

VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY – HCM CITY
UNIVERSITY OF SCIENCE

ĐIỆN TỬ CƠ BẢN



CHƯƠNG II: NỐI PN – CÁC LOẠI DIOD

Presenter: Nguyen Thi Thien Trang

CHƯƠNG II: NỐI PN – CÁC LOẠI DIODE

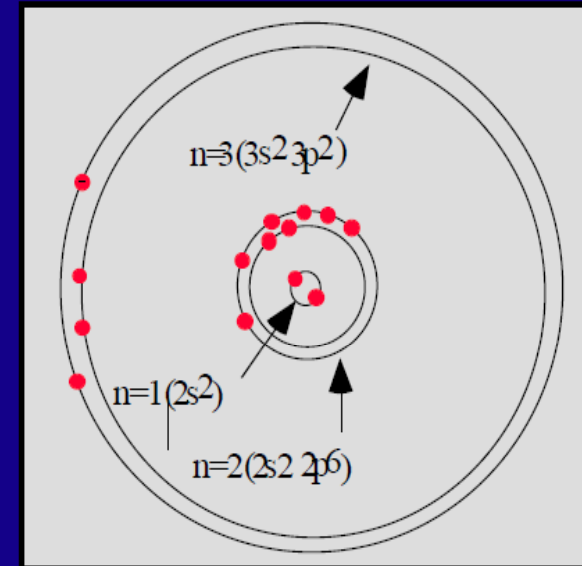
- Chất bán dẫn thuần, chất bán dẫn pha loại n, p
- Cấu tạo nối pn
- Phân cực nối pn
- Đặc tính nối pn
- Điện trở và điện dung nối pn
- Các loại diode



CHẤT BÁN DẪN THUẦN

- Quỹ đạo nguyên tử có với số điện tử $2n^2$.
- Các nguyên tử Si(14), Ge (32) có 4 điện tử vòng ngoài cùng nên tương đối bền.
- Tinh thể Si (hoặc Ge) do các nguyên tử gần nhau có **liên kết cộng hoá trị**, nên mỗi nguyên tử Si xem như có 8 điện tử vòng ngoài cùng nên khá bền, không có trao đổi điện tử với nguyên tử chung quanh, nên xem như không dẫn điện.

