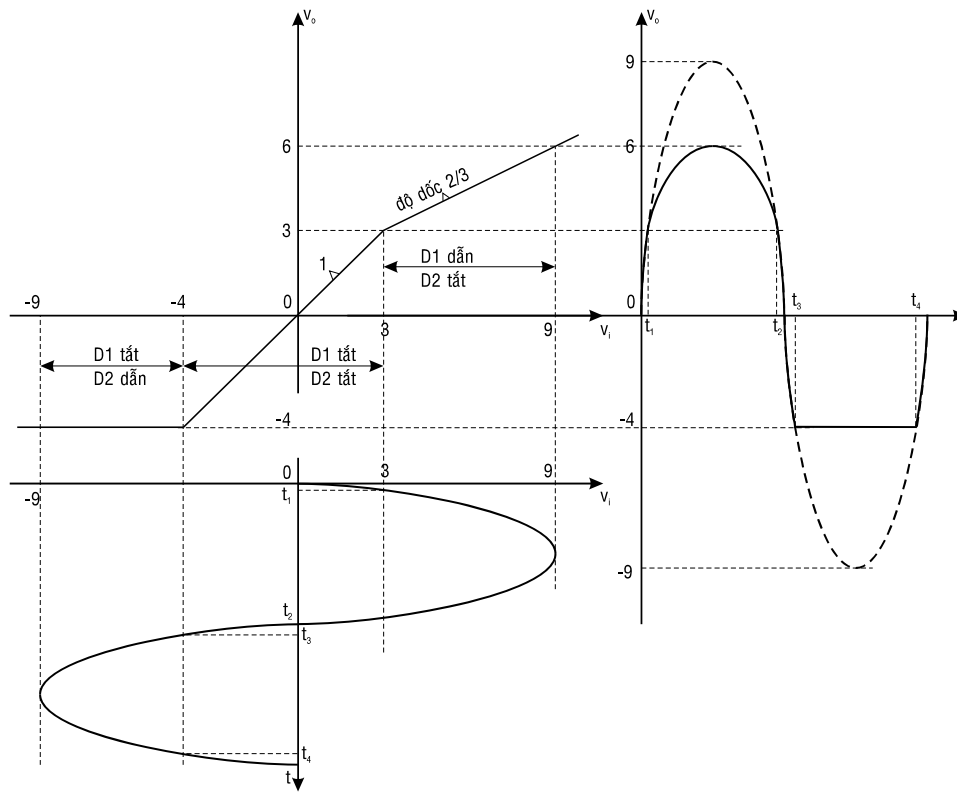
Khảo sát một số dạng mạch xén ở hai mức độc lập cơ bản như sau:

**1. Dạng mạch dùng diode**



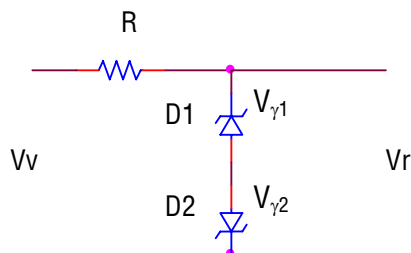
Hình 4.30

Tín hiệu vào là dạng sin có  $v_i = 9 \sin \omega t$ , và giả thuyết là  $V_\gamma = 0$ ,  $r_d = 0$  (Diode lý tưởng)

