



**BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP TP.HCM**

KHOA ĐIỆN

BỘ MÔN CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐIỆN

MÔN HỌC: MẠCH ĐIỆN TỬ

Giảng viên: Phan Thị Bích Thảo

Chương 1: CÁC LINH KIỆN ĐIỆN TỬ CƠ BẢN

1.2: CHẤT BÁN DẪN (Semiconductor)

1.2.1: Khái niệm chung

1.2.2: Bán dẫn thuần

1.2.3: Bán dẫn tạp chất

1.2.4: Tiếp giáp P-N

1.2.1. Khái niệm chung

a) Chất bán dẫn là gì?

Chất
dẫn
điện
(kim
loại)

Chất
bán
dẫn

Chất
cách
điện
(điện
môi)

$$\rho_{kl} < \rho_{bd} < \rho_{dm}$$

$$10^{-6} \div 10^{-4} \Omega m$$

$$10^{-4} \div 10^4 \Omega m$$

$$10^4 \div 10^{10} \Omega m$$

?

C1: Đặc tính dẫn điện của các chất phụ thuộc vào yếu tố nào?

❖ Hai chất bán dẫn thông dụng là Silicium và Germanium có điện trở suất là:

$$\rho_{Si} = 10^{14} \Omega\text{mm}^2/\text{m}$$

$$\rho_{Ge} = 8,9.10^{12} \Omega\text{mm}^2/\text{m}$$

❖ Chất bán dẫn là nguyên liệu để sản xuất ra các loại linh kiện bán dẫn như: Diode, Transistor, IC (Integrated Circuit) trong các thiết bị điện tử ngày nay.



b) Đặc tính của chất bán dẫn

+ Ảnh hưởng của nhiệt độ

Điện trở của chất bán dẫn thay đổi rất lớn theo nhiệt độ, khi nhiệt độ tăng cao thì điện trở của chất bán dẫn giảm xuống.

+ Ảnh hưởng của ánh sáng

Chất bán dẫn có trị số điện trở rất lớn khi bị che tối, khi có ánh sáng chiếu vào thì điện trở giảm xuống.

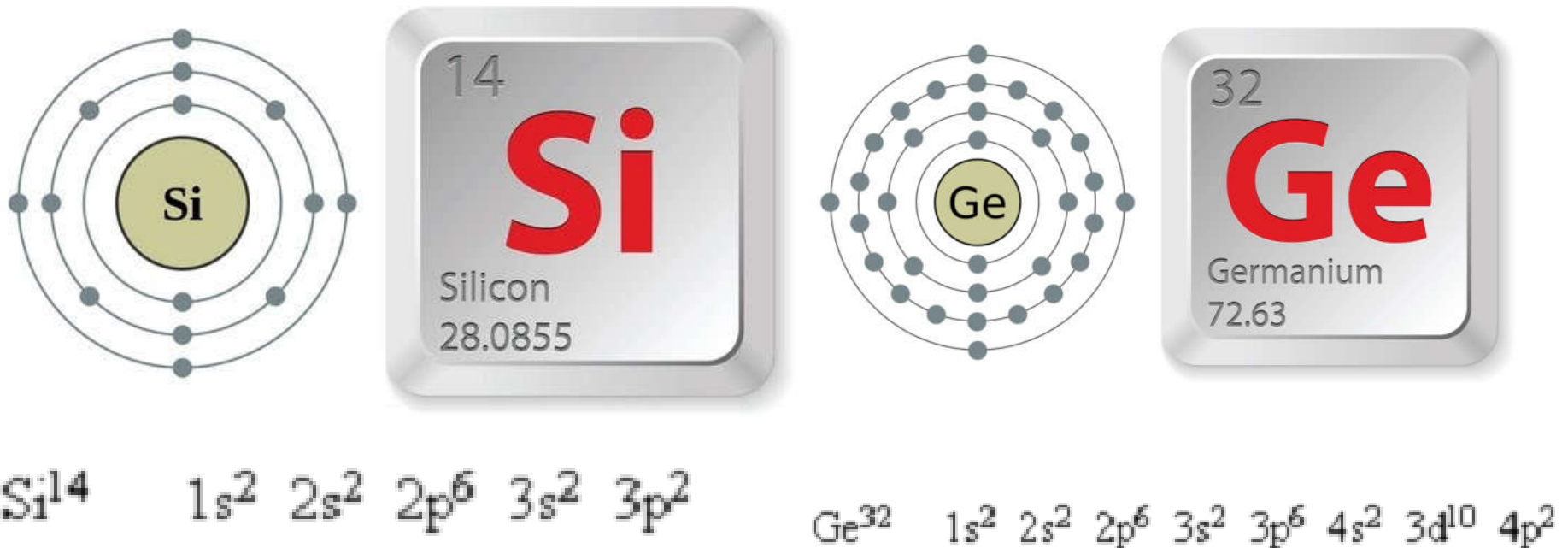
+ Ảnh hưởng của độ tinh khiết

Một khối chất bán dẫn tinh khiết có điện trở rất lớn, nhưng nếu pha thêm vào một tỉ lệ rất thấp các chất thích hợp thì điện trở của chất bán dẫn giảm xuống rõ rệt. Tỉ lệ pha càng cao thì điện trở giảm càng nhỏ.

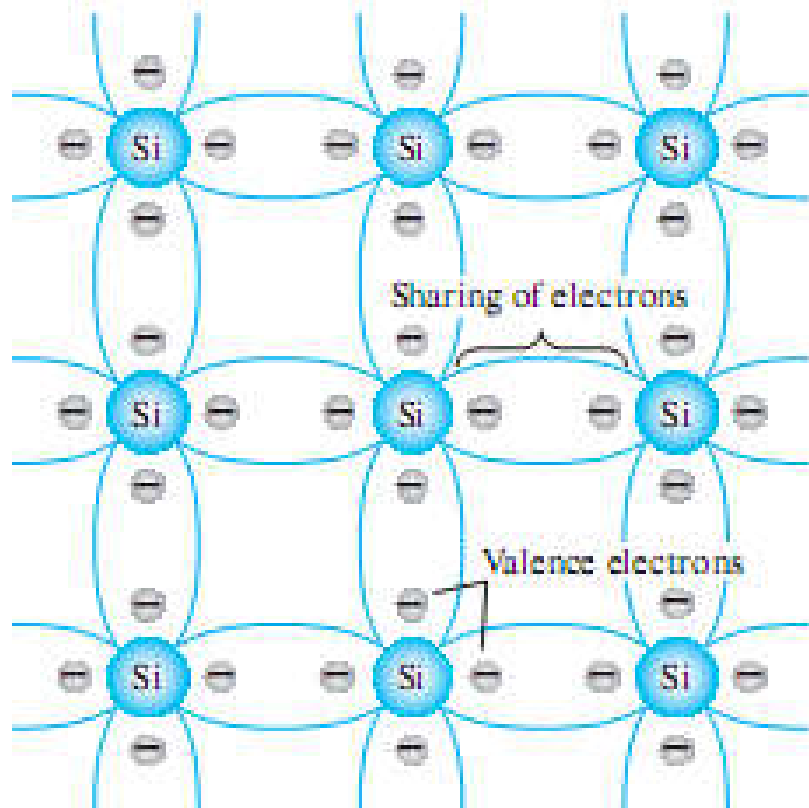
1.2.2. Bán dẫn thuần

Bán dẫn thuần hay bán dẫn tinh khiết có **cấu trúc mạng tinh thể**, trong đó liên kết giữa các nguyên tử được thực hiện nhờ các electron hóa trị nằm ở lớp vỏ ngoài cùng của nguyên tử,

Germanium (Ge) và Silicium (Si) lớp vỏ ngoài cùng có 4 electron:



- Mỗi nguyên tử bán dẫn liên kết với 4 nguyên tử bán dẫn xung quanh bằng mỗi liên kết cộng hóa trị tạo nên mạng tinh thể chất bán dẫn.

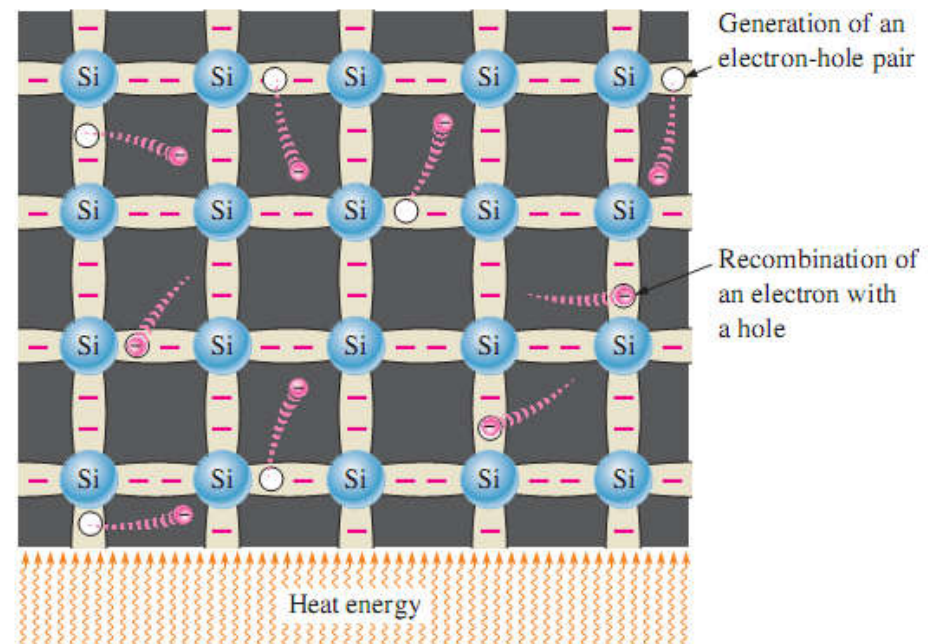


+ Quá trình tạo cặp electron và lỗ trống

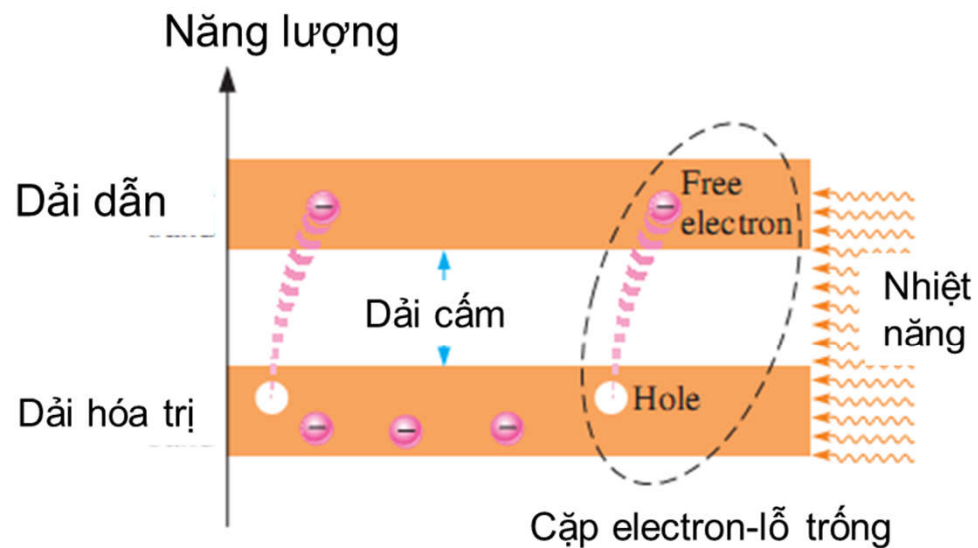
Trong chất bán dẫn thuần, do chuyển động nhiệt có thể dẫn tới làm đứt gãy liên kết hóa trị ở một số nút mạng tinh thể, tạo ra điện tử tự do (hạt tải điện âm). Tại nơi electron được giải phóng xuất hiện lỗ trống (hạt tải điện dương).

+ Nhiệt độ càng cao cặp electron – lỗ trống được tạo ra càng nhiều.

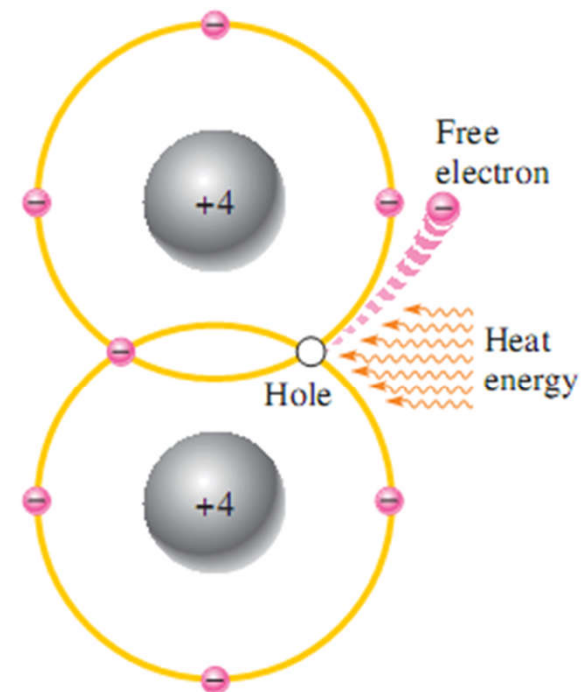
+ Do chuyển động nhiệt có thể xảy ra quá trình tái hợp electron – lỗ trống, kết quả quá trình là sự hủy cặp



+ Giải thích cơ chế tạo cặp electron và lỗ trống



Giãn đồ năng lượng



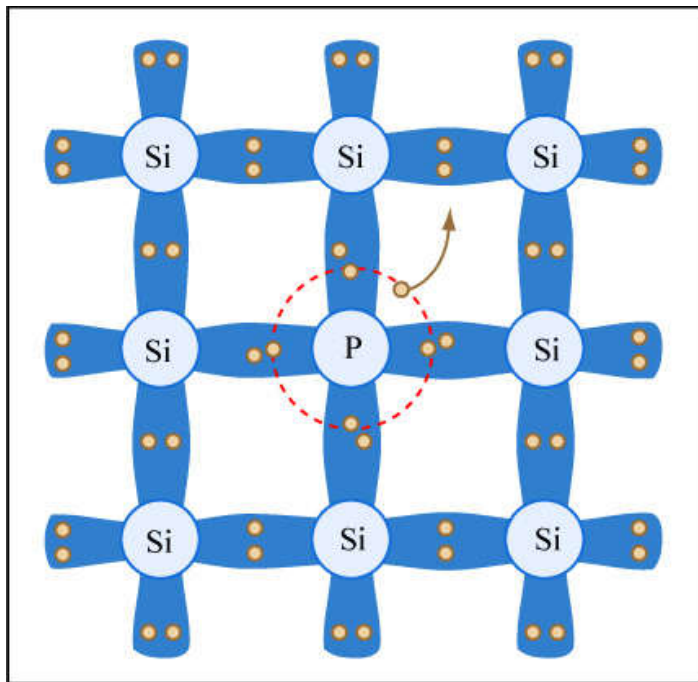
Giãn đồ liên kết

1.2.3. Bán dẫn tạp chất

- Bán dẫn tạp chất là bán dẫn mà trong mạng tinh thể ở một số nút mạng được thay thế bởi nguyên tử của một số nguyên tố khác.
- Tính chất của bán dẫn thay đổi rất nhiều tùy thuộc vào **chất pha tạp** và **nồng độ** của chất đó.

1.2.3.1. Bán dẫn loại N (Negative)

Hình thành khi pha tạp chất nguyên tố nhóm V vào bán dẫn thuần.



Pha tạp chất P vào Si

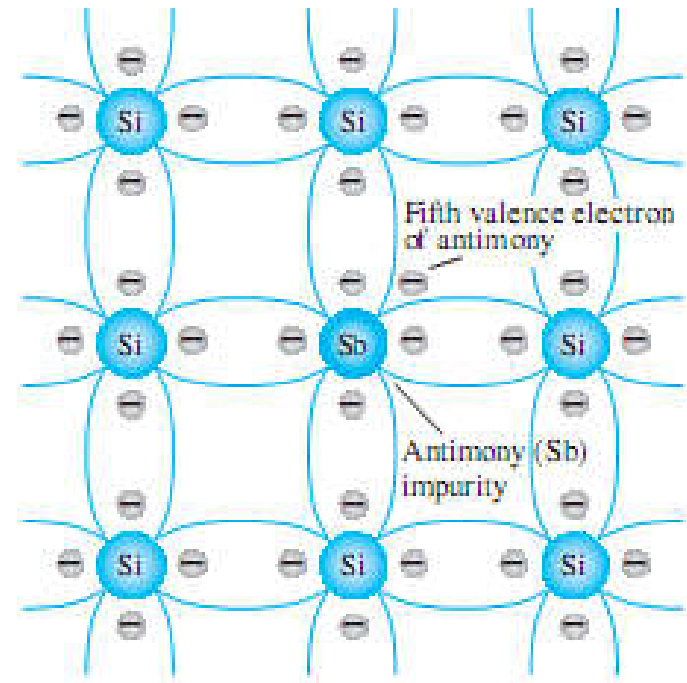


FIG. 1.7

Antimony impurity in n-type material.

Pha tạp chất Sb vào Si

- Mỗi nguyên tử tạp chất thêm vào làm xuất hiện thêm một electron tự do tương ứng, quá trình không kèm theo sự xuất hiện lỗ trống. Kết quả hạt tải điện electron chiếm đa số, bán dẫn loại này gọi là **bán dẫn loại N (negative)**
- Tạp chất nhóm V cung cấp điện tử cho chất bán dẫn thuần nên gọi là **tạp chất cho (donor)**.
- *Lưu ý: Đối với chất bán dẫn N, quá trình tạo cặp electron – lỗ trống do chuyển động nhiệt vẫn diễn ra*

1.2.3.2. Bán dẫn loại P (Positive)

Hình thành khi pha tạp nguyên tố nhóm III vào bán dẫn thuần

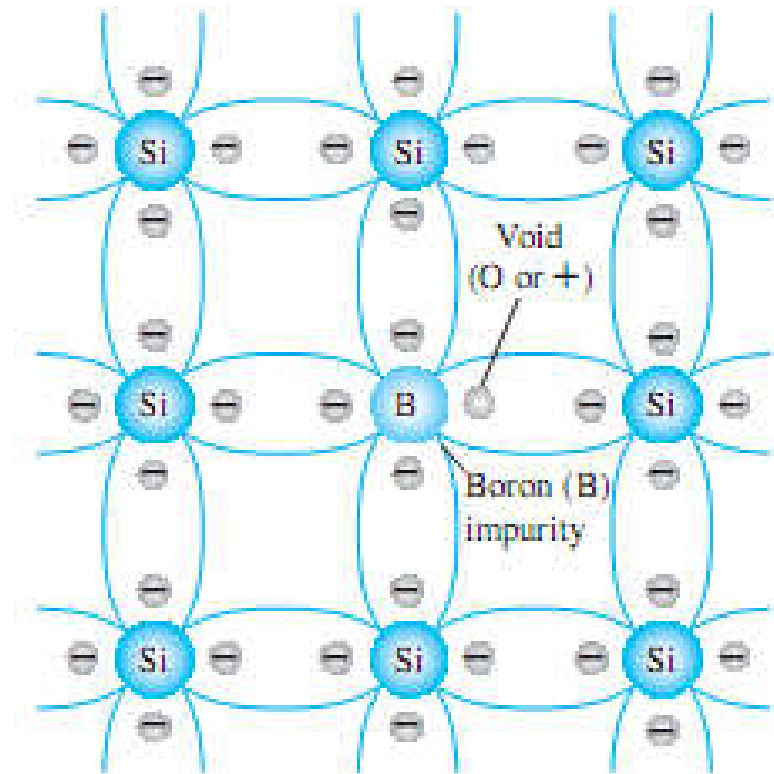


FIG. 1.9

Boron impurity in p-type material.