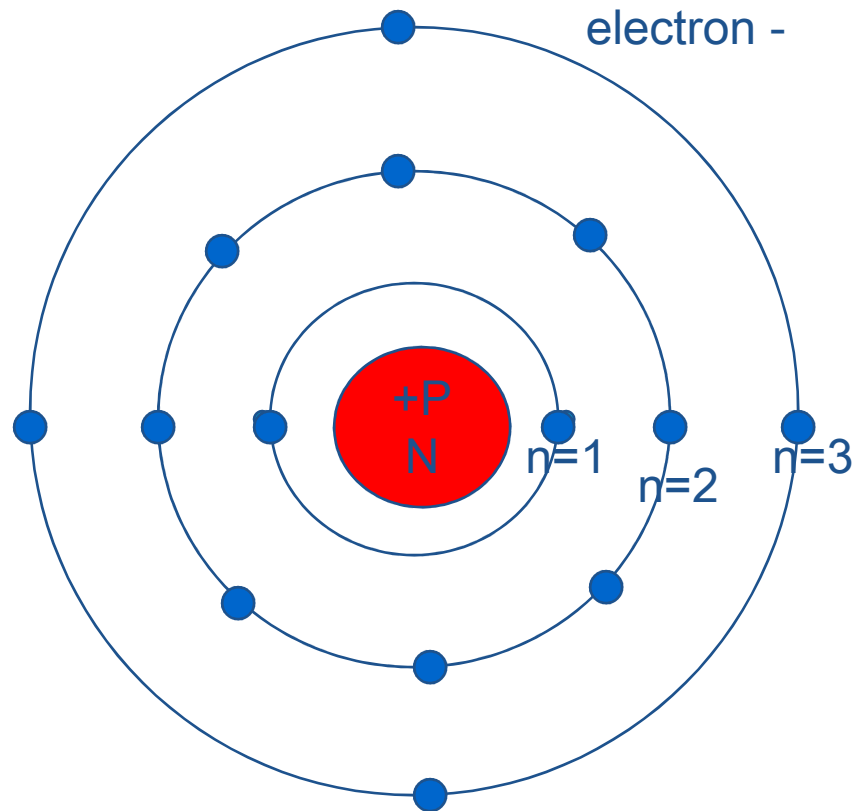
Electronic Configuration Of Si





CHẤT BÁN DẪN THUẦN

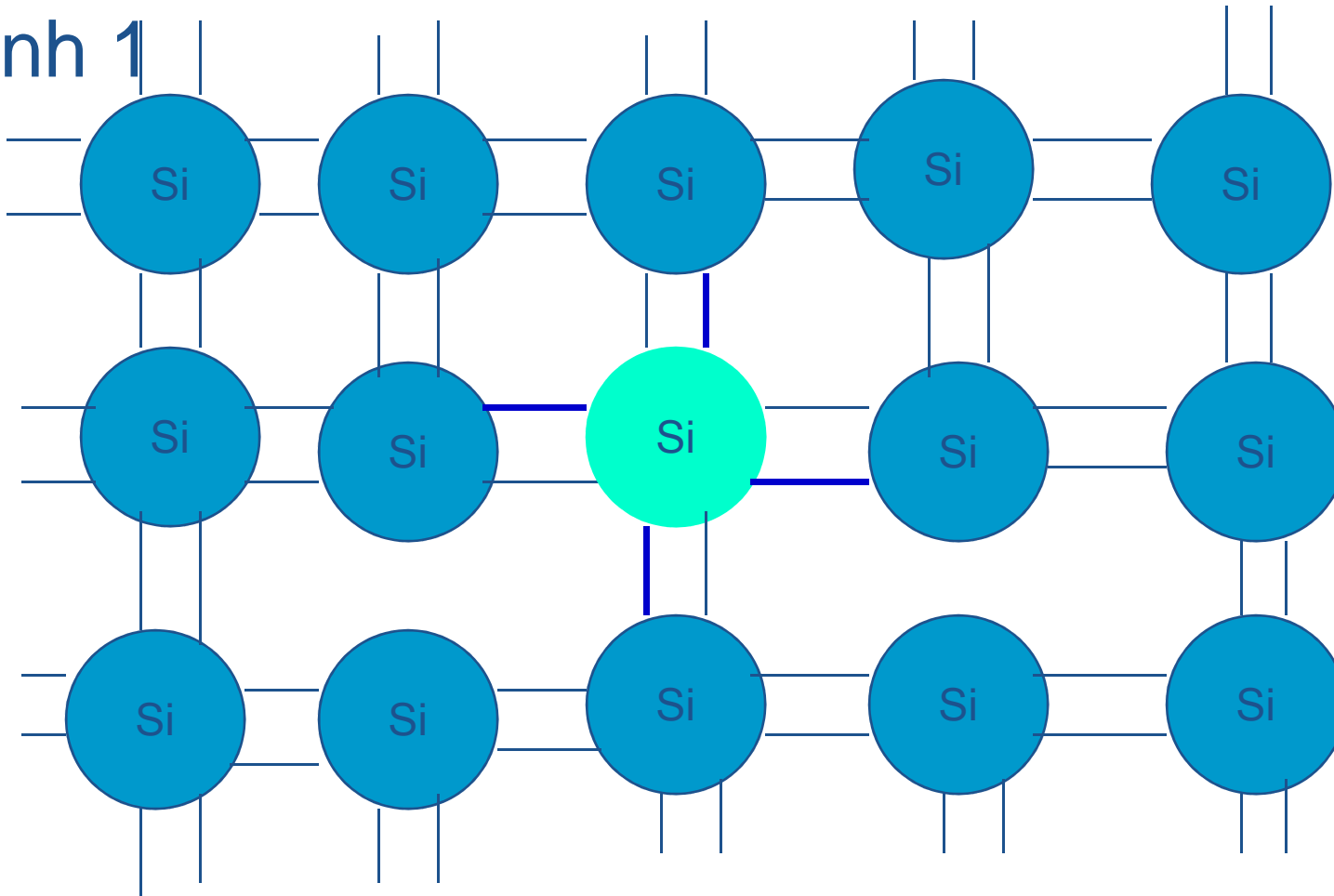
Mẫu nguyên tử Si_{14} (theo BOHR)





CHẤT BÁN DẪN THUẦN

Hình 1



có cấu tạo bền



CHẤT BÁN DẪN THUẦN

- Tuy nhiên, dưới tác dụng nhiệt (hoặc ánh sáng, điện trường...), một số điện tử nhận được năng lượng đủ lớn hơn năng lượng liên kết cộng hoá trị (năng lượng ion hoá 1.12 eV đối với Si và $0,6 \text{ eV}$ đối với Ge) nên có thể bứt khỏi sự ràng buộc nói trên để trở thành điện tử tự do và dễ dàng di chuyển trong mạng tinh thể \rightarrow Si trở nên dẫn điện.
- Khi có 1 điện tử rời khỏi vị trí sẽ để lại tại đó một lỗ trống mang điện tích dương \rightarrow các lỗ trống di chuyển ngược chiều với điện tử tự do.
- Hiện tượng trên được gọi là hiện tượng sinh tạo nhiệt cặp điện tử tự do – lỗ trống.