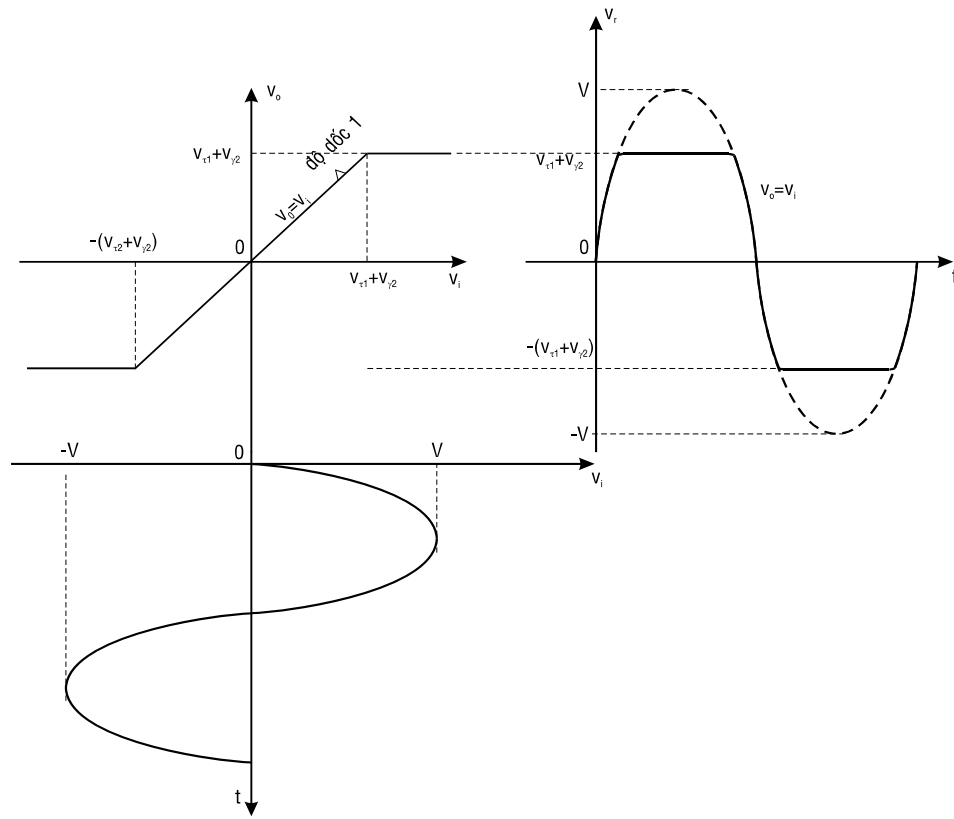


Hình 4.31

**2. Dạng mạch dùng diode zener**



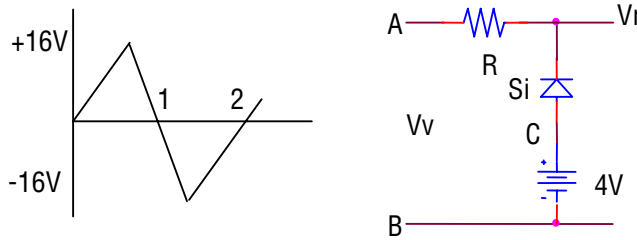
Hình 4.32



Hình 4.33

**Bài tập**

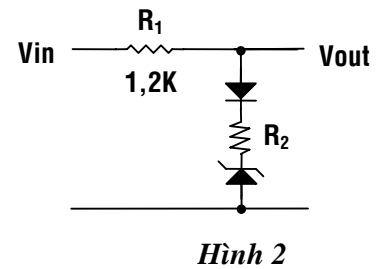
1. Vẽ đặc tuyến vào-ra và dạng sóng ra của mạch sau



2. Cho mạch sau với  $V_{in} = 18\sin \omega t$ ,  $V_\gamma = 0,7V$ ,  $V_Z = 8V$

Vẽ đặc tuyến vào ra ( $V_{in}-V_{out}$ ) và dạng sóng  $V_{in}$ ,  $V_{out}$  ứng với

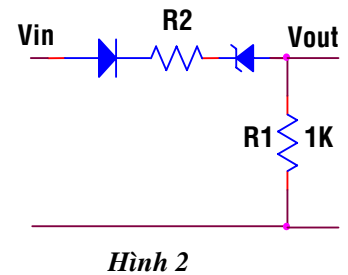
- a).  $R_2 = 0$
- b).  $R_2 = 0,5K$
- c).  $R_2 = 2,2K$



3. Cho mạch sau với  $V_{in} = 10\sin \omega t$ ,  $V_\gamma = 0,7V$ ,  $V_Z = 3V$ ,  $r_D = 0$ .

Vẽ đặc tuyến vào-ra và dạng sóng  $V_{in}(t)$ ,  $V_{OUT}(t)$  ứng với

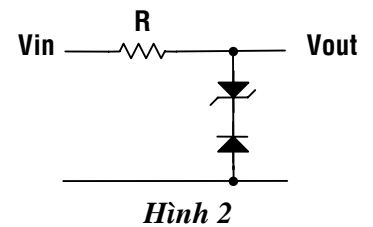
- a).  $R_2 = 0$
- b).  $R_2 = 220$



4. Cho mạch sau với  $V_{in} = 10\sin \omega t$ ,  $V_\gamma = 0,6V$ ,  $V_Z = 3V$

Vẽ đặc tuyến vào ra ( $V_{in}-V_{out}$ ) và dạng sóng  $V_{in}(t)$ ,  $V_{OUT}(t)$  ứng với

- a).  $r_D = 0$
- b).  $r_D = 0,5K$ ;  $R = 1K$



5. Cho mạch sau. Vẽ các dạng sóng điện áp ngõ ra  $V_r(t)$  khi điện áp ngõ vào  $V_{in}(t)$  là điện áp khu vực, dạng sin, tần số 50Hz, 220V hiệu dụng, biết các Diode bán dẫn và ổn áp đều có  $V_\gamma = 0,6V$ ;  $V_Z = 6V$

- a).  $r_D = 0$
- b).  $r_D = 0,5K$