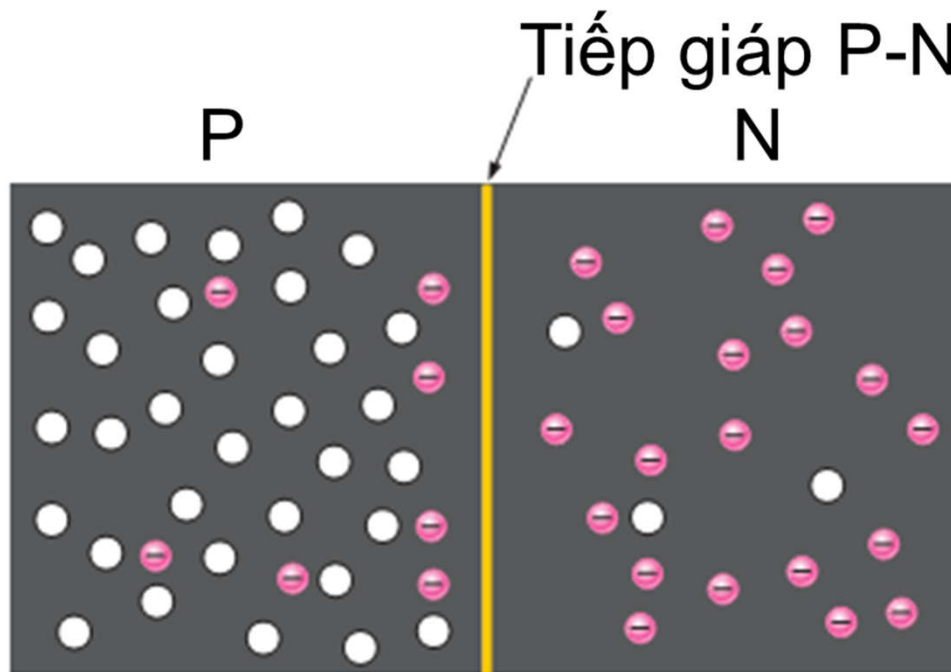
Pha tạp chất B (nhóm III) vào Si (nhóm IV)

- Mỗi nguyên tố tạp chất nhóm III thêm vào làm xuất hiện lỗ trống (+) không kèm theo xuất hiện electron tự do, kết quả hạt tải điện đa số trong bán dẫn này là lỗ trống, bán dẫn gọi là **bán dẫn P (positive)**
- Tạp chất nhóm III nhận điện tử để tạo ra các lỗ trống, nên được gọi là **tạp chất nhận (acceptor)**
- *Lưu ý: Đối với chất bán dẫn P, quá trình tạo cặp electron – lỗ trống do chuyển động nhiệt vẫn diễn ra*

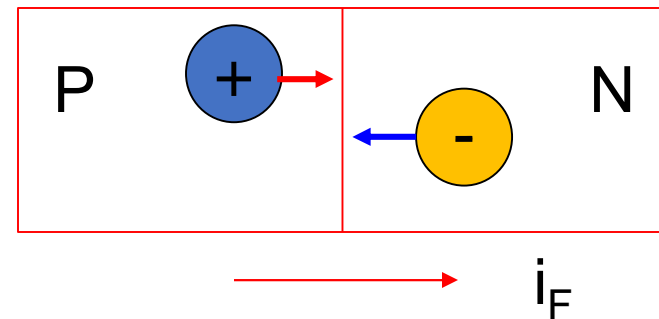
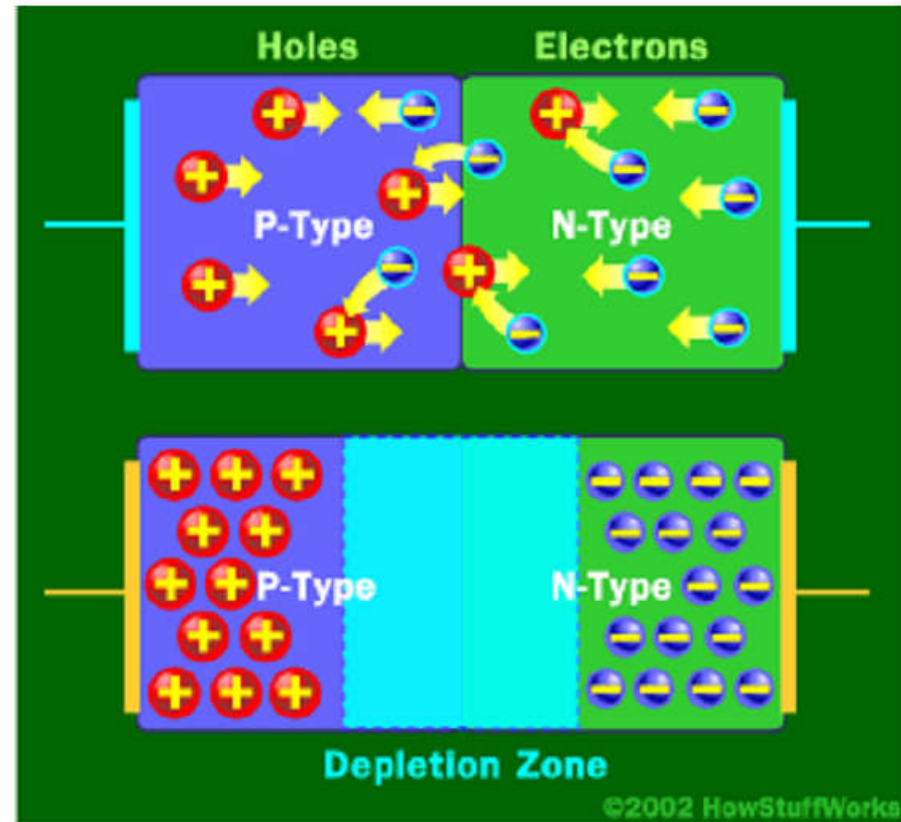
1.2.4. Tiếp giáp P-N

+ Sự hình thành tiếp giáp P-N

Hai lớp bán dẫn loại P và loại N ghép nối tiếp nhau tạo thành tiếp giáp P-N.

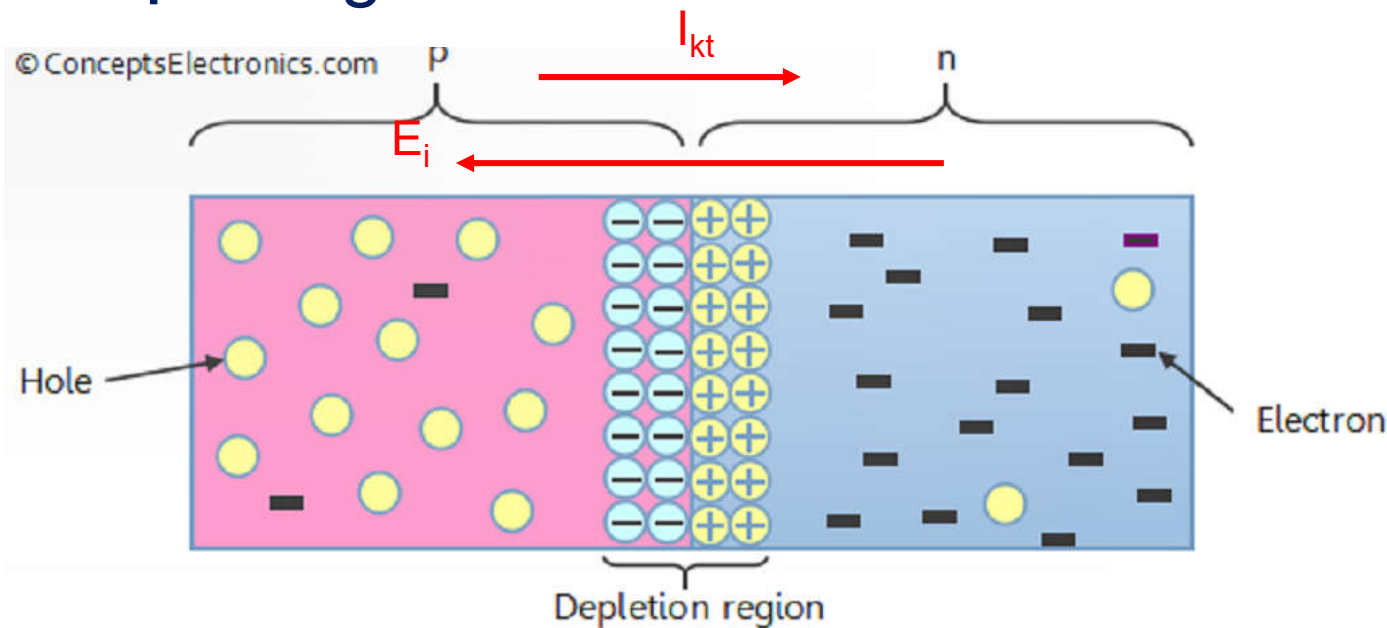


- Các hạt tải điện đa số trong bán dẫn P và N sẽ khuếch tán qua miền tiếp xúc
- Kết quả:
 - + Hình thành lớp nghèo tại miền tiếp xúc
 - + tạo thành dòng khuếch tán (dòng thuận i_F) có chiều từ P sang N



■ Sự hình thành hàng rào thế

Hình thành lớp điện kép trên miền biên giữa hai bán dẫn \rightarrow tạo ra điện trường E_i hướng từ N sang P \rightarrow lực điện trường sẽ cản trở quá trình khuếch tán \rightarrow quá trình khuếch tán sẽ dừng và tại biên sẽ hình thành một hàng rào thế

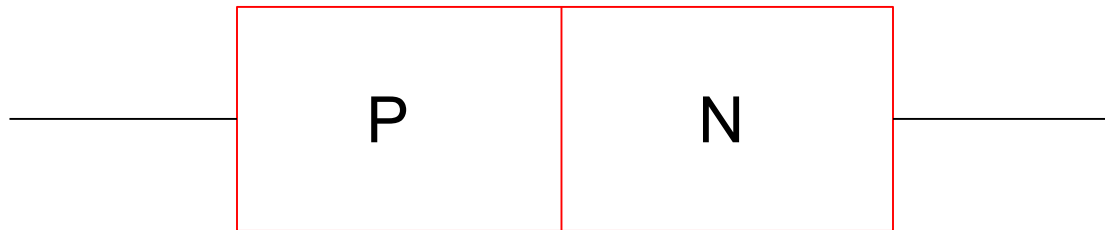


Situation after the formation of depletion region

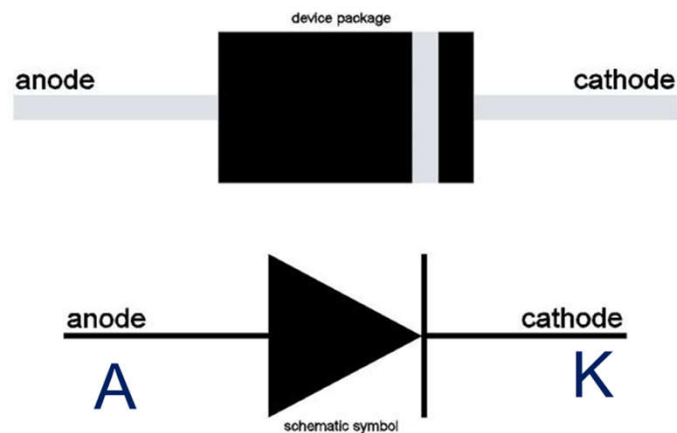
1.3. Diode bán dẫn

1.3.1. Cấu tạo, kí hiệu của diode bán dẫn

- Cấu tạo: gồm một lớp tiếp xúc P-N.

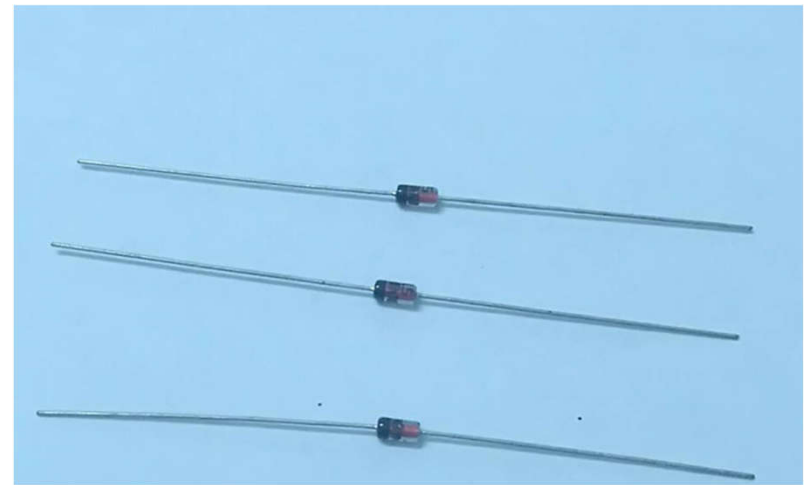


- Kí hiệu:

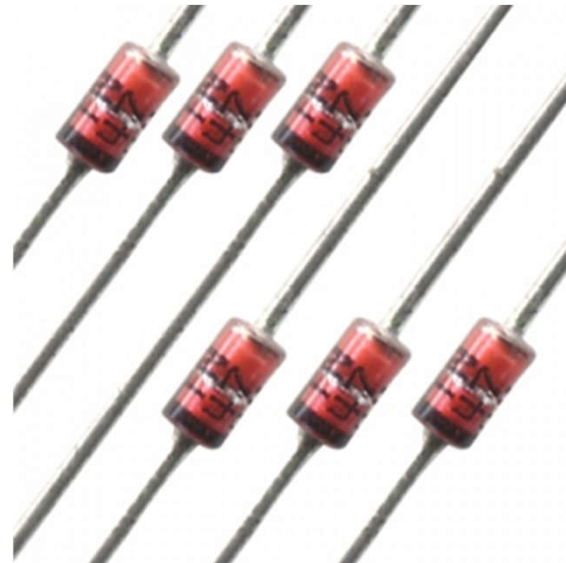




Diode Schottky 1N5819



Diode tách sóng 1N4148



DIODE ZENER 10V - 1W - 1N4740A

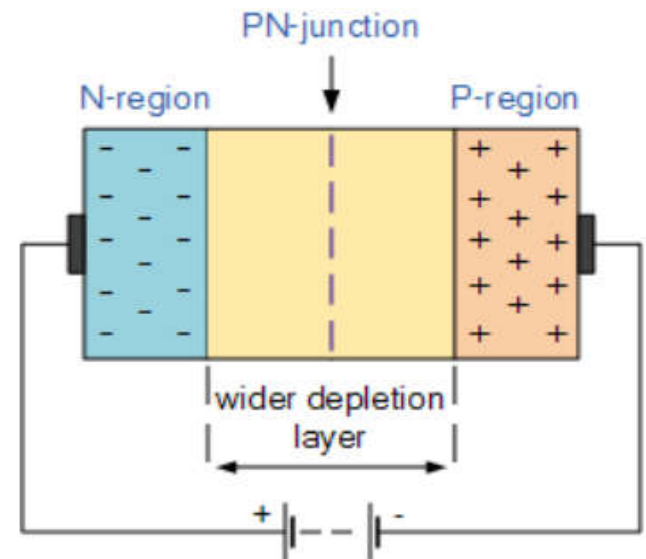
1.3.2. Nguyên lý vận chuyển của Diode

a. Phân cực ngược Diode: $V_A < V_K$

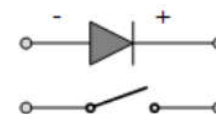
- Nối cực âm của nguồn điện DC vào chân P và cực dương của nguồn vào chân N của diode.
- Hiện tượng:
 - + bề dày của lớp nghèo tăng, chiều cao hàng rào thế tăng lên, Diode không dẫn điện (khóa)
 - + Qua D chỉ có dòng điện rỉ (dòng bão hòa nghịch) I_s rất nhỏ (cỡ nA) hướng từ N sang P.



C2: Hãy giải thích hiện tượng xảy ra khi phân cực cực ngược Diode?



Reverse Biasing Voltage

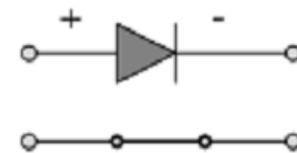
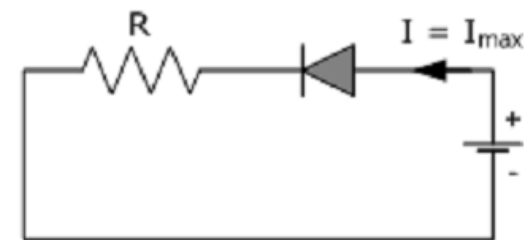
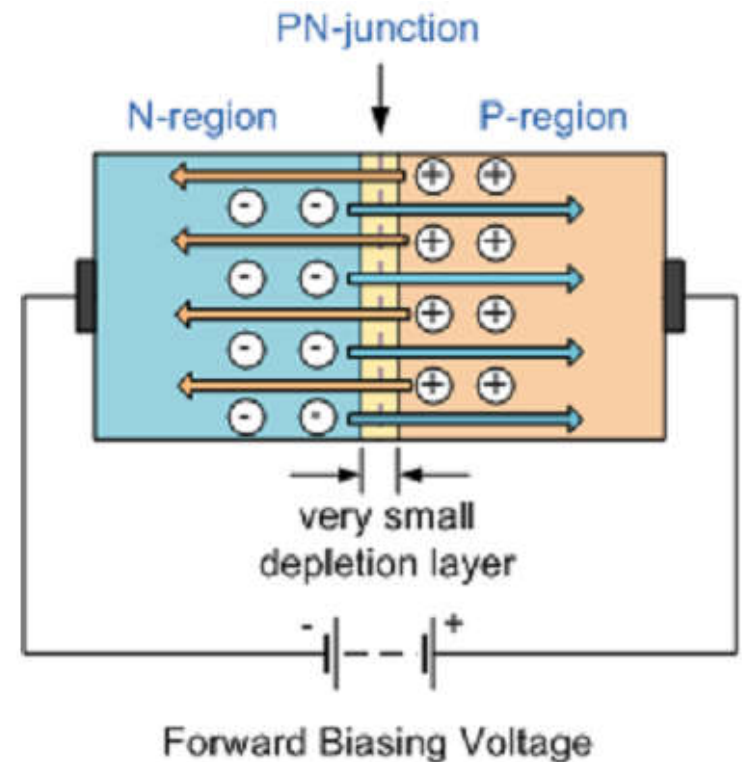


b. Phân cực thuận Diode: $V_A > V_K$

- Nối cực dương của nguồn điện DC vào chân P và cực âm của nguồn vào chân N của diode
- Hiện tượng:
 - + Bề dày miền nghèo giảm, chiều cao hàng rào thế giảm mạnh. **Diode dẫn điện (thông)**
 - + Dòng điện thuận I_f chạy qua D theo chiều từ P sang N.



C3: Hãy giải thích hiện tượng xảy ra khi phân cực thuận Diode?



c. Đặc tuyến volt – Ampe của diode

Dòng qua Diode tuân theo phương trình

$$I_D = I_S \left(e^{\frac{q_e V_D}{kT}} - 1 \right)$$

Trong đó:

$q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Culông

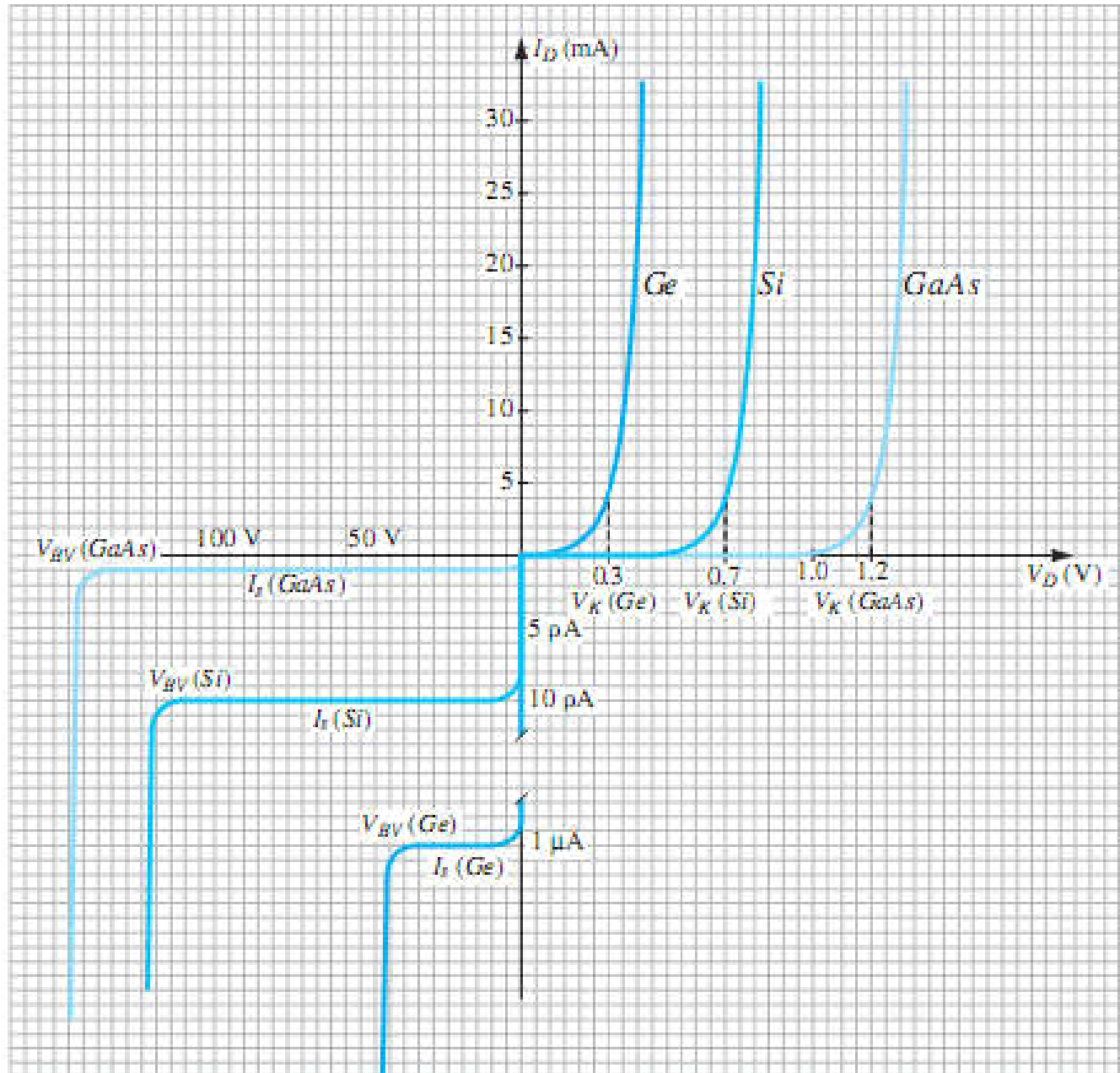
V_D : điện áp trên D

K: hằng số Boltzmann $K = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K

T: nhiệt độ tuyệt đối

I_S : dòng bão hòa nghịch (A)

c. Đặc tuyến volt – Ampe của diode



c. Đặc tuyến volt – Ampe của diode

Phân cực thuận cho diode

- Khi $V_{DC} = 0$ thì chưa có dòng điện qua D
Khi $V_{DC} = V_k$ thì mới có dòng điện qua D
 $V_k = 0,7$ đối với D làm bằng Si
 $V_k = 0,3$ đối với D làm bằng Ge
- Khi D dẫn điện thì điện áp cực đại V_{Dmax} trên D:
 $V_{Dmax} = 0,8-0,9$ đối với D làm bằng Si
 $V_{Dmax} = 0,4-0,5$ đối với D làm bằng Ge
- V_k gọi ngưỡng của diode (cũng có tài liệu kí hiệu V_γ)



C4: Ở nhiệt độ phòng 27°C hay 300K : $V_T = \frac{kT}{q_e} = 26\text{mV}$

- Ở nhiệt độ phòng 27°C hay 300K , ta có:

$$I_D = I_S \cdot (e^{\frac{V_D}{26\text{mV}}} - 1)$$

- Khi PCT : $V_D > V_k$ thì $e^{\frac{V_D}{26\text{mV}}} \gg 1$ nên:

$$I_D = I_S \cdot e^{\frac{V_D}{26\text{mV}}}$$

- Khi PCN: $V_D < 0\text{V}$ thì $e^{\frac{V_D}{26\text{mV}}} \ll 1$ nên:

$$I_D \approx I_S$$

Như vậy, một diode có các thông số kỹ thuật cần biết khi sử dụng là:

- Chất bán dẫn chế tạo để có V_k và V_{Dmax}
- Dòng điện thuận cực đại I_{Fmax}
- Dòng điện bão hoà nghịch I_S
- Điện áp nghịch cực đại V_{Rmax}

Thí dụ: bảng tra các diode nắn điện thông dụng.

Mã số	Chất	I_{Fmax}	I_S	V_{Rmax}
1N4004	Si	1A	5 μ A	500V
1N4007	Si	1A	5 μ A	1000V
1N5408	Si	3A	5 μ A	1000V

Như vậy, một diode có các thông số kỹ thuật cần biết khi sử dụng là:

- Chất bán dẫn chế tạo để có V_k và V_{Dmax}
- Dòng điện thuận cực đại I_{fmax}

Đây là thông số cần quan tâm đầu tiên trước khi chúng ta sử dụng diode trong mạch điện. Mỗi một diode chỉ cho phép một dòng điện tối đa nào đó đi qua. Nếu mắc diode trong mạch điện có dòng điện lớn hơn I_{fmax} của nó thì diode sẽ chết

- Dòng điện bão hoà nghịch I_s
- Điện áp nghịch cực đại V_{Rmax}

Khi phân cực ngược, diode sẽ không cho dòng điện đi qua (hoặc có dòng điện nhưng rất nhỏ) nhưng đồng nghĩa nó phải chịu một điện áp ngược dồn vào giữa hai đầu Katot và Anot. Giả sử bạn có một nguồn điện một chiều có giá trị điện áp khoảng 60V. Bạn chỉ cần cho một diode 1n4001 đấu Anot với (-) nguồn và đấu Katot với (+) nguồn thì diode này sẽ bị phá hủy ngay mặc dù nó không dẫn điện (vì phân cực ngược nhưng điện áp ngược chịu đựng của nó chỉ là 50V)

Thông số kỹ thuật:

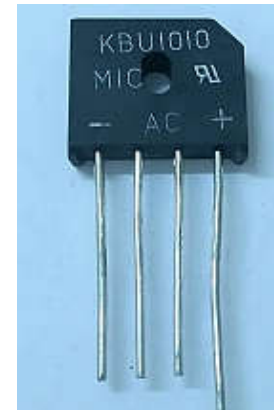
Diode cầu KBU1010

Điện áp ngược cực đại: 1000V

Dòng thuận cực đại: 10A

Dòng ngược: 1mA

Dải nhiệt độ hoạt động: $-65^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$



DO53 Diode Cầu 3 Pha 50A SQL50A1000V là diode chỉnh lưu cầu dòng điện cao, dòng thuận cực đại lên tới 50A

Diode cầu có thể chịu được điện áp ngược cực đại lên tới 1000V, dòng điện thuận cực đại qua diode là 50A. Diode được thiết kế với vỏ nhôm, tản nhiệt tốt.

Công dụng chính của diode cầu trong mạch điện là chỉnh lưu dòng 3 pha thành dòng một chiều.

Thông số kỹ thuật:

- Mã sản phẩm: DO53
- Điện áp ngược cực đại: 1000V
- Dòng thuận cực đại: 50A
- Dải nhiệt độ hoạt động: $-65^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$



d. Điện trở của Diode

- *Điện trở DC*

(ở chế độ tĩnh diode làm việc với dòng một chiều DC)

✓ Là điện trở tĩnh của diode.

$$R_D = \frac{V_D}{I_D}$$

+ Điện trở thuận R_F nhỏ

+ Điện trở nghịch R_R giá trị rất lớn cỡ $M\Omega$

d. Điện trở của Diode

- *Điện trở AC*

(ở chế độ động diode làm việc với dòng xoay chiều AC)

- ✓ Là điện trở động hay điện trở vi phân khi có sự biến thiên các giá trị dòng và áp quanh điểm phân cực
- ✓ Độ lớn của điện trở động r_d có giá trị bằng độ dốc đặc tuyến tại điểm phân cực tĩnh

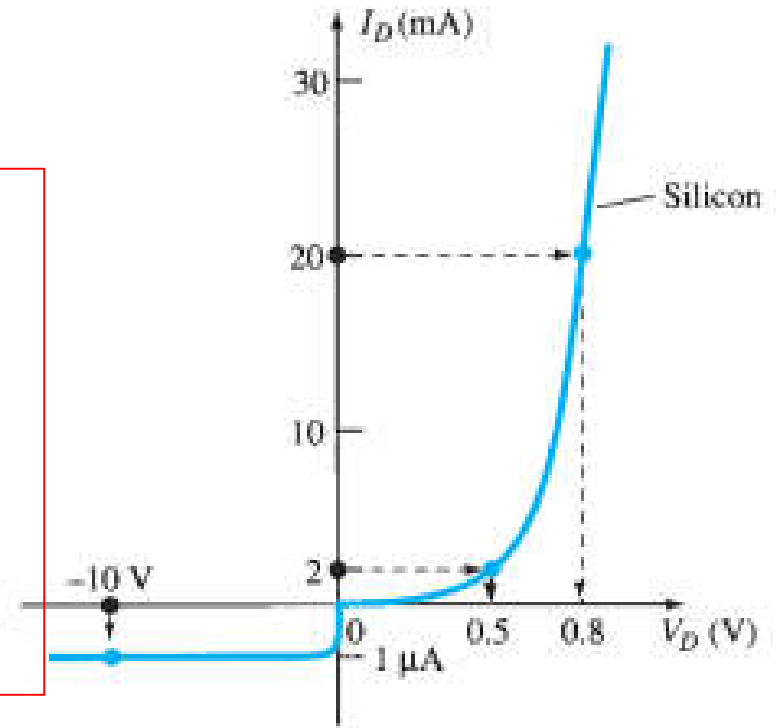
$$r_d = \frac{dV}{dI} = \frac{26mV}{I_{DQ}(mA)}$$

d. Điện trở của Diode

Ví dụ 1

Xác định điện trở của diode tại các giá trị dòng điện sau:

- a. $I_D = 2\text{mA}$
- b. $I_D = 20\text{mA}$
- c. $I_D = -1\mu\text{A}$



- a. Tại $I_D = 2\text{mA}$; $V_D = 0,5\text{V}$

$$R_D = \frac{V_D}{I_D} = \frac{0,5\text{V}}{2\text{mA}} = 250\Omega$$

- b. Tại $I_D = 20\text{mA}$; $V_D = 0,8\text{V}$

$$R_D = \frac{V_D}{I_D} = \frac{0,8\text{V}}{20\text{mA}} = 40\Omega$$

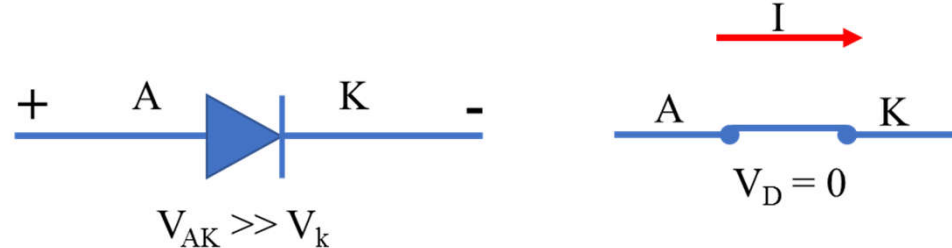
- c. Tại $I_D = -1\mu\text{A}$; $V_D = -10\text{V}$

$$R_D = \frac{V_D}{I_D} = \frac{-10\text{V}}{-1\mu\text{A}} = 10\text{M}\Omega$$

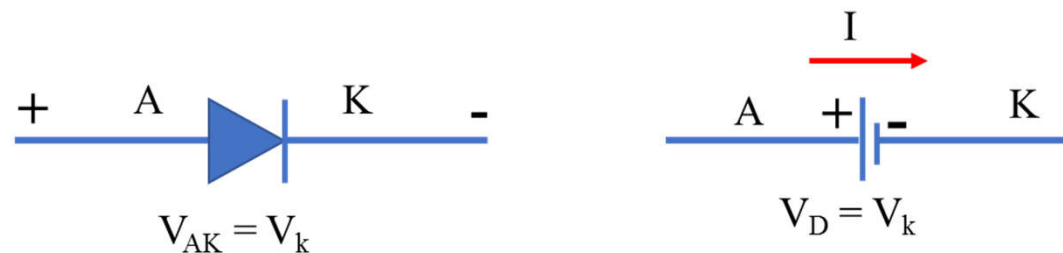
e. Mô hình diode

- Mô hình diode lý tưởng khi diode phân cực thuận*

- ✓ Khi điện áp trong mạch lớn hơn rất nhiều điện áp ngưỡng: $V_{AK} \gg V_k$. Lúc này coi diode như một khóa điện tử lý tưởng ở trạng thái đóng



- ✓ Khi điện áp đúng bằng điện áp ngưỡng: $V_{AK} = V_k$. Lúc này coi diode như một nguồn điện áp lý tưởng. Sự áp hai đầu diode đúng bằng thế ngưỡng V_k



e. Mô hình diode

- Mô hình diode thực khi diode phân cực thuận*

Thực tế diode có một điện trở thuận R_F . Lúc này diode coi như một nguồn điện áp thực.



- Mô hình diode khi diode phân cực ngược*

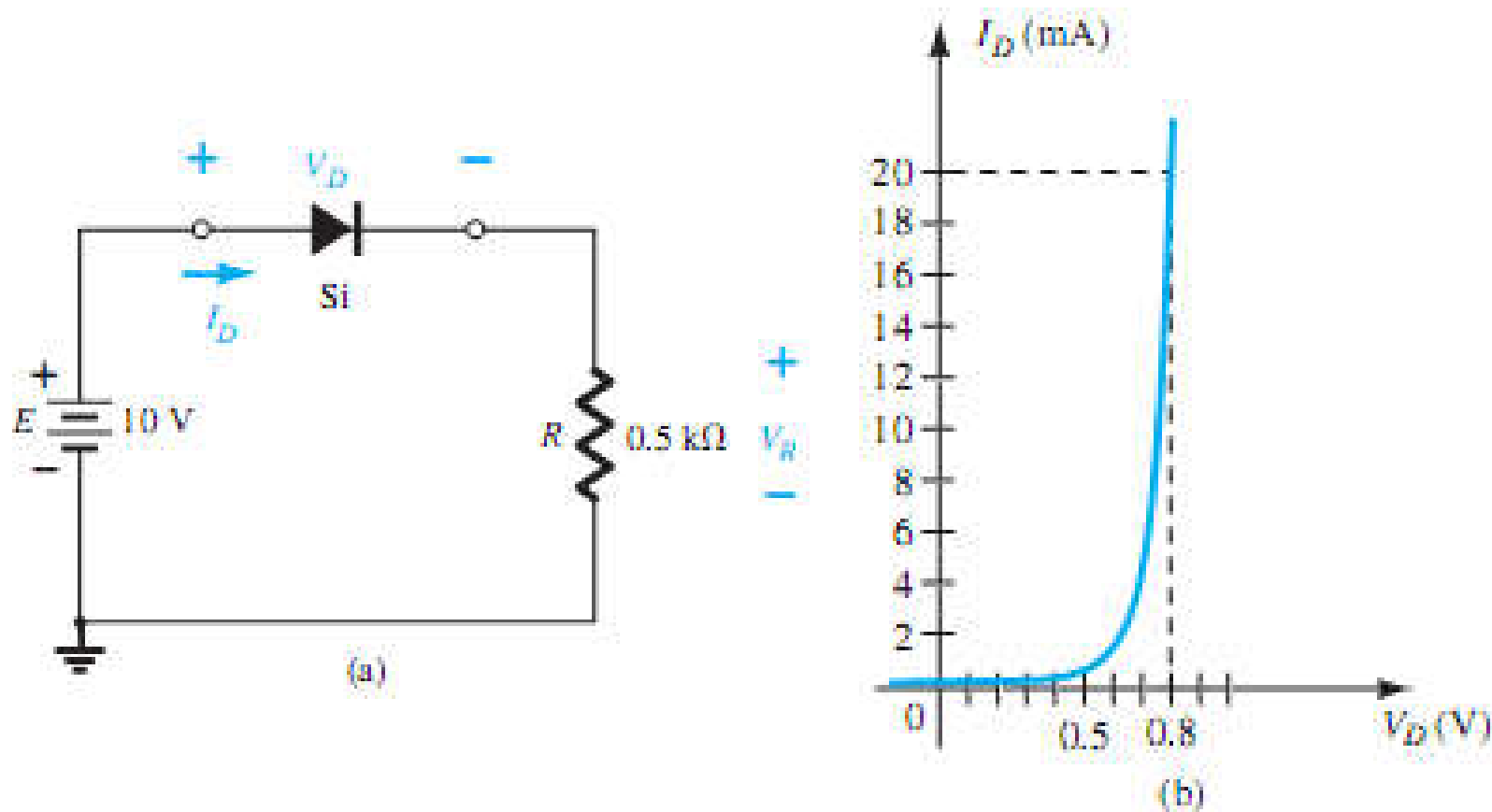
Khi bị phân cực ngược diode ngắt không cho dòng đi qua, lúc này coi diode như một khóa điện tử ở trạng thái ngắt



Ví dụ 2: Cho mạch điện dùng diode như hình a) và đặc tuyến V-A của diốt như trên hình b).

a) Xác định tọa độ điểm công tác tĩnh $Q(U_Q; I_Q)$

b) Xác định giá trị điện áp trên tải V_R .



a) Theo định luật Kiéc chop

$$V_D + V_R = E \Rightarrow E - V_D - V_R = 0$$

$$\Rightarrow E - V_D - I_D R = 0 \Rightarrow I_D = \frac{10 - V_D}{500} \quad (1)$$

▪ (1) là phương trình đường tải một chiều của mạch dùng diode trên.

▪ Dựng đường tải cắt trục tung tại A và cắt trục hoành tại B

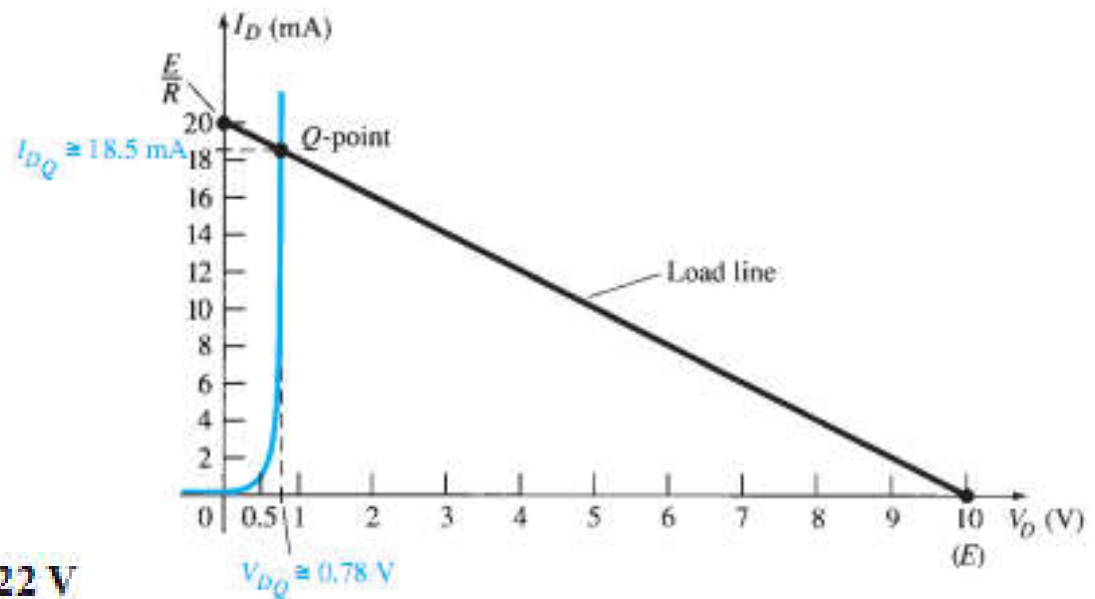
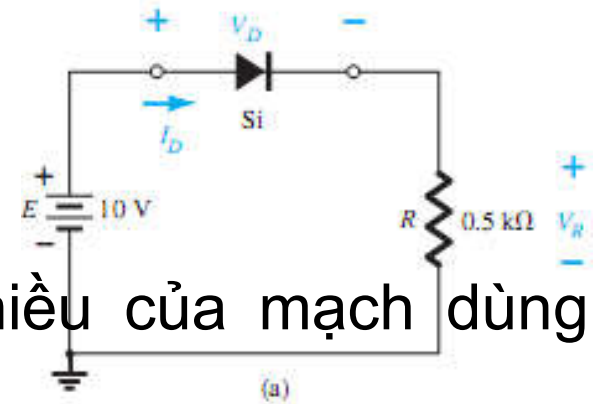
Tọa độ điểm A: $V_D = 0$; $I_D = 20\text{mA}$

Tọa độ điểm B: $I_D = 0$; $V_D = 10\text{V}$

Đường tải một chiều cắt đường đặc tuyến V-A tại điểm công tác tĩnh Q có tọa độ:

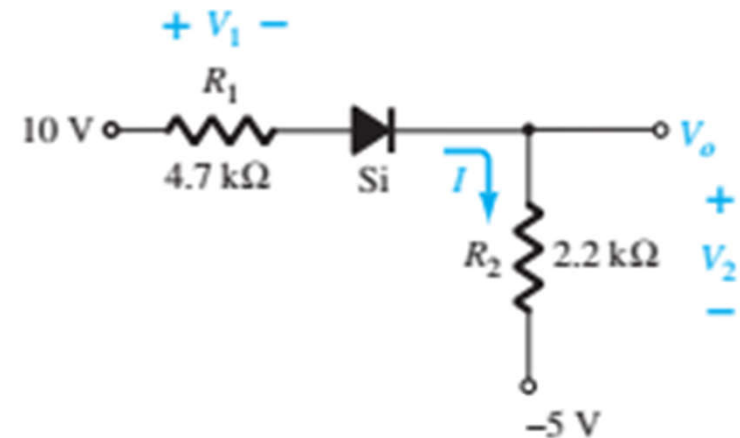
$$V_{DQ} \cong 0.78\text{V}$$

$$I_{DQ} \cong 18.5\text{mA}$$

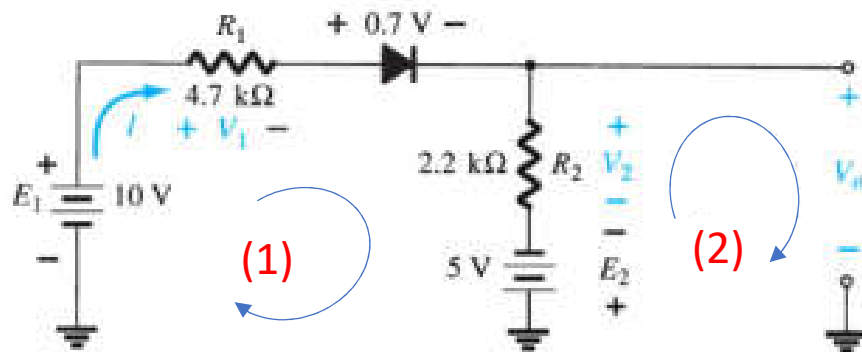


b, $V_R = E - V_D = 10\text{V} - 0.78\text{V} = 9.22\text{V}$

Ví dụ 3: Cho mạch điện dùng diode như hình vẽ
Xác định I ; V_1 ; V_2 ; V_0



Hướng dẫn giải



Áp dụng đ/l K2 cho vòng (1)

$$I \cdot R_1 + V_D + IR_2 = E_2 + E_1$$

$$I = \frac{E_1 + E_2 - V_D}{R_1 + R_2} = \frac{10 \text{ V} + 5 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{4.7 \text{ k}\Omega + 2.2 \text{ k}\Omega} = \frac{14.3 \text{ V}}{6.9 \text{ k}\Omega} \approx 2.07 \text{ mA}$$

$$V_1 = IR_1 = (2.07 \text{ mA})(4.7 \text{ k}\Omega) = 9.73 \text{ V}$$

$$V_2 = IR_2 = (2.07 \text{ mA})(2.2 \text{ k}\Omega) = 4.55 \text{ V}$$

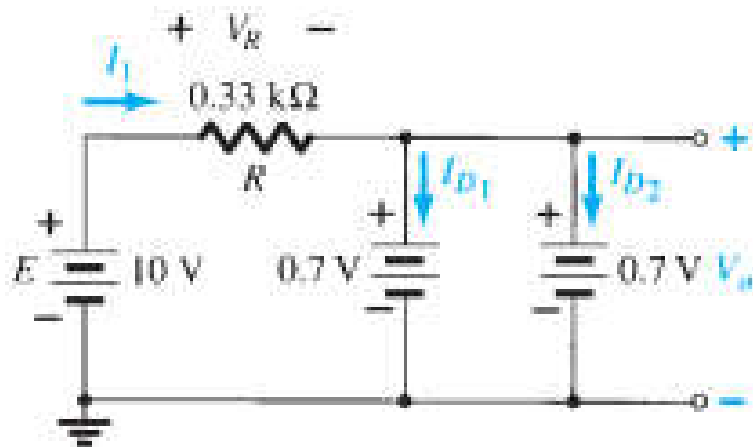
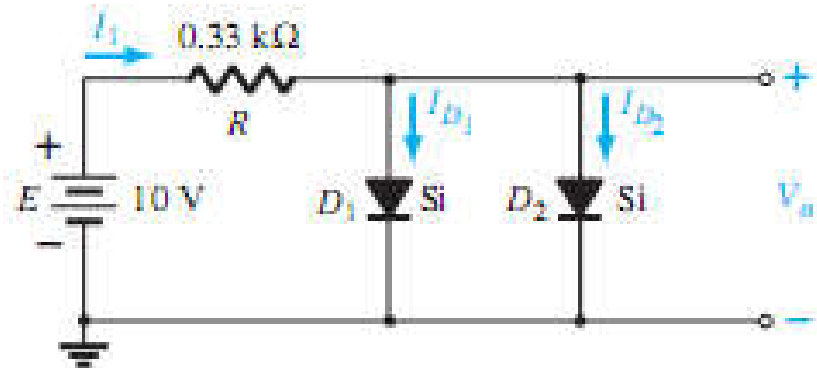
Áp dụng đ/l K2 cho vòng (2)

$$V_0 - V_2 = -E_2 \Rightarrow V_0 = V_2 - E_2 = 4.55 - 5 = -0.45 \text{ V}$$

?

Ví dụ 4: Cho mạch điện dùng diode như hình a) Xác định V_o , I_1 , I_{D1} , I_{D2} .

Giải



$$V_o = 0.7 \text{ V}$$

$$I_1 = \frac{V_R}{R} = \frac{E - V_D}{R} = \frac{10 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{0.33 \text{ k}\Omega} = 28.18 \text{ mA}$$

$$I_{D1} = I_{D2} = \frac{I_1}{2} = \frac{28.18 \text{ mA}}{2} = 14.09 \text{ mA}$$



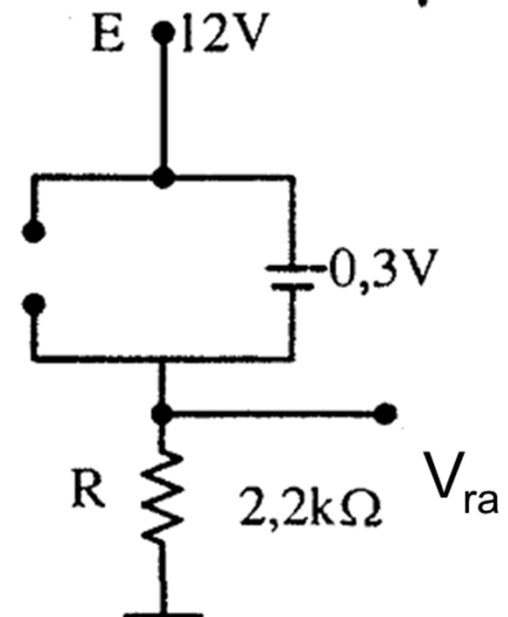
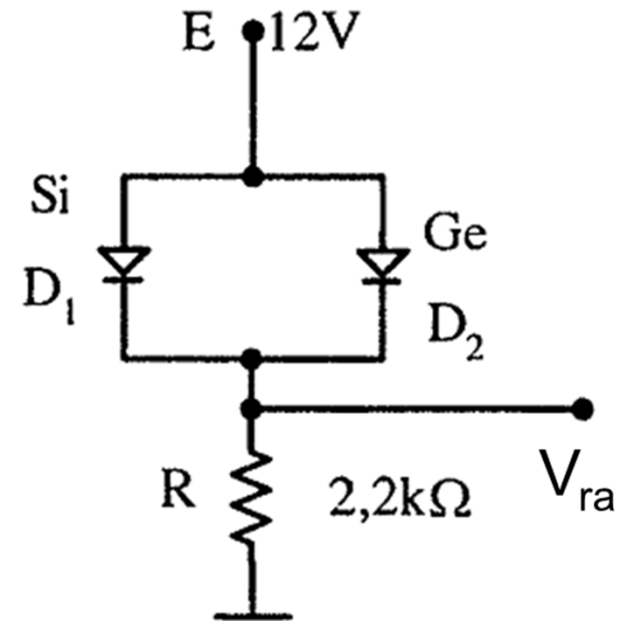
Ví dụ 5: Cho mạch điện dùng diode như hình a) Xác định điện áp ra trên tải R

Giải

Vì D_1 và D_2 , khác loại (D_1 , - Si; D_2 , - Ge) nên khi được cấp điện áp phân cực E điốt D_2 , (Ge) luôn luôn thông ở ngưỡng 0,3V, còn điốt D_1 sẽ luôn luôn khoá do ngưỡng thông tối thiểu của điốt loại Si là 0,7V.

Điện áp ra trên tải R được tính:

$$V_{ra} = E - V_{D_2} = 12 - 0,3 = 11,7V$$

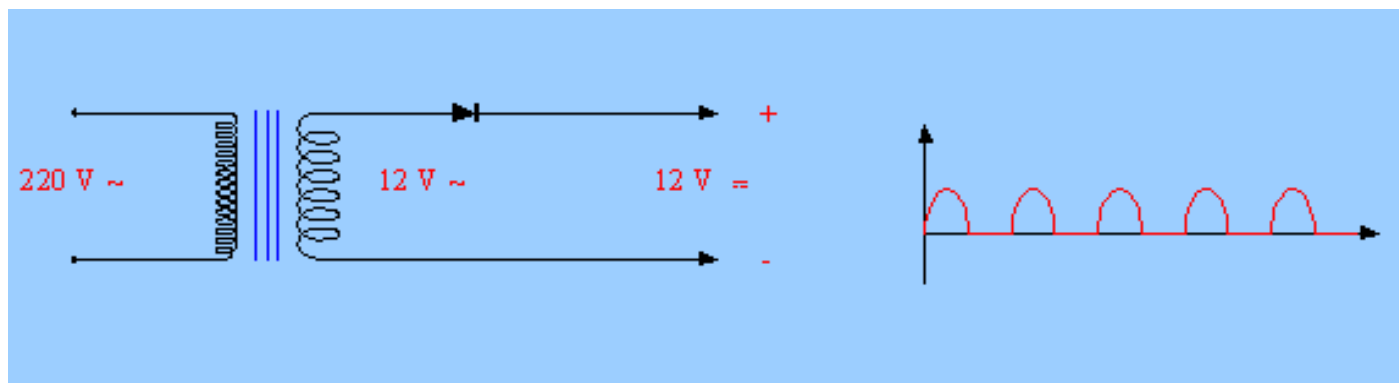
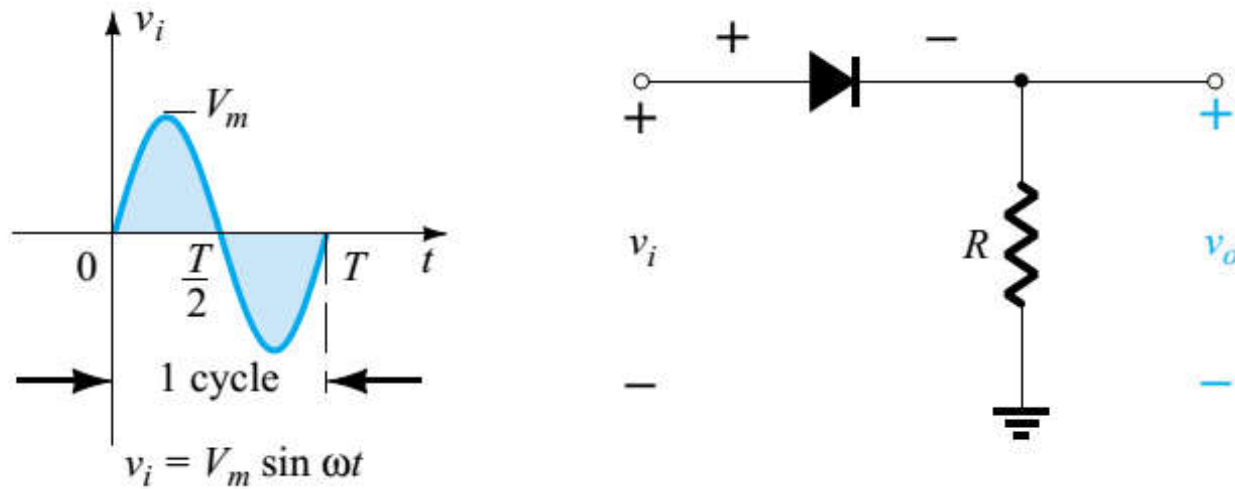


1.3.3. ỨNG DỤNG CỦA DIODE CHỈNH LƯU

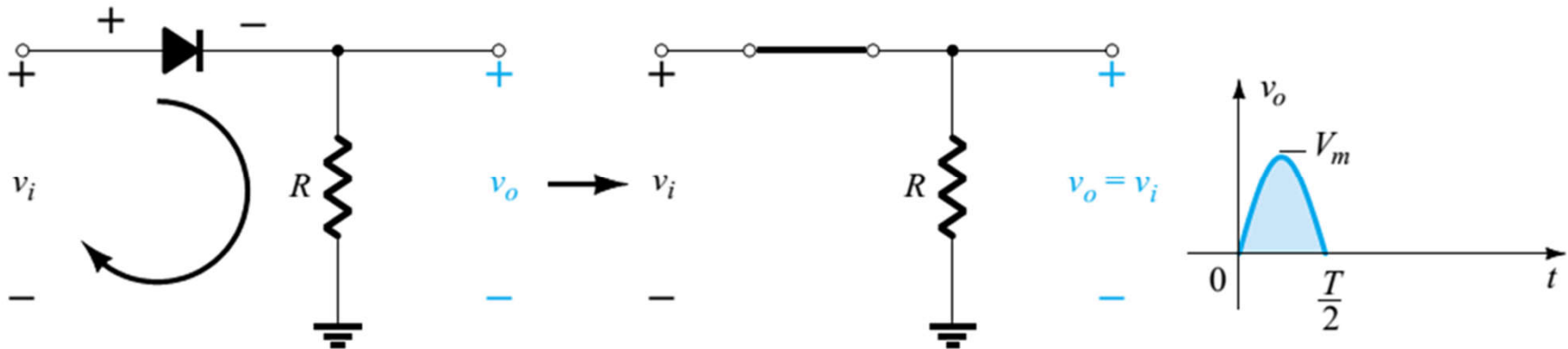


1.3.3. ỨNG DỤNG CỦA DIODE CHỈNH LƯU

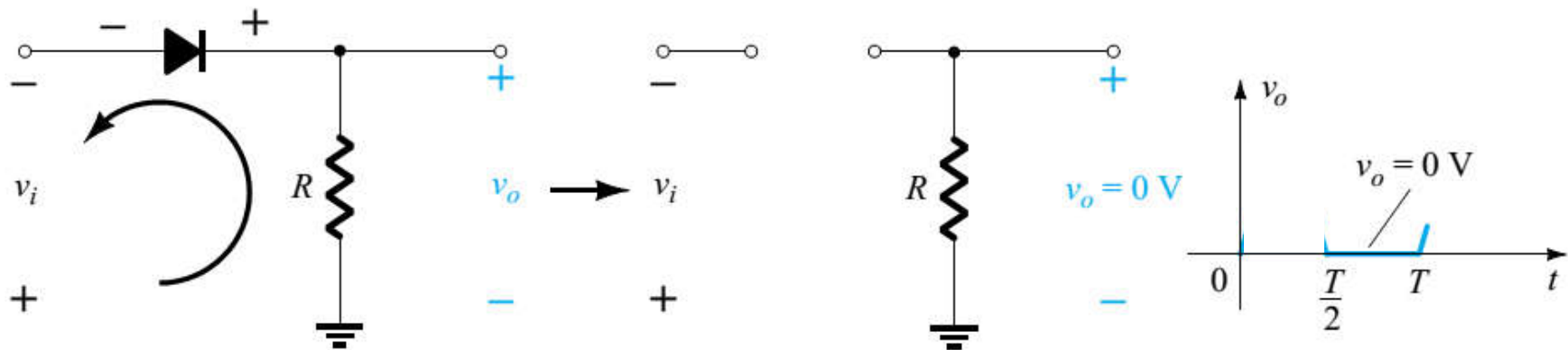
1. Mạch chỉnh lưu bán kỳ



Trong nửa bán kì dương của điện áp đầu vào $0 < t < T/2$

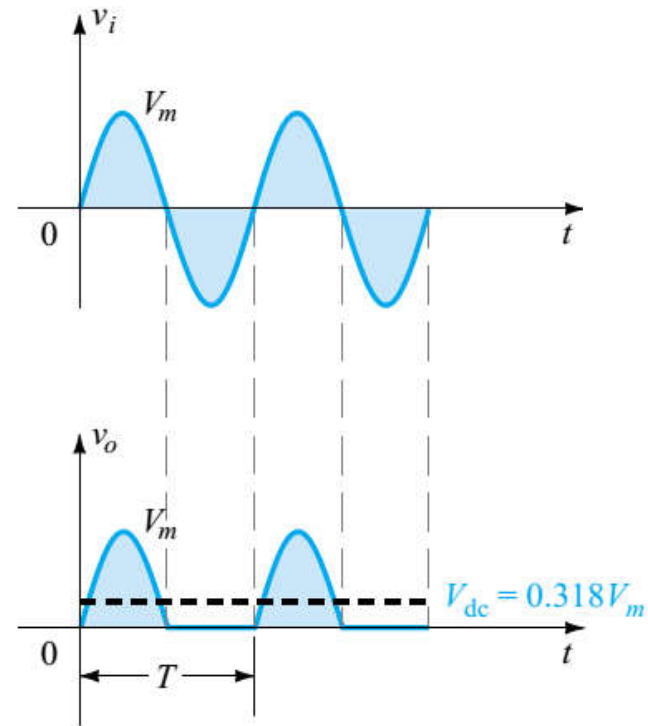


Trong nửa bán kì âm của điện áp đầu vào ($T/2 < t < T$)



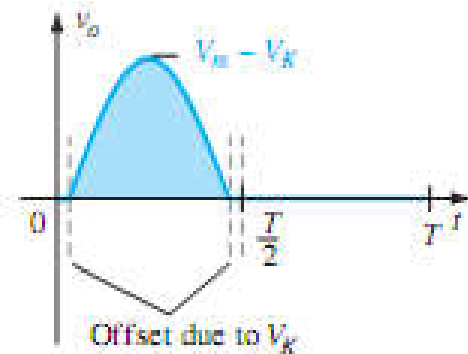
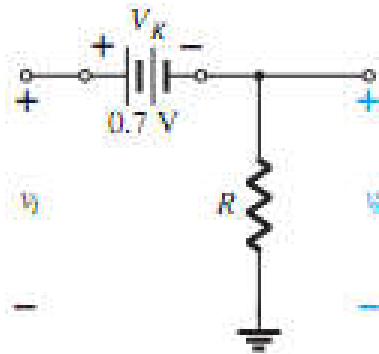
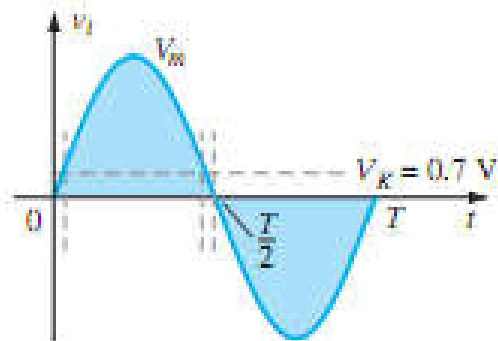
Đối với diode lí tưởng:

$$V_{dc} = 0.318V_m$$



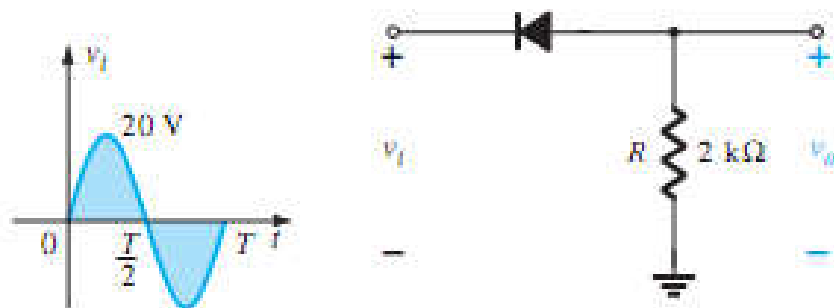
Đối với diode thực:

$$V_{dc} \cong 0.318(V_m - V_K)$$

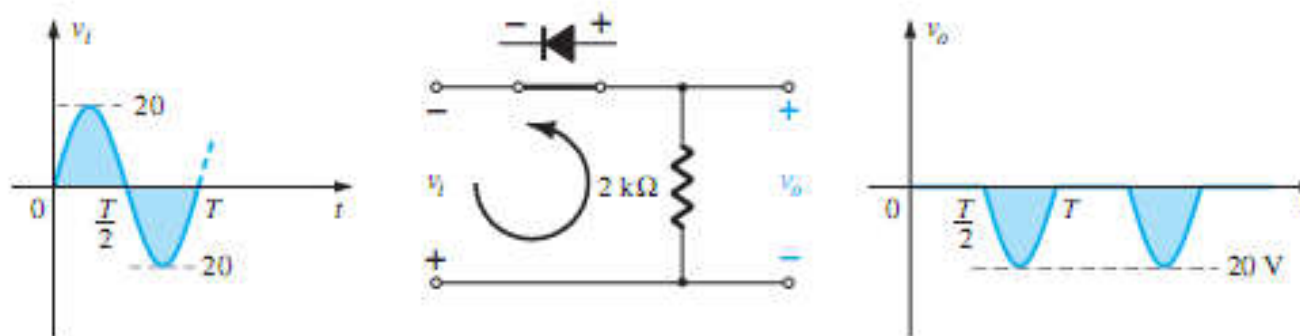


?

Ví dụ 6: a) Cho mạch chỉnh lưu dùng diốt như hình. Vẽ dạng điện áp ra trên tải R và xác định giá trị điện áp ra một chiều sau chỉnh lưu V_{DC} với diốt D lý tưởng.
b) Làm lại câu a) nếu thay diode lý tưởng bằng diode làm bằng Si



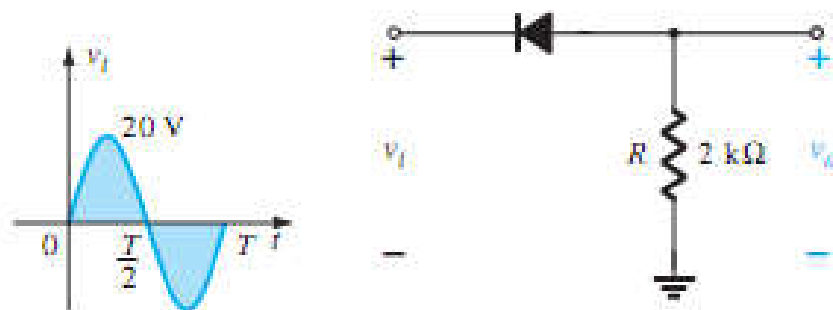
a) Diode thông trong bán kì âm



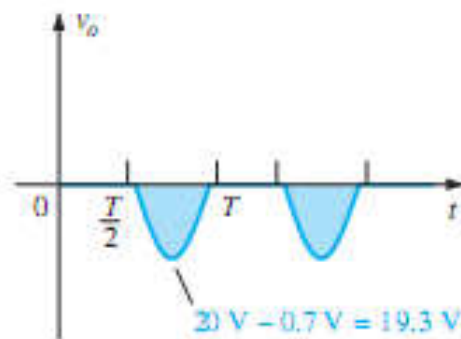
$$V_{dc} = -0.318V_m = -0.318(20 \text{ V}) = -6.36 \text{ V}$$

?

Ví dụ 6: a) Cho mạch chỉnh lưu dùng diốt như hình. Vẽ dạng điện áp ra trên tải R và xác định giá trị điện áp ra một chiều sau chỉnh lưu V_{DC} với diốt D lý tưởng.
b) Làm lại câu a) nếu thay diode lý tưởng bằng diode làm bằng Si



b)

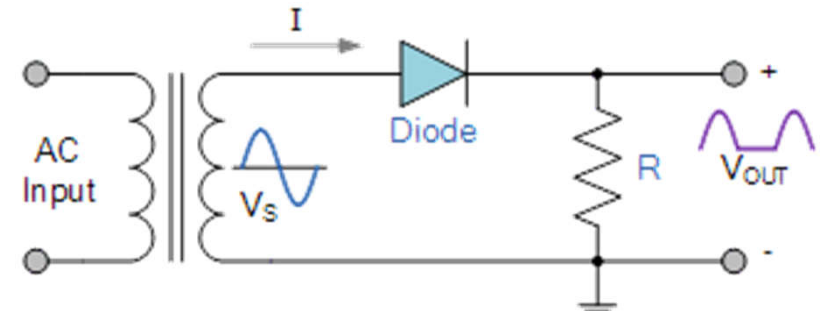


$$V_{dc} \cong -0.318(V_m - 0.7 \text{ V}) = -0.318(19.3 \text{ V}) \cong -6.14 \text{ V}$$

▲ Ví dụ 7

$$\text{Cho } V_{RMS} = 240V; R = 100\Omega$$

V_{RMS} là điện áp hiệu dụng. Tính công suất DC tiêu thụ của tải. (bỏ qua V_D)



$$V_{MAX} = V_{RMS} \times 1.414, \text{ or } V_{RMS} = V_{MAX} \times 0.7071$$

$$V_{DC} = 0.45 V_{RMS} = 0.45 \times 240 = 108 \text{ Volts}$$

or

$$V_{DC} = 0.318 V_{MAX} = 0.318 \times (240 \times 1.414) = 108 \text{ Volts}$$

$$I_{DC} = \frac{V_{DC}}{R} = \frac{108V}{100\Omega} = 1.08 \text{ Amps}$$

$$\text{Power} = I^2 R = 1.08^2 \times 100 = 116 \text{ Watts}$$

▲ Ví dụ 8:

a) Tìm V_{DC} ; I_L ; I_{diode}

$$V_{RMS} = \frac{N_S}{N_P} \times V_P = \frac{1}{4} \times 120V_{ac} = 30V_{ac}$$

$$V_{s(peak)} = \sqrt{2}V_S = 1.414 \times 30V = 42.42V$$

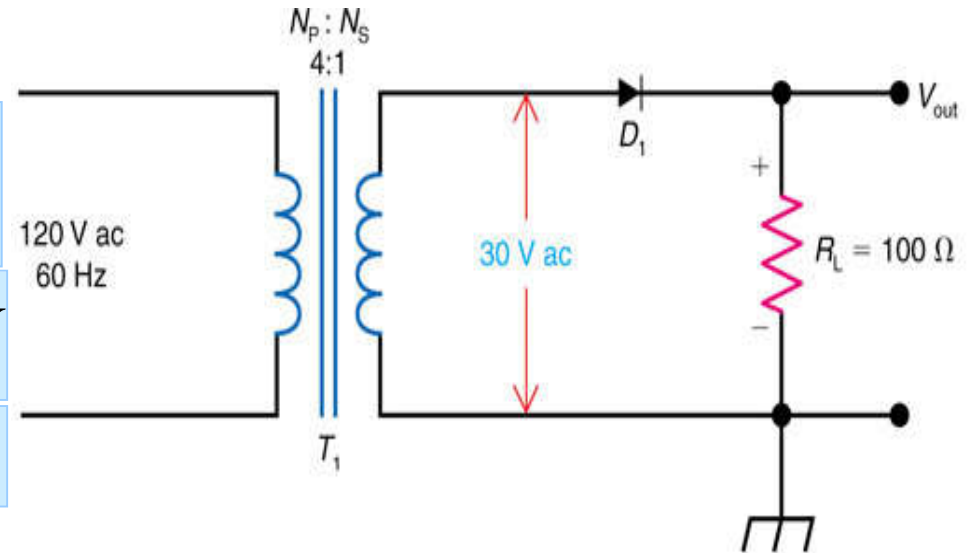
$$V_{out(peak)} = 42.42 - 0.7 = 41.72V$$

$$V_{dc} = 0.318 \times V_{out(peak)}$$

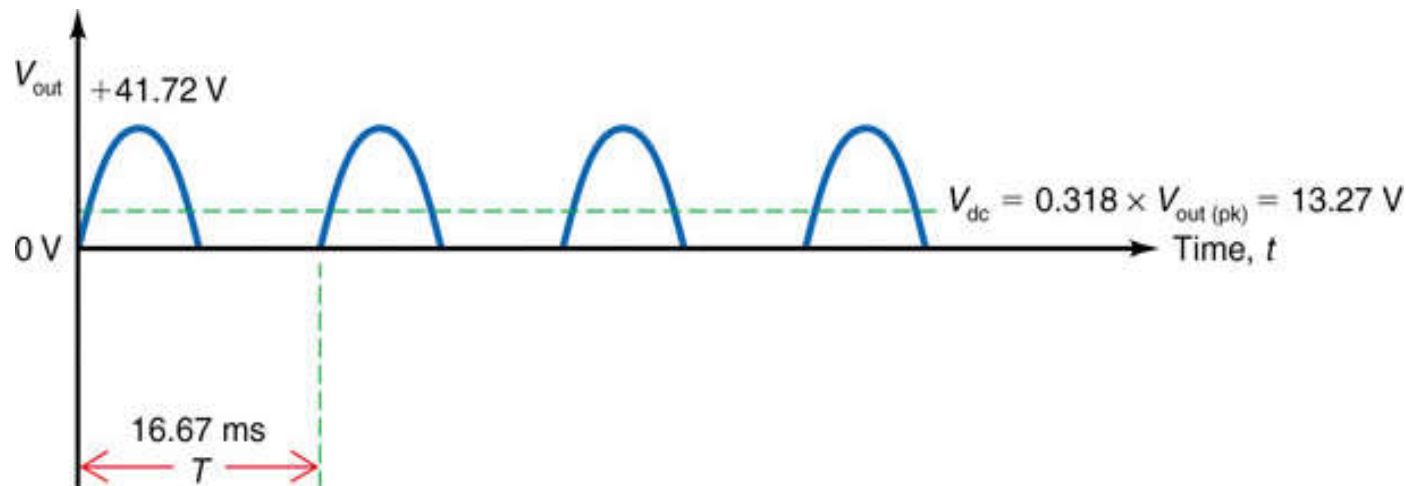
$$= 0.318 \times 41.72V = 13.26V$$

$$\Rightarrow I_L = \frac{V_{dc}}{R_L}$$

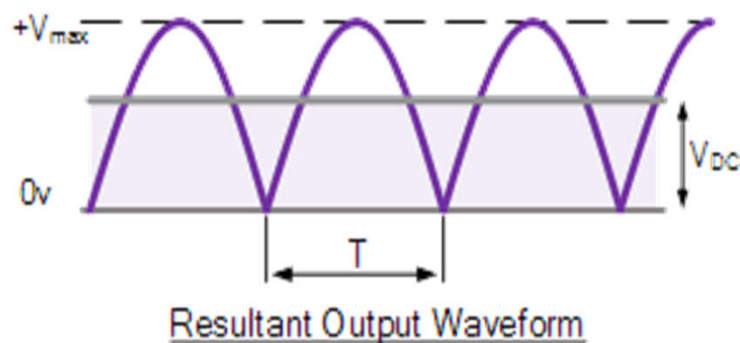
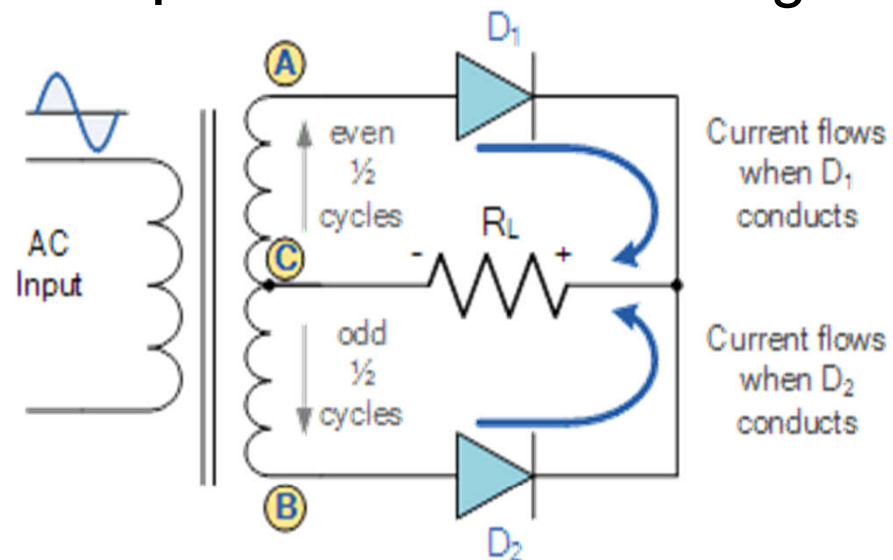
$$= 132.6mA = I_{diode}$$



b) Vẽ dạng sóng ngõ ra (V_{out})



2. Mạch chỉnh lưu cầu dùng hai diode



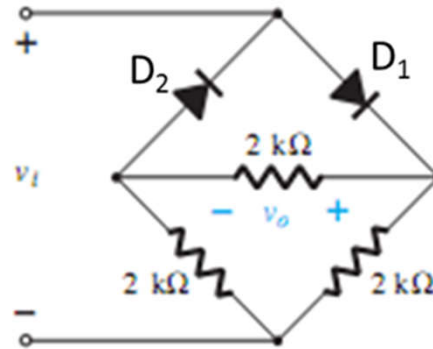
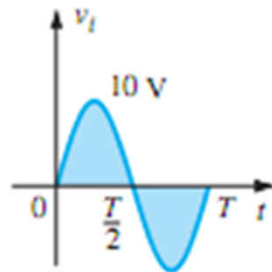
$$V_{d.c.} = \frac{2V_{max}}{\pi} = 0.637V_{max} = 0.9V_{RMS}$$

- Ở bán kì dương, van D_2 khóa, Van D_1 thông cho dòng chạy qua tải
- Ở bán kì âm, van D_1 khóa, Van D_2 thông cho dòng chạy qua tải
- Như vậy trong cả chu kì của điện áp tín hiệu trên tải luôn có dòng chạy qua

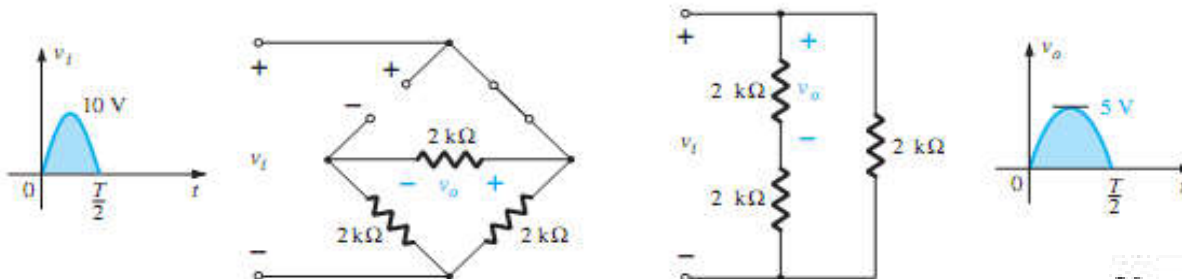
- Khi van dẫn, sụt áp trên van rất nhỏ; khi van khóa, điện áp hạ trên van bằng hai lần điện áp pha: $V_{ng.max} = 2V_P$
- Đây chính là nhược điểm của sơ đồ này. Khi thực hiện mạch cần chú ý chọn các van có điện áp ngược phải lớn hơn hai lần giá trị biên độ điện áp để chỉnh lưu.
- Để giảm độ nhấp nhô của sóng chỉnh lưu người ta sử dụng tụ lọc nguồn mắc song song với tải. Tụ sẽ nạp, xả giữa hai đỉnh điện áp chỉnh lưu làm phẳng đường cong điện áp qua tải.



Ví dụ 9: Vẽ dạng điện áp ra v_o và tính điện áp ra một chiều V_{DC}

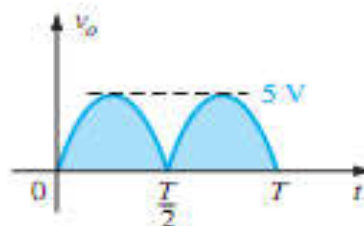


- Trong nửa bán kì dương của điện áp đầu vào

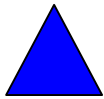


$$V_{o_{max}} = \frac{1}{2} V_{i_{max}} = \frac{1}{2} (10 \text{ V}) = 5 \text{ V}$$

- Tín hiệu đầu ra



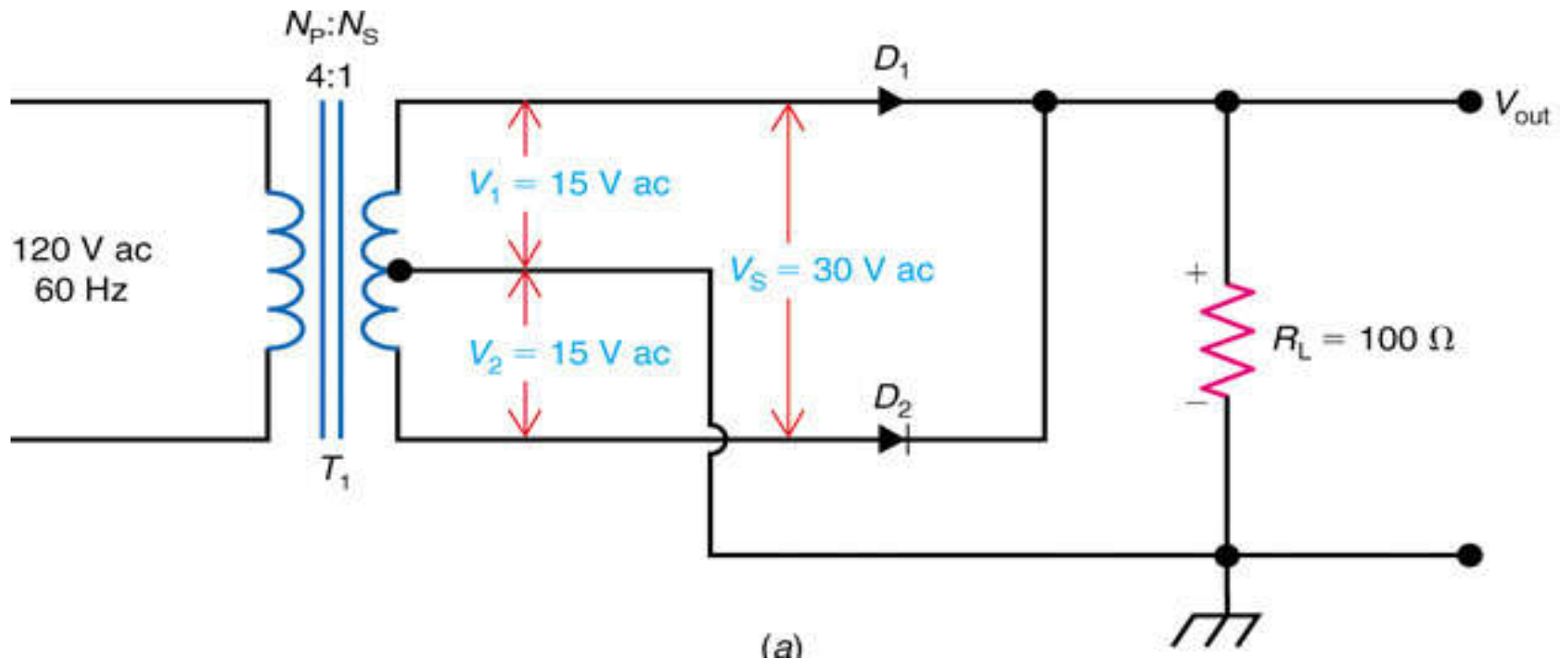
$$V_{DC} = 0,636 V_m = 0,636 \times 5 = 3,18 \text{ V}$$



Ví dụ 10:

a) Tìm V_{DC} ; I_L ; I_{diode}

b) Vẽ dạng sóng ngõ ra (V_{out})



a) Tìm V_{DC} ; I_L ; I_{diode} $V_m = V_{1(peak)} = V_{2(peak)} = \sqrt{2} \cdot \frac{V_s}{2}$

$$= 1.414 \times 15V = 21.21V$$

$$V_{out(peak)} = (V_m - V_k) = 21.21 - 0.7 = 20.51V$$

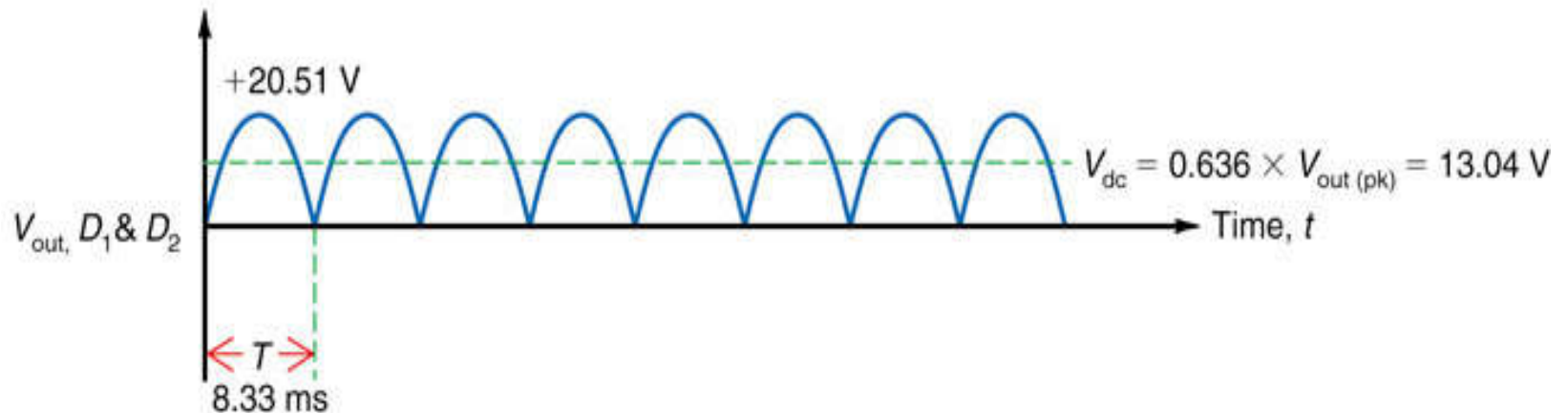
$$V_{dc} = 0.636 \times V_{out(peak)}$$

$$= 0.636 \times 20.51V = 13.04V$$

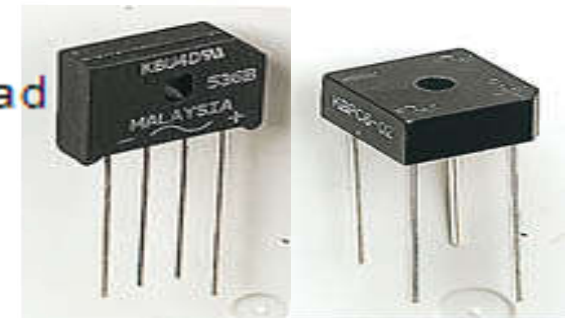
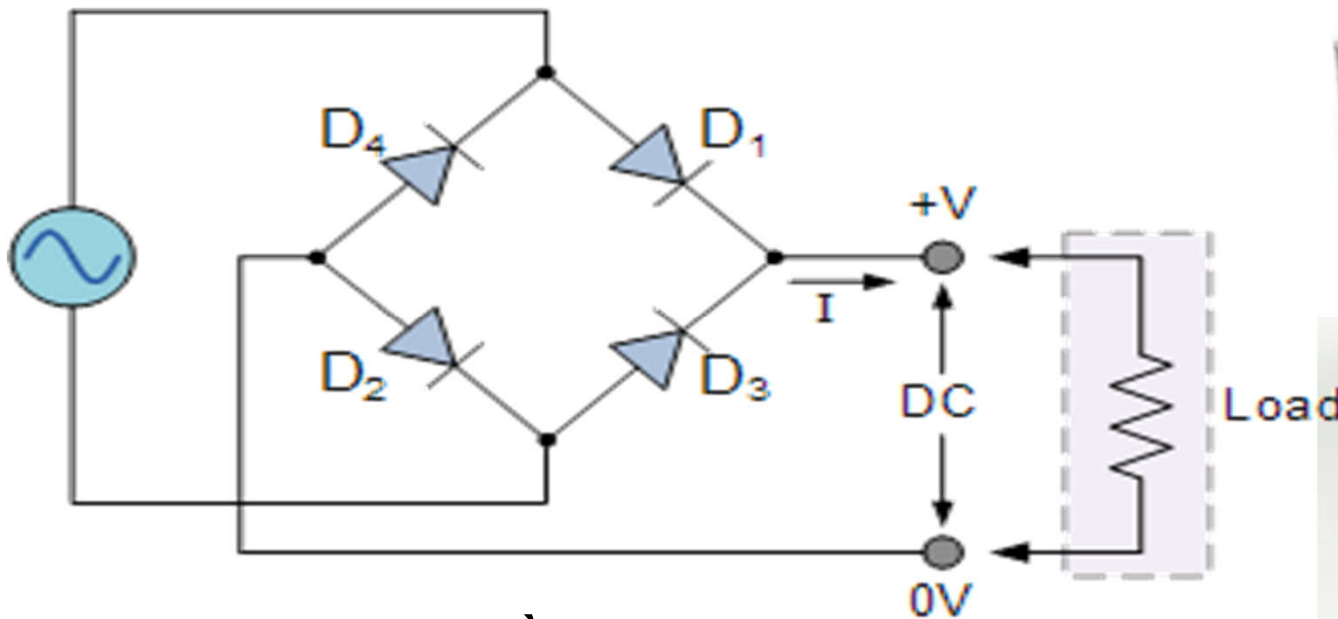
$$\Rightarrow I_L = \frac{V_{dc}}{R_L} = 130.4mA$$

$$\Rightarrow I_{diode} = \frac{I_L}{2} = 65.2mA$$

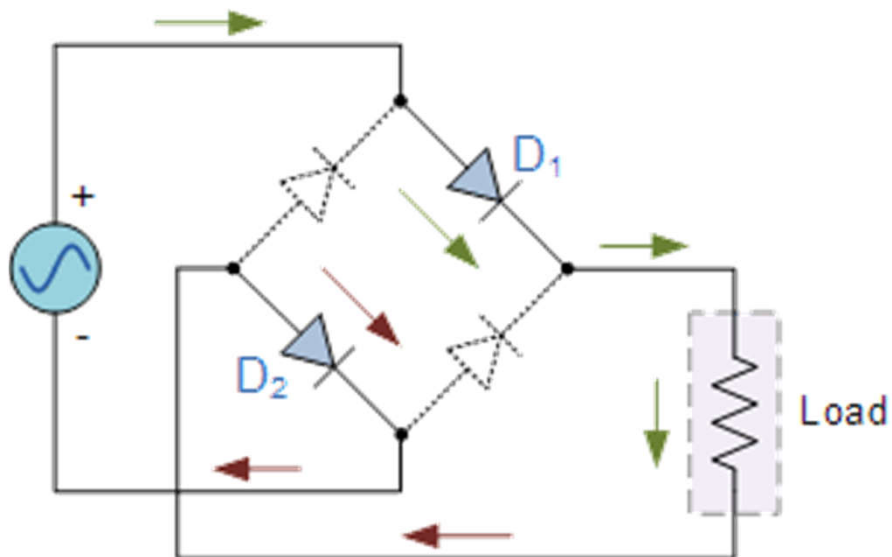
b) Vẽ dạng sóng ngõ ra (V_{out})



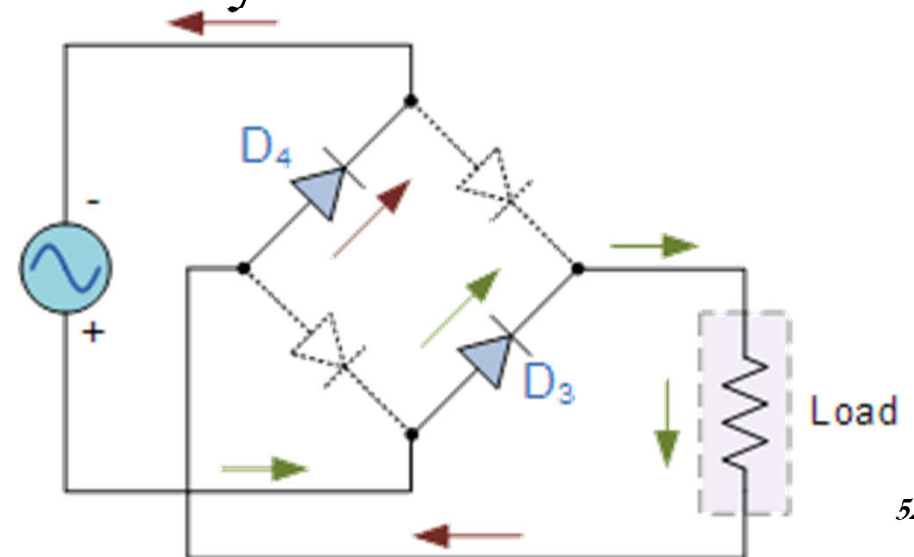
3. Mạch chỉnh lưu cầu Diod



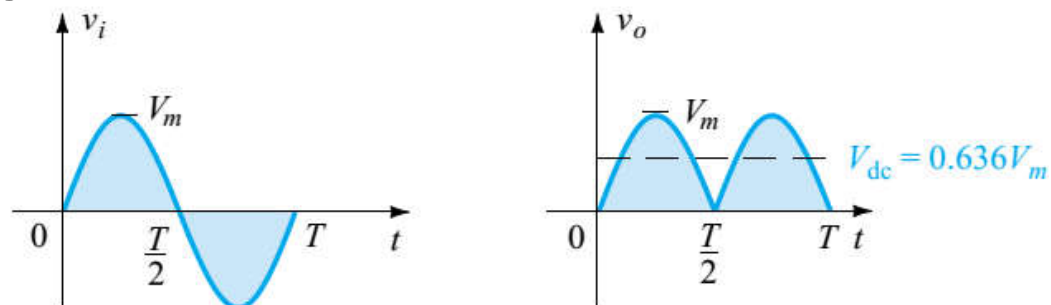
- Nửa chu kỳ đầu



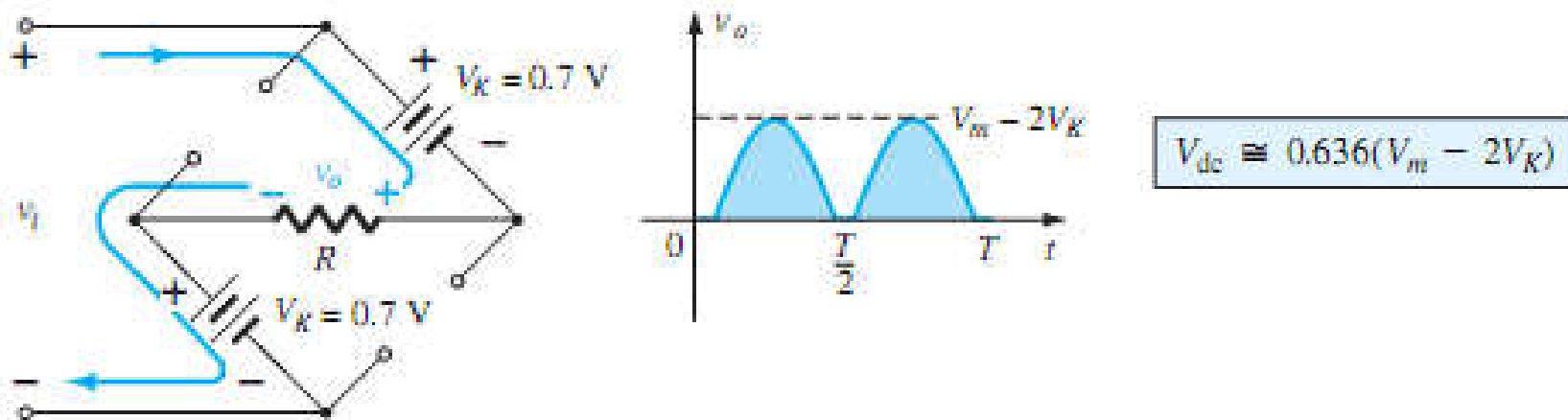
- Nửa chu kỳ sau



Đối với diode lí tưởng



Đối với diode thực





Ví dụ 11:

a) Tìm V_{DC} ; I_L ; I_{diode}

$$V_m = \sqrt{2}V$$

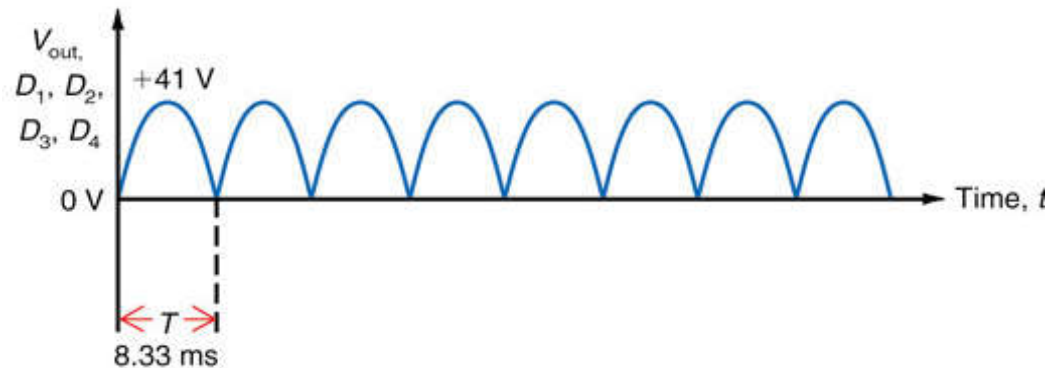
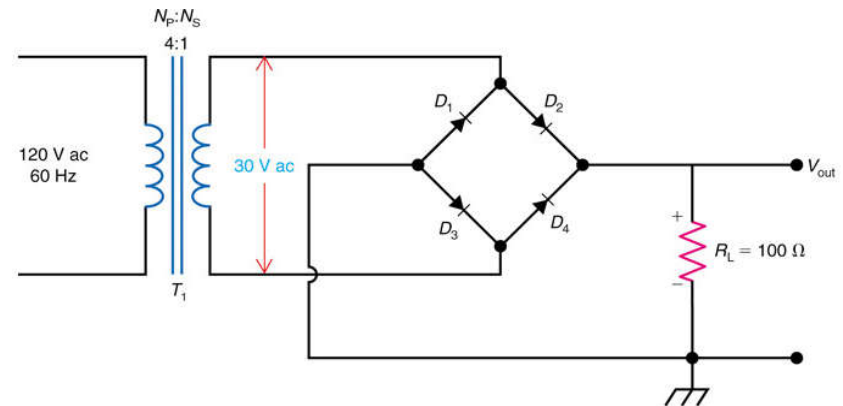
$$= 1,414 \times 30V = 42,42V$$

$$V_o = (V_m - 2V_k) = 42,42 - 1,4 = 41,02 V$$

$$V_{dc} = 0.636 \times V_o = 0,636 \times 41,02V = 26,08V$$

$$\Rightarrow I_L = \frac{V_{dc}}{R_L} = 260.8mA$$

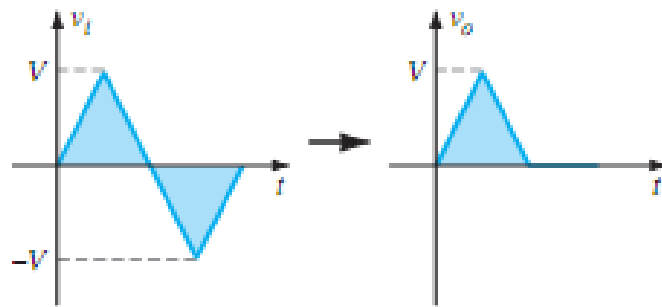
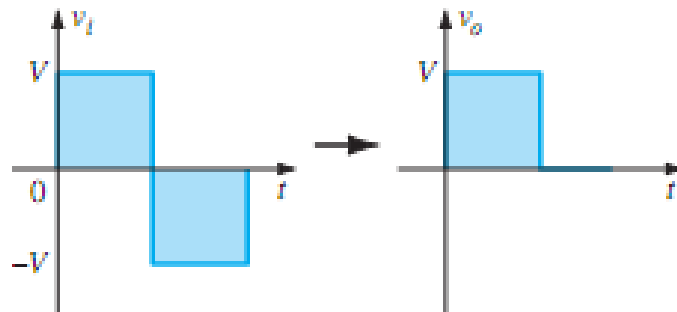
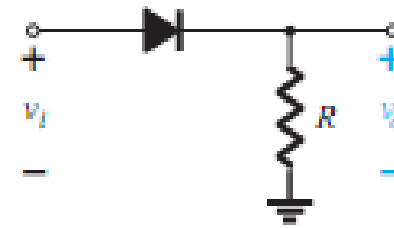
$$b) \text{ Vẽ dạng sóng ngõ ra } (V_{out}) \Rightarrow I_{diode} = \frac{I_L}{2} = 130.4mA$$



4. Mạch xén (mạch cắt/ clipper)

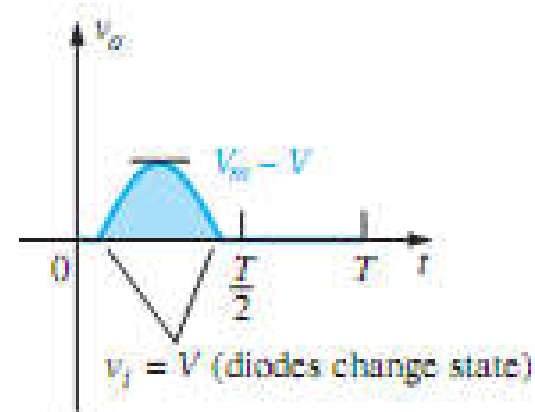
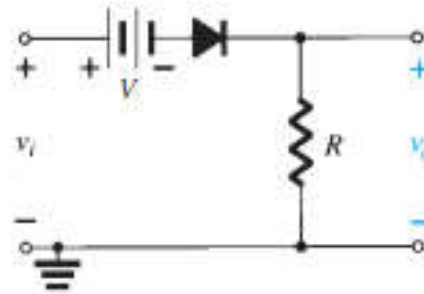
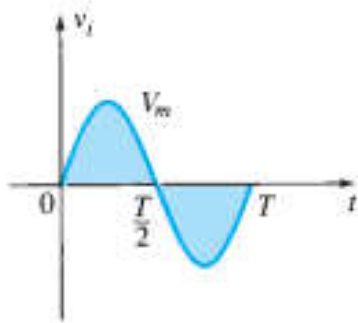
Mạch này dùng để cắt một phần tín hiệu xoay chiều. Tùy vào sự định hướng của diode một phần dương hay âm của tín hiệu sẽ được cắt bớt. Mạch chỉnh lưu nửa sóng là một thí dụ đơn giản về mạch cắt.

a) Mạch cắt nối tiếp

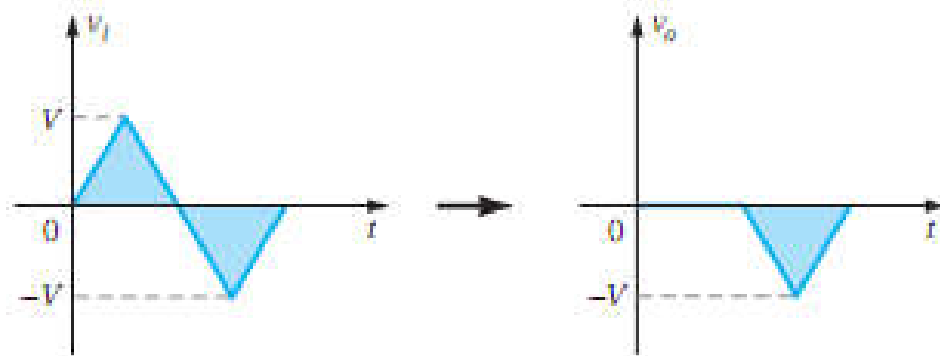
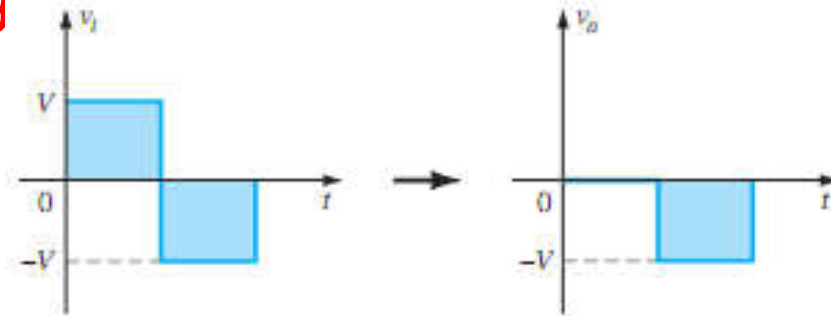
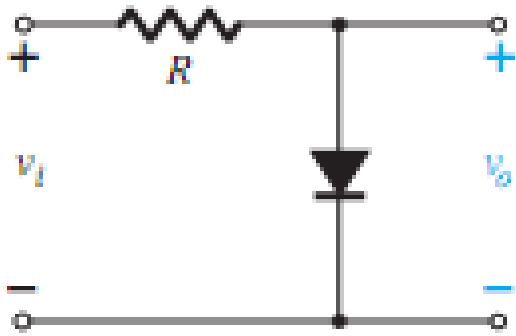


a) Mạch cắt nối tiếp

Bây giờ nếu ta mắc thêm một nguồn điện thế một chiều V nối tiếp với diode. Nếu tín hiệu vào $v_i(t)$ có dạng hình sin với điện thế đỉnh là V_m thì ngõ ra sẽ có dạng như hình vẽ với điện thế đỉnh $V_m - V$ tức $V_0 = V_m - V$ (coi diode lý tưởng)

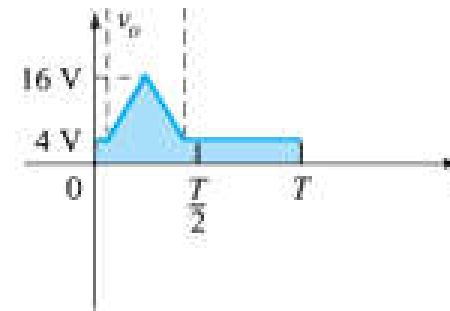
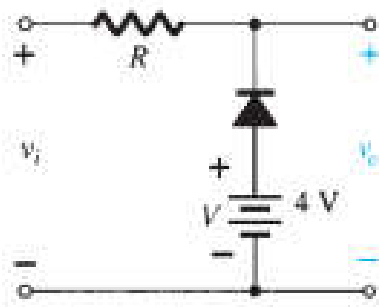
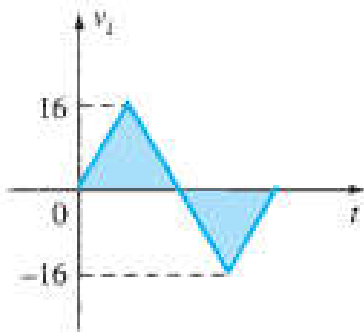


b) Mạch cắt song song

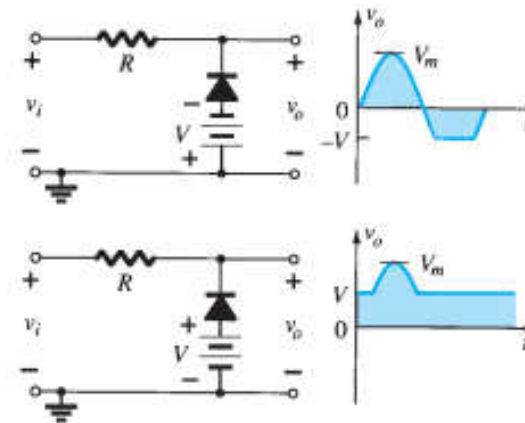
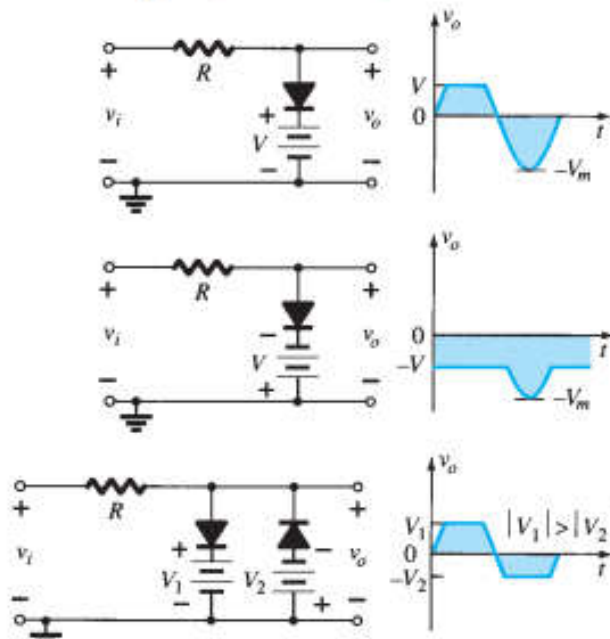




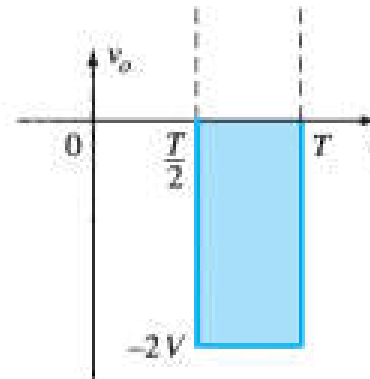
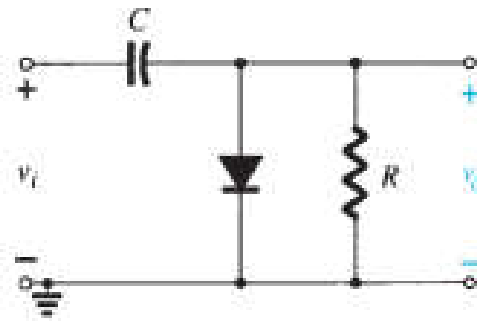
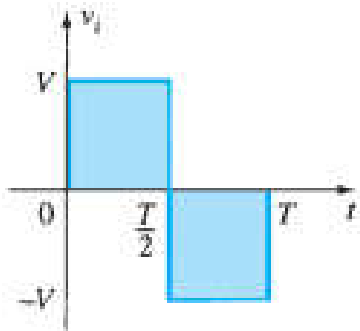
c) Mạch cắt phân cực



Biased Parallel Clippers (Ideal Diodes)

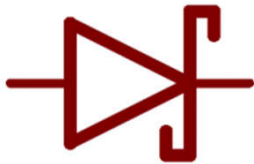


Mạch ghim điện áp (mạch clamper)



1.3.4. Diode Zener

Diode Zener cũng được cấu tạo từ một chuyển tiếp P-N, nhưng khác với diode thông thường là các bán dẫn P và N là loại pha tạp nhiều; do đó các loại hạt tải điện trong chúng cao hơn nhiều lần và điều đó dẫn tới bề dày miền chuyển tiếp mỏng hơn so với diode thường.

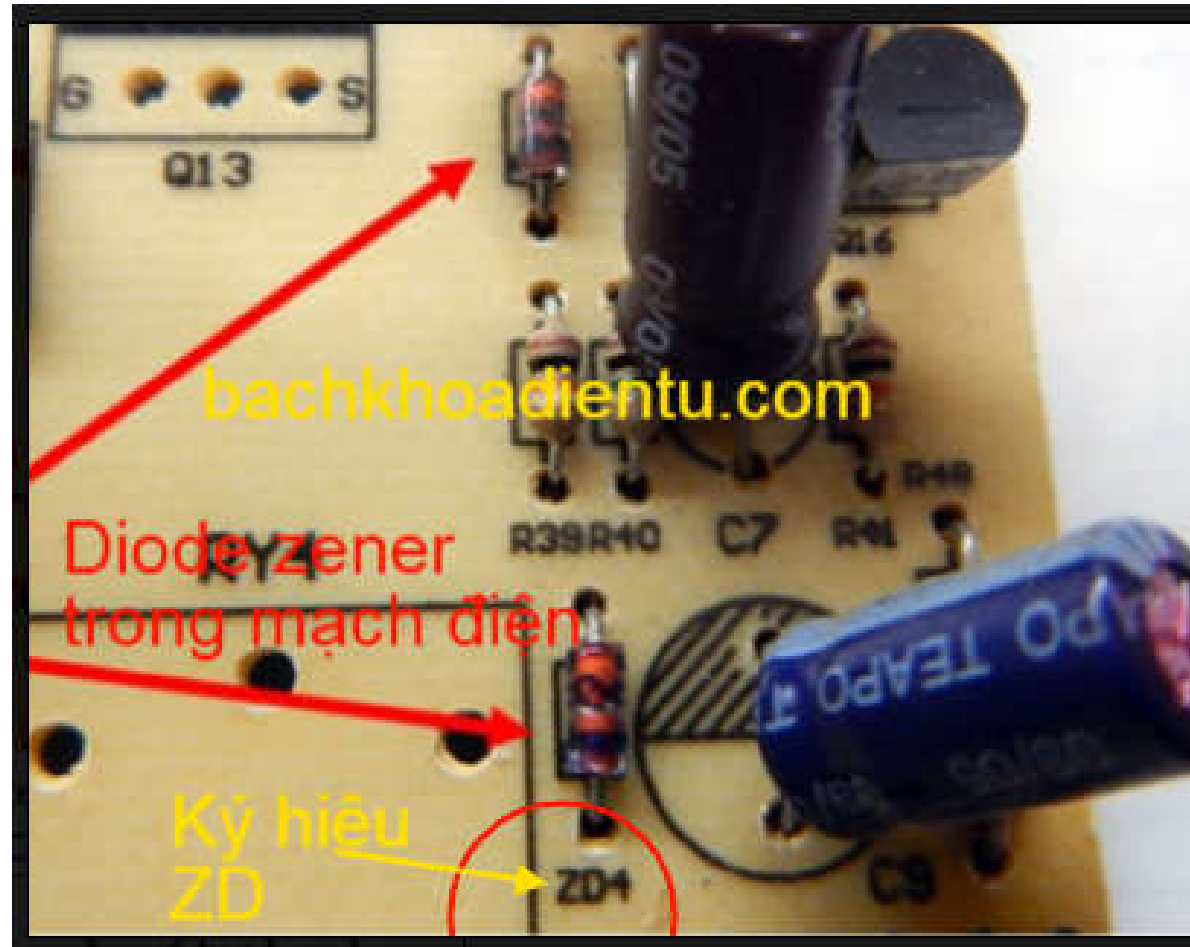


Kí hiệu diode Zener



Hình dạng diode Zener

1.3.4. Diode Zener



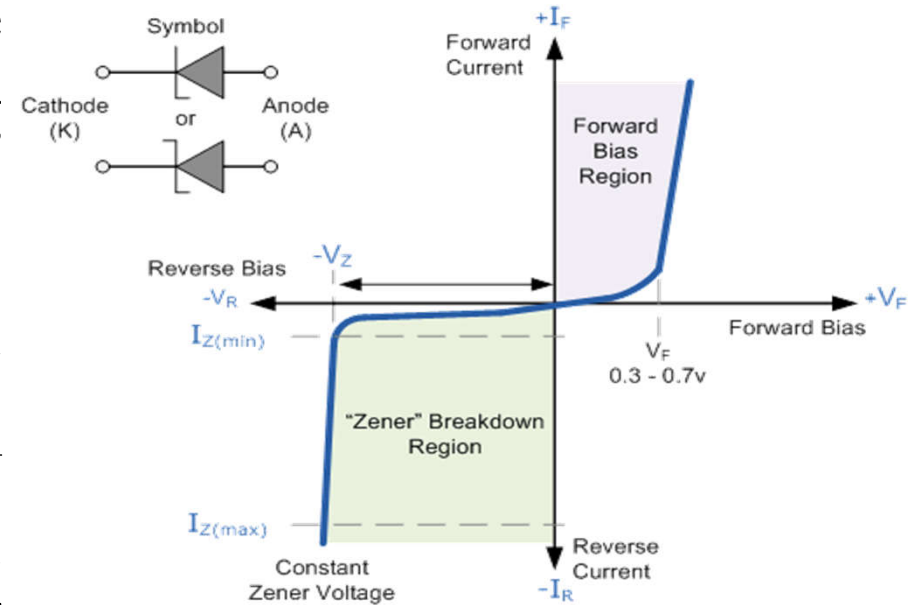
Trong mạch điện diode Zener thường được kí hiệu DZ; DW; ZD; WD

Đặc tính I-V

- Khi phân cực thuận diode Zener hoạt động giống diode chỉnh lưu.

- Khi đặt một điện áp ngược lên diode zener và nếu điện áp này lớn hơn điện áp V_Z của nó thì nó cho phép dòng điện ngược đi qua

- Khi điện áp đầu vào tiếp tục tăng thì dòng điện ngược này cũng tăng theo cùng, tuy nhiên thì điện áp giữa hai đầu diode zener lại ổn định bằng điện áp V_Z . Chính vì lý do đó nó được gọi là diode ổn áp. Vùng làm việc ổn định của Zener nằm giữa I_{Zmin} và I_{Zmax}



Các tham số kỹ thuật cơ bản của Zener:

- Điện áp ổn định V_z : là điện áp phân cực ngược đặt lên diode mà tại đó xảy ra hiện tượng đánh thủng Zener. Đây chính là điện áp ổn định của Zener mà nó được ứng dụng vào mục đích ổn áp.
- Dòng điện cực đại $I_{z\max}$: là dòng lớn nhất cho phép Zener làm việc ổn định

$$I_{z\max} = \frac{P_{\max}}{V_z}$$

P_{\max} là công suất tiêu tán cho phép lớn nhất

- Dòng điện cực tiểu $I_{z\min}$: là dòng nhỏ nhất cho phép Zener làm việc ổn định

Các tham số kỹ thuật cơ bản của Zener:

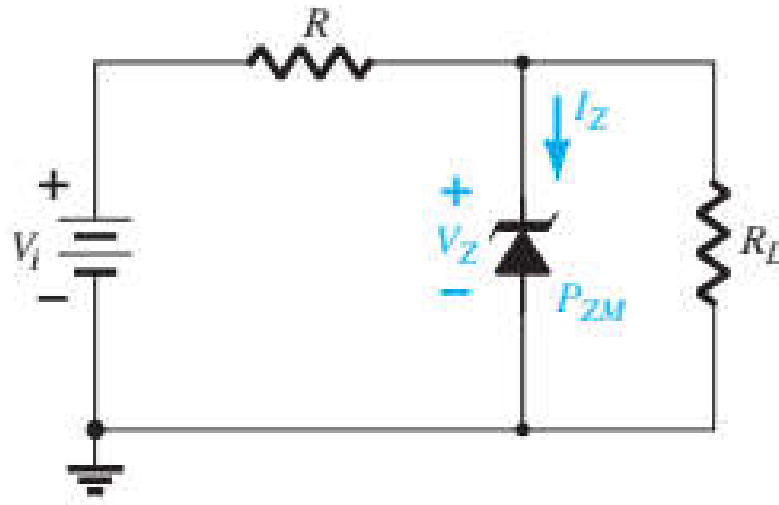
- Điện trở động r_z : chính là độ dốc của đặc tuyến tại điểm làm việc

$$r_z = \frac{dV_z}{dI_z}$$

- Điện trở tĩnh R_z : $R_z = \frac{V_z}{I_z}$

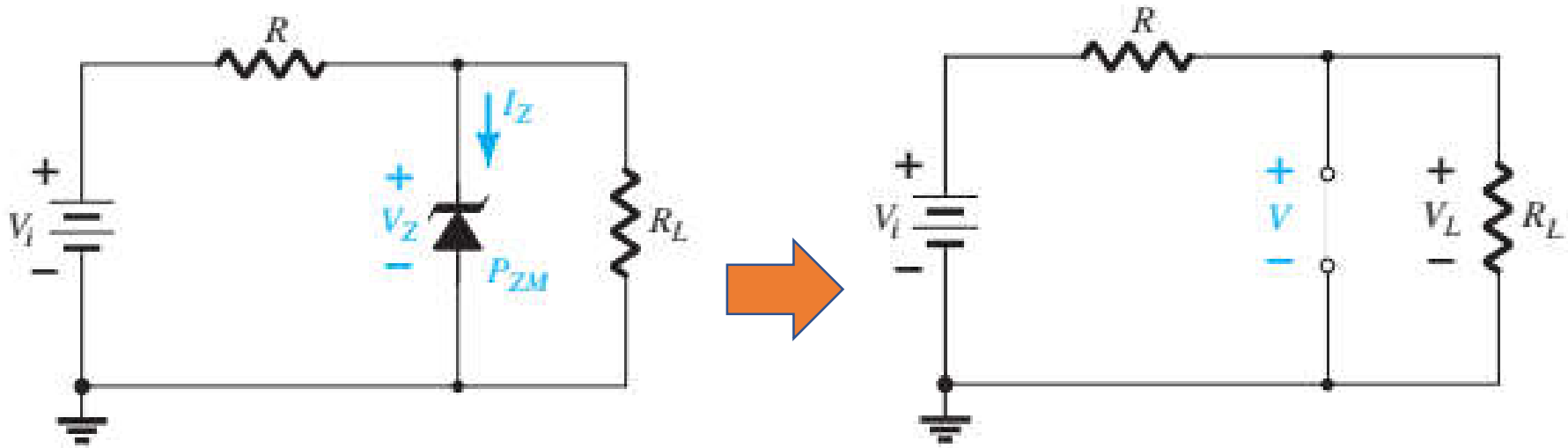
Ứng dụng của Zener:

Diode Zener được sử dụng để làm các phần tử ổn áp trong các mạch nguồn một chiều. Để sử dụng Zener ta mắc mạch phân cực ngược cho diode qua một điện trở hạn dòng R



Xác định trạng thái của diode:

Bước 1: hở mạch diode Zener

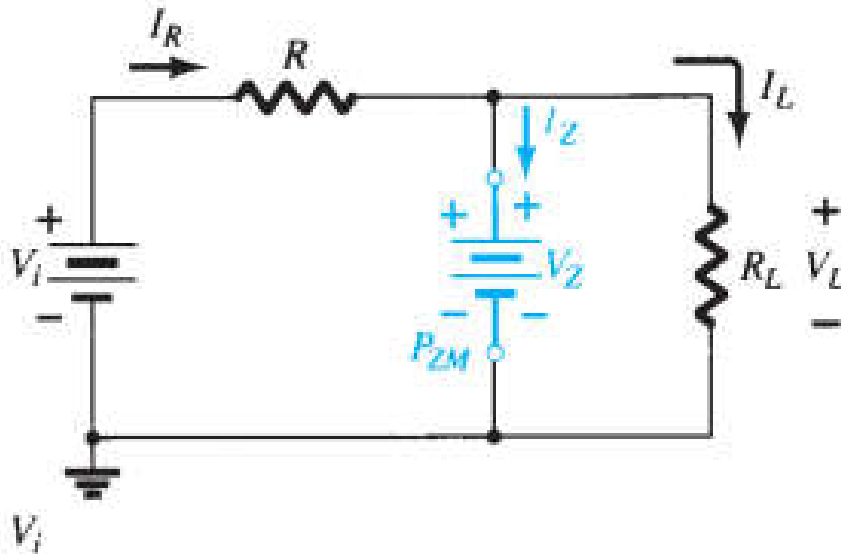


Áp dụng quy tắc phân áp tính điện áp V của mạch hở:

$$V = \frac{R_L V_i}{R + R_L}$$

Xác định trạng thái của diode:

- $V < V_z$: Zener ngưng dẫn: $V_L = V$; $I_z = 0$; $P_z = 0$
- $V \geq V_z$: Zener dẫn: $V_L = V_z$
Trạng thái “bật” của Zener



$$I_z = I_R - I_L$$

$$P_z = I_z V_z$$

Ví dụ: Cho mạch Diode Zener như hình vẽ. Xác định V_L ; V_R ; I_Z ; P_Z

Hướng dẫn giải

Hở mạch diode Zener. Vẽ lại mạch như hình bên

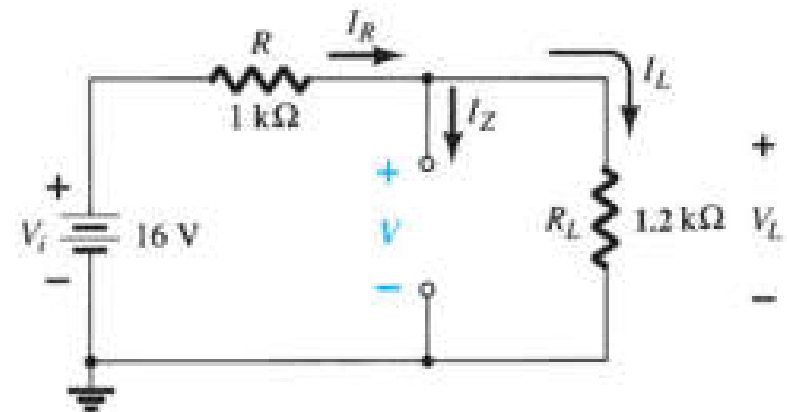
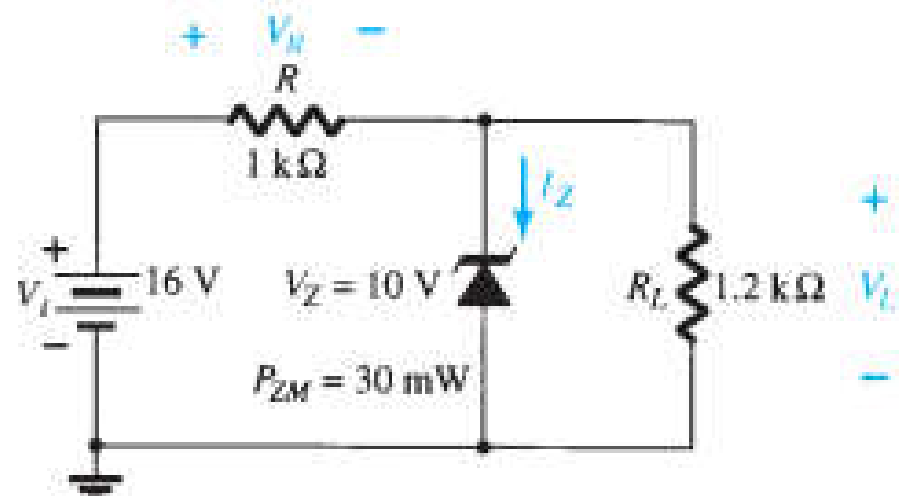
$$V = \frac{R_L V_i}{R + R_L} = \frac{1,2 \cdot 16}{1,2 + 1} = 8,73V$$

$V < V_Z$ Suy ra diode Zener ngưng dẫn.

$$V_L = V = 8,73V$$

$$V_R = V_i - V_L = 16 - 8,73 = 7,27V$$

$$I_Z = 0; P_Z = 0$$



Ví dụ: Cho mạch Diode Zener như hình vẽ. Xác định V_L ; V_R ; I_Z ; P_Z

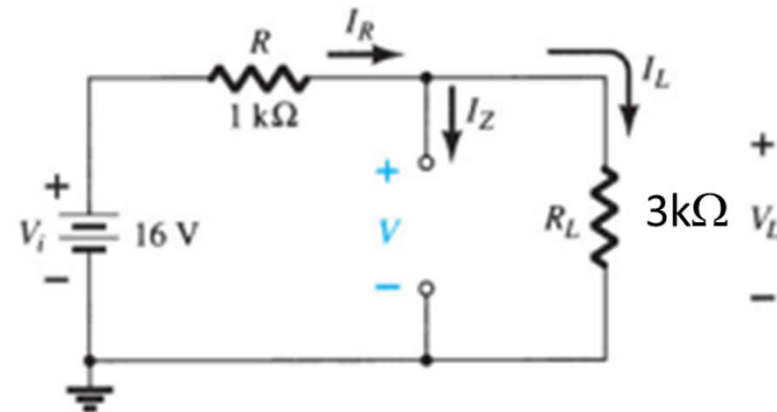
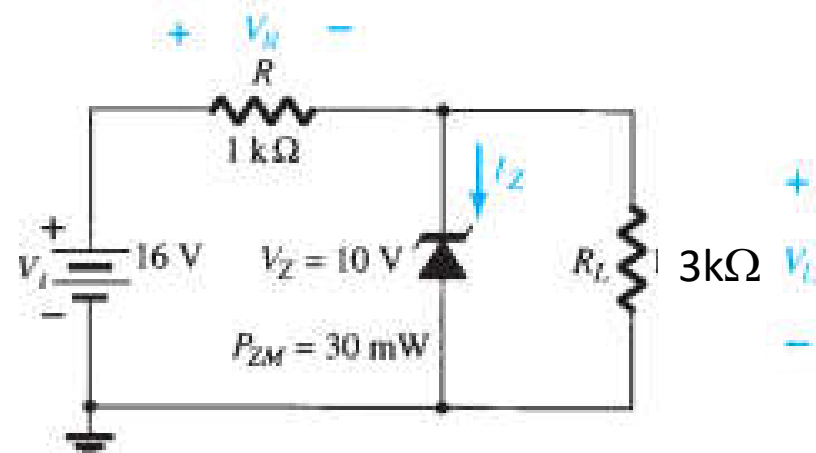
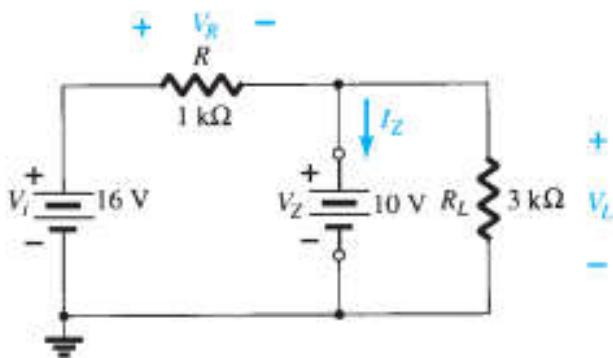
Hướng dẫn giải

Hở mạch diode Zener. Vẽ lại mạch như hình bên

$$V = \frac{R_L V_i}{R + R_L} = \frac{3 \cdot 16}{3 + 1} = 12V$$

$V > V_z$ Suy ra diode Zener dẫn.

$$V_L = V_z = 10V$$



$$V_R = V_i - V_L = 16 - 10 = 6V$$

$$I_L = \frac{V_L}{Z_L} = \frac{10}{3} = 3,33mA$$

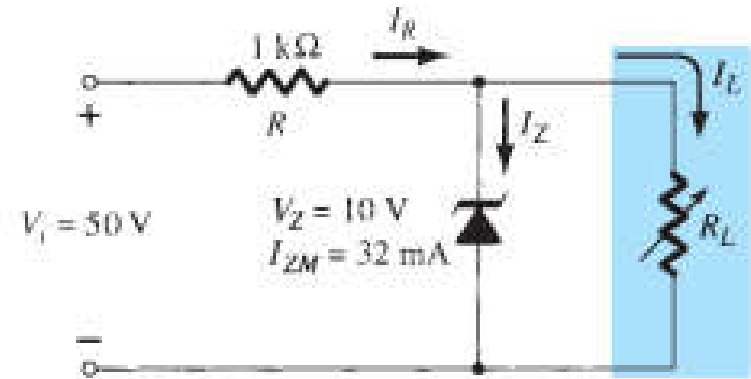
$$I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{6}{1} = 6mA$$

$$I_Z = I_R - I_L = 6 - 3,33 = 2,67mA$$

$$P_Z = V_z I_Z = 10 \cdot 2,67 = 26,7mW$$

Điện áp đầu vào không đổi. Tìm phạm vi thay đổi của tải R_L để có điện áp ổn định trên tải

Ví dụ: Cho mạch diode Zener như hình vẽ. Xác định phạm vi thay đổi cho phép của R_L sao cho điện áp trên tải luôn ổn định ở mức 10V



■ Giá trị nhỏ nhất của tải
$$V = V_i \frac{R_L}{R + R_L} \Rightarrow R_L = R \frac{V}{V_i - V}$$

Zener dẫn: $V = V_z \Rightarrow R_{L\min} = R \frac{V_z}{V_i - V_z} = 1000 \frac{10}{50 - 10} = 250\Omega$

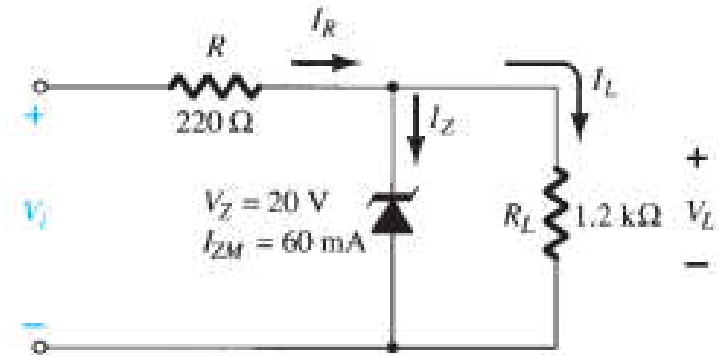
■ Giá trị lớn nhất của tải
$$I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{V_i - V_z}{R_s} = \frac{(50 - 10)V}{1k\Omega} = 40mA$$

$$I_R = I_z + I_L \Rightarrow I_R = I_{z\max} + I_{L\min}$$

$$\Rightarrow I_{L\min} = I_R - I_{z\max} = 40mA - 32mA = 8mA$$

$$R_{L\max} = \frac{V_z}{I_{L\min}} = \frac{10V}{10mA} = 1k\Omega$$

Tải R_L không đổi. Tìm phạm vi thay đổi của điện áp đầu vào V_i để có điện áp ổn định trên tải



$$V = V_i \frac{R_L}{R + R_L} \Rightarrow V_i = V \frac{R_L + R}{R_L}$$

- Giá trị nhỏ nhất của điện áp đầu vào V_i để Zener dẫn:

$$V_{i \min} = V_z \frac{R + R_L}{R_L} = 20 \frac{1200 + 220}{1200} = 23,67V$$

- Giá trị lớn nhất của điện áp đầu vào $I_L = \frac{V_z}{R_L} = \frac{20V}{1,2k\Omega} = 16,67mA$

$$I_R = I_z + I_L \Rightarrow I_{Rmax} = I_{z \max} + I_L = 60 + 16,67 = 76,67mA$$

$$V_i = I_R R + V_z \Rightarrow V_{imax} = I_{Rmax} R + V_z = (76,67mA)(0,22k\Omega) + 20V = 36,87V$$

- Phạm vi thay đổi của điện áp đầu vào

$$V_{i \min} \leq V_i \leq V_{imax} \Leftrightarrow 23,67V \leq V_i \leq 36,87V$$

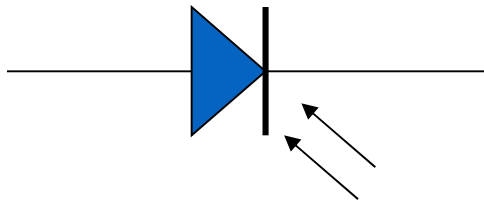
1.3.5. Diode quang (*photo diode*)

- Photo diode có cấu tạo giống D chỉnh lưu nhưng vỏ bọc cách điện có một phần là kính hay thủy tinh trong suốt để nhận ánh sáng bên ngoài chiếu vào mối nối P-N.
- Mối nối P- N phân cực nghịch khi được chiếu sáng vào mặt tiếp giáp sẽ phát sinh hạt tải thiểu số qua mối nối và dòng điện biến đổi một cách tuyến tính với cường độ ánh sáng (lux) chiếu vào nó.

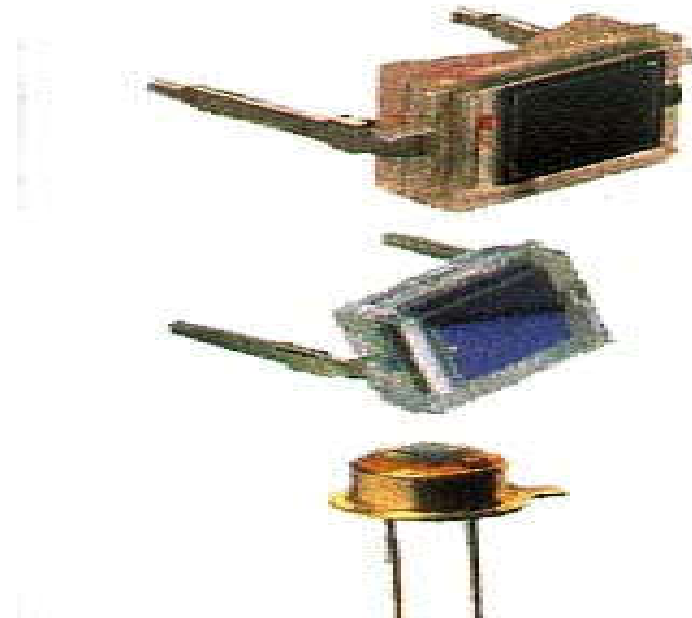
Khi bị che tối: $R_{\text{nghịch}} = \text{vô cực } \Omega$; $R_{\text{thuận}} = \text{rất lớn}$.

Khi chiếu sáng: $R_{\text{nghịch}} 10 \text{ k}\Omega \div 100 \text{ k}\Omega$; $R_{\text{thuận}} =$
vài trăm Ω .

KÝ HIỆU VÀ HÌNH DẠNG CỦA DIODE QUANG



Hình 1



Diode quang thường được dùng trong các hệ thống tự động điều khiển bằng ánh sáng, báo cháy...

1.3.6. Diode phát quang (LED: Light Emitting Diode)

Diode phát quang có cấu tạo gồm một lớp tiếp xúc P-N, Diode phát quang được làm từ các chất Ga – As, Ga – P, Ga As – P, Si – C.

Thông thường dòng điện đi qua vật dẫn điện sẽ sinh ra năng lượng dưới dạng nhiệt. Do đó ở một số chất bán dẫn đặc biệt này khi có dòng điện đi qua thì có hiện tượng bức xạ quang (phát ra ánh sáng).

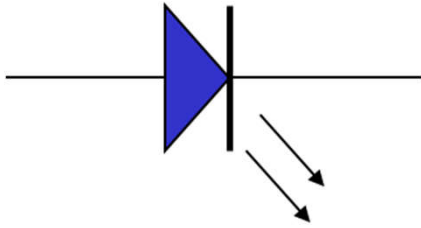
- Diode Ga – As: cho ra ánh sáng hồng ngoại mà mắt nhìn không thấy được.
- Diode Ga As – P: cho ra ánh sáng khả kiến, khi thay đổi hàm lượng photpho sẽ cho ra ánh sáng khác nhau như đỏ, cam, vàng.
- Diode Ga – p pha thêm tạp chất sẽ bức xạ cho ánh sáng. Tùy loại tạp chất mà diode có thể cho ra các màu từ đỏ, cam, vàng, xanh lá cây.
- Diode Si – C khi pha thêm tạp chất sẽ cho ra ánh sáng màu xanh da trời.



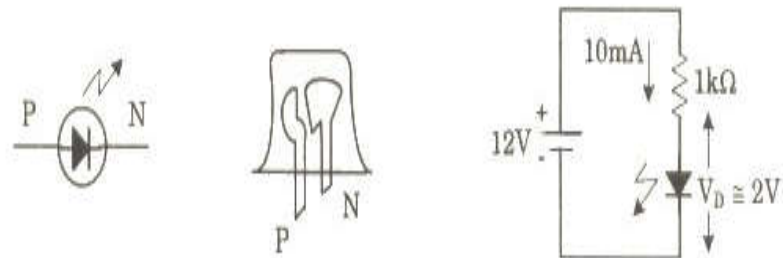
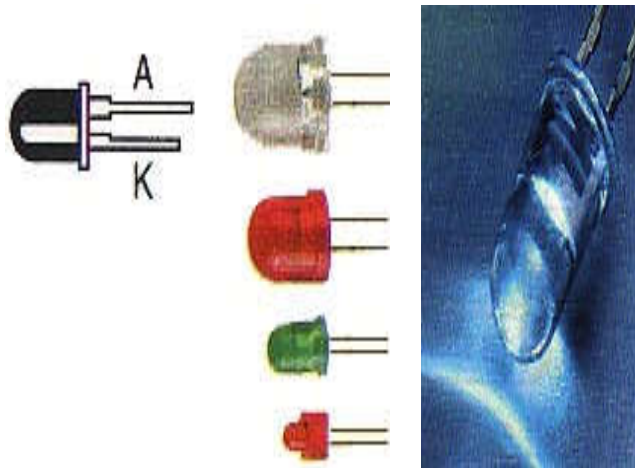
Light Emitting Diode Colours

Đặc điểm LED điển hình			
Vật liệu bán dẫn	Bước sóng	Màu	V _F @ 20mA
GaAs	850-940nm	Hồng ngoại	1.2v
GaAsP	630-660nm	Đỏ	1.8v
GaAsP	605-620nm	Hồ phách	2.0v
GaAsP: N	585-595nm	Màu vàng	2.2v
AlGaP	550-570nm	màu xanh lá	3.5v
SiC	430-505nm	Màu xanh da trời	3.6v
GaN	450nm	trắng	4.0v

KÝ HIỆU VÀ HÌNH DẠNG CỦA DIODE PHÁT QUANG



Hình 1



Hình 5.17: Ký hiệu, hình dáng và ứng dụng của Led

1

- Khi phân cực thuận:

- Led đỏ: $V_D = 1,4V \div 1,8V$

- Led vàng: $V_D = 2V \div 2,5V$

- Led xanh lá: $V_D = 2V \div 2,8V$

Dòng điện qua led: $I_D = 5mA \div 20mA$ (thường chọn 10 mA).

- Led thường được dùng trong các mạch báo hiệu, chỉ thị trạng thái của mạch...

Cấu tạo và nguyên lý làm việc

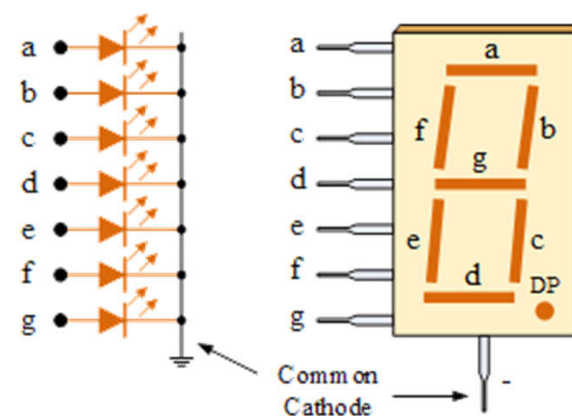
Mỗi đèn led 7 đoạn có chân đưa ra khỏi hộp hình vuông. Mỗi một chân sẽ được gán cho một chữ cái từ a đến g tương ứng với mỗi led. Những chân khác được nối lại với nhau thành một chân chung.

Như vậy bằng cách phân cực thuận (forward biasing) các chân của led theo một thứ tự cụ thể, một số đoạn sẽ sáng và một số đoạn khác không sáng cho phép hiển thị ký tự mong muốn. Điều này cho phép chúng ta hiển thị các số thập phân từ 0 đến 9 trên cùng một led 7 đoạn.

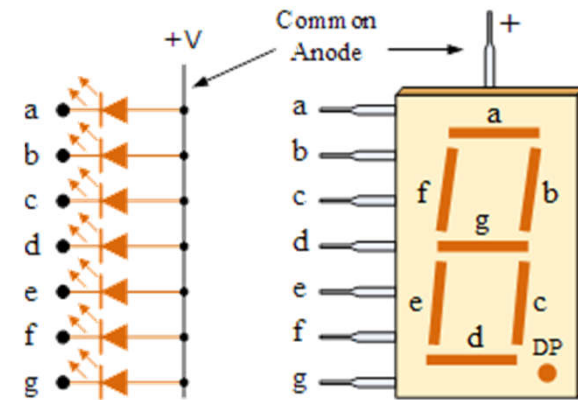
Chân chung được sử dụng để phân loại led 7 đoạn. Vì đèn led có 2 chân, 1 chân là anode và 1 chân là cathode nên có 2 loại led 7 đoạn là cathode chung (CC) và anode chung (CA).

Sự khác nhau giữa 2 loại có thể thấy ngay ở tên gọi của nó. Loại CC là các chân cathode được nối chung với nhau. Còn loại CA là các chân anode được nối chung với nhau. Cách chiếu sáng mỗi loại như sau:

Loại CC (common cathode): Tất cả các chân cathode được nối với nhau và nối đất, hay logic là 0. Mỗi phân đoạn được chiếu sáng bằng cách sử dụng điện trở đặt tín hiệu logic 1 (hay mức cao) để phân cực thuận từng cực anode (từ a đến g) .

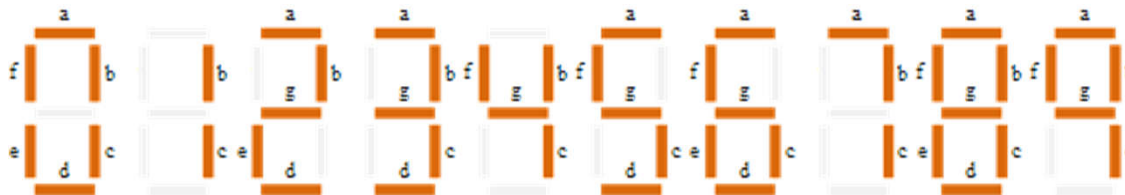


Loại CA (common anode): Tất cả các chân anode được nối với nhau với logic là 1. Mỗi phân đoạn được chiếu sáng bằng cách sử dụng điện trở tín hiệu logic 0 (hay low) vào các cực cathode (từ a đến g) .



Nói chung loại CA phổ biến hơn trong 2 loại. Loại CA không thay thế được cho loại CC trong mạch điện, và ngược lại vì cách nối đèn led bị đảo ngược.

Tùy vào chữ số thập phân nào được hiển thị mà một bộ đèn led cụ thể sẽ được phân cực thuận. Ví dụ để hiển thị chữ số 0, cần phải chiếu sáng 6 đoạn tương ứng là a, b, c, d, e và f. Như vậy các số từ 0 đến 9 có thể hiển thị bằng 1 led 7 đoạn như hình bên dưới.

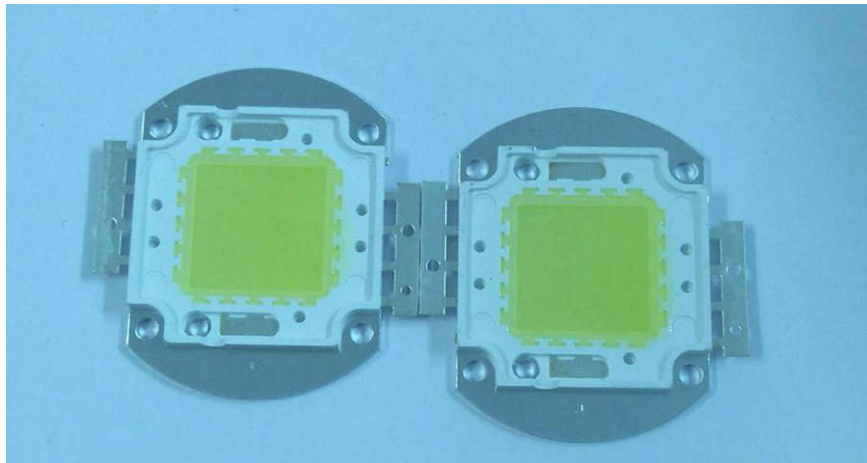




LED matrix rgb 8x8 là một đèn LED màu 8X8 Matrix RGB đầy đủ, nó có 64 Red, 64 Green, và 64 đèn LED riêng lẻ Xanh được tích hợp trong mạch anode chung

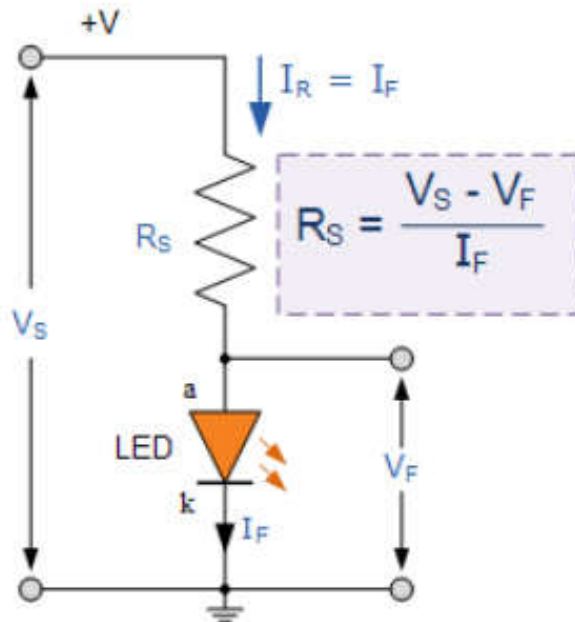
LED matrix rgb 8x8 có dòng hoạt động thấp, độ tương phản màu sắc và tính đồng nhất tốt.

LED MATRIX RGB 8X8 2088DEG

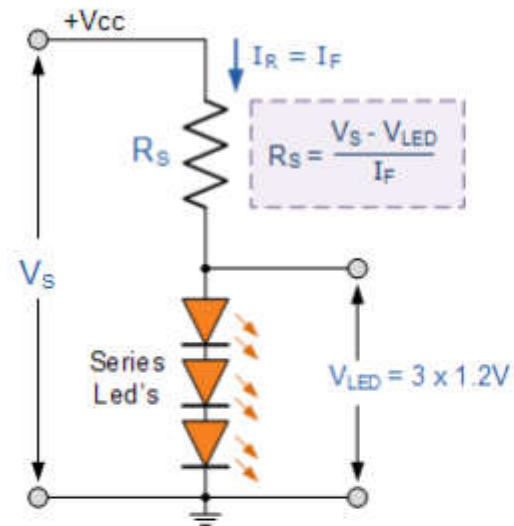


Led siêu sáng trắng 50W có ánh sáng vàng ấm, hoạt động ở điện áp 12V. Led siêu sáng trắng có **công suất 50w**, hiệu suất phát quang lớn, tỏa nhiệt tốt.

TÍNH ĐIỆN TRỞ HẠN DÒNG CHO LED



$$R_S = \frac{V_S - V_F}{I_F} = \frac{5\text{v} - 2\text{v}}{10\text{mA}} = \frac{3}{10 \times 10^{-3}} = 300\Omega$$



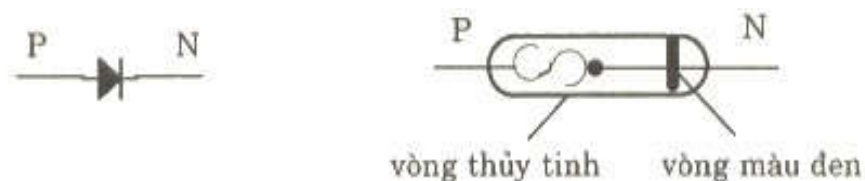
$$V_{LED} = 3 \times 1.2\text{volts} = 3 \times 1.2\text{v} = 3.6\text{v}$$

$$R_S = V_S - V_{LED} = 5 - 3.6 = 1.4\text{volts}$$

$$\therefore R_S = \frac{1.4\text{v}}{10\text{mA}} = 140\Omega$$

1.3.6. Diode tách sóng

- Diode tách sóng là loại diode làm việc với dòng điện xoay chiều có tần số cao, có dòng điện chịu đựng nhỏ (I_{Dmax} = vài chục mA) và điện áp ngược cực đại thấp (V_{Rmax} = vài chục v). Diode tách sóng thường là loại Ge.
- Diode tách sóng ký hiệu như diode thường nhưng vỏ cách điện bên ngoài thường là thủy tinh trong suốt.

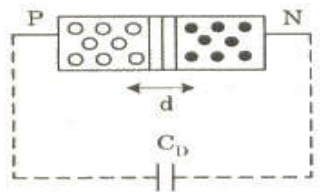


Hình 5.18: Ký hiệu và hình dáng của diod tách sóng

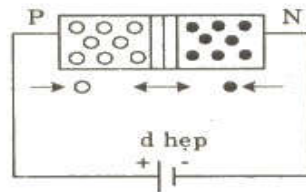
Diode tách sóng thường được dùng trong các mạch cao tần để tách sóng tín hiệu

1.3.7. Diode biến dung

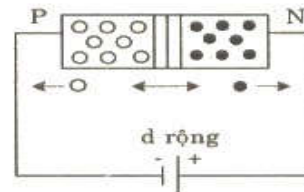
Diode biến dung là loại diode có điện dung thay đổi theo điện áp phân cực.



Hình 5.19a



Hình 5.19b



Hình 5.19c

Điện dung C_D có trị số được tính theo công thức:

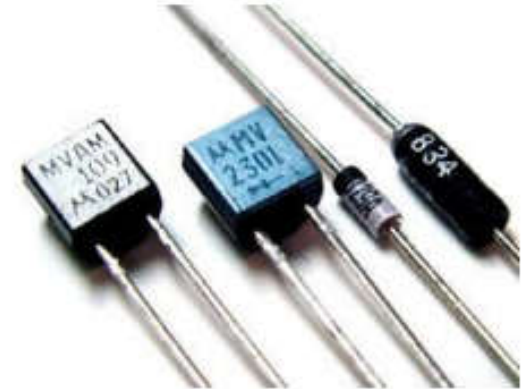
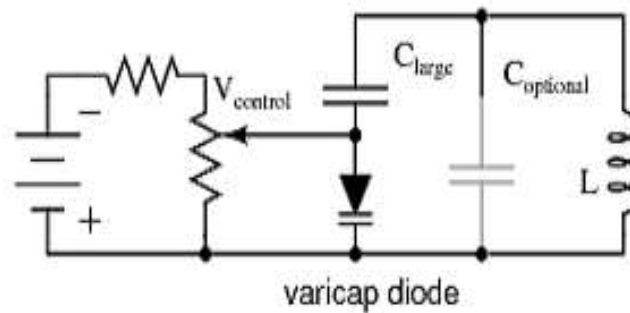
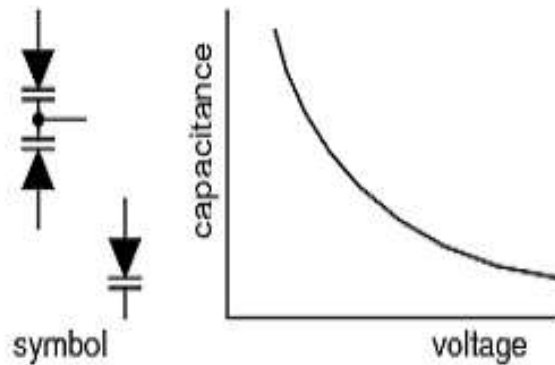
d là bề dày điện môi

ϵ : hằng số điện môi

S : tiết diện mỗi nối

$$C_D = \epsilon \cdot \frac{S}{d}$$

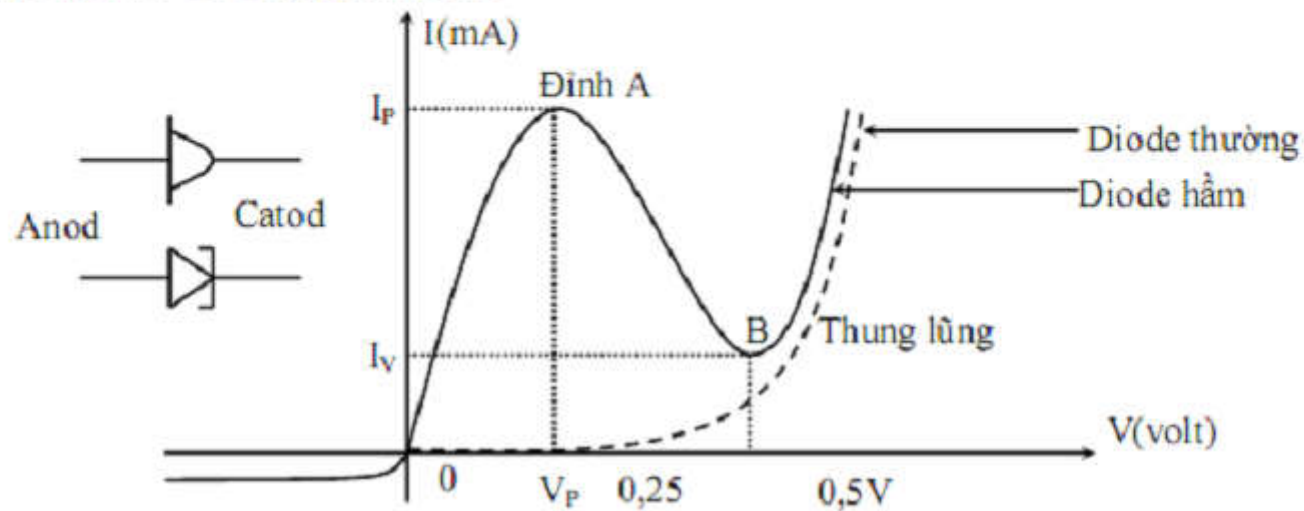
Diode biến dung được sử dụng được sử dụng như một tụ điện biến đổi được để thay đổi tần số của mạch cộng hưởng.



Diode đường hầm (Tunnel)

Được chế tạo lần đầu tiên vào năm 1958 bởi Leo-Esaki nên còn được gọi là diode Esaki. Đây là một loại diode đặc biệt. Diode hầm có nồng độ tạp chất rất lớn (cả vùng P lẫn vùng N).

Đặc tuyến V-I có dạng như sau:



<https://www.bachkhoadientu.com/2017/08/diode-la-gi-ung-dung-cua-diode-trong-thuc-te.html>