CHẤT BÁN DẪN THUẦN

- Khi có 1 điện tử đến chiếm chỗ lỗ trống làm chúng trung hòa về điện tích và tái tạo lại nối liên kết cộng hóa trị được gọi là **hiện tượng tái hợp** cặp điện tử – lỗ trống.
- Ở nhiệt độ cố định ta có sự cân bằng giữa hiện tượng sinh tạo và tái hợp cặp điện tử – lỗ trống, hay:

$$n_i = p_i$$

$$n \cdot p = n_i^2$$

- Với: n_i mật độ điện tử tự do trong chất bán dẫn thuần
 p_i mật độ lỗ trống trong chất bán dẫn thuần



CHẤT BÁN DẪN THUẦN

- Lý thuyết bán dẫn cho :

$$n_i^2 = AT^3 \exp(-qE_g / kT)$$

- Trong đó:

A là hằng số tùy thuộc chất bán dẫn

T nhiệt độ tuyệt đối (kelvin) °K bằng t°C + 273°C

E_g năng lượng cần thiết để gây nổi cộng hoá trị

ev = 1,6. 10⁻¹⁹ j

k hằng số Boltzman = 1,38.10⁻²³j/°K = 8,8510⁻⁵ev/°K

q = 1,6.10⁻¹⁹C, điện tích của điện tử .

Ở 300°k, n_i = 1,5.10¹⁰/ cm³ (Si)

= 2,5.10¹⁰/cm³ (Ge)

nhưng rất nhỏ so với mật độ nguyên tử trong mạng tinh thể (= 5.10²²/cm³), nên chất bán dẫn thuần dẫn điện rất yếu.



CHẤT BÁN DẪN PHA

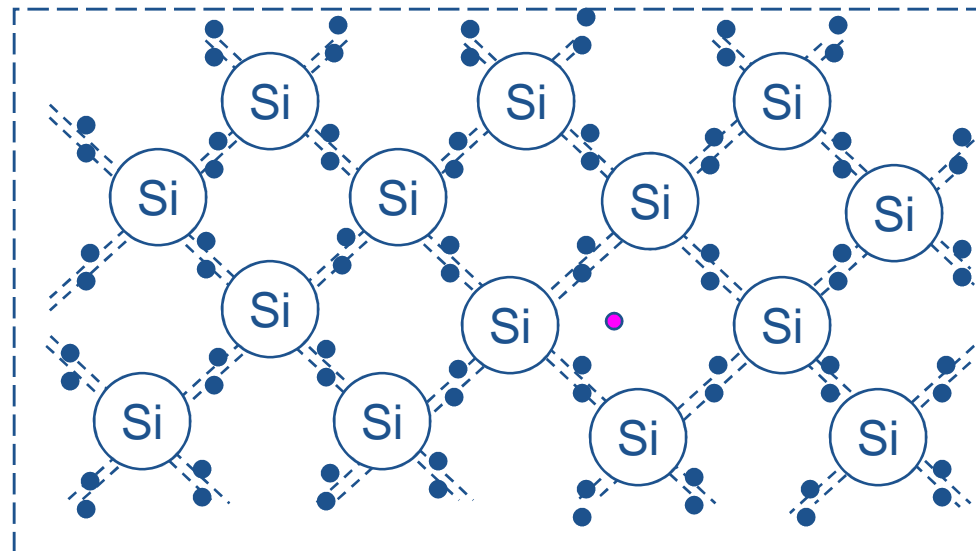
1. Chất bán dẫn loại n

Pha nguyên tử hoá trị 5 (vd P_{15}) vào tinh thể Si:

- P sẽ dùng 4 điện tử vòng ngoài cùng để liên kết cộng hoá trị với 4 điện tử của 4 nguyên tử kế cận
- Còn lại một điện tử thứ 5 vì không liên kết nên dễ dàng di chuyển trong mạng tinh thể \rightarrow điện tử tự do \rightarrow dẫn điện.
- 1 nguyên tử P cho 1 điện tử tự do, pha nhiều nguyên tử P cho nhiều điện tử tự do hơn \rightarrow dòng điện càng mạnh.



CHẤT BÁN DẪN PHA



Loại N hạt tải dẫn điện đa số là các e.



CHẤT BÁN DẪN PHA

Ngoài ra, trong điều kiện nhiệt độ trong phòng, còn có sinh tạo nhiệt cặp điện tử – lỗ trống nhưng với nồng độ rất bé.

Chất bán dẫn loại n có:

Điện tử tự do là hạt tải đa số mật độ n_n ,

Lỗ trống là hạt tải thiểu số, mật độ p_n ,

Nguyên tử P là nguyên tử cho, mật độ N_D ,

Trong điều kiện cân bằng nhiệt động cho:

$$n_n = N_D + p_n \approx N_D.$$

Và:

$$n_n \cdot p_n = n_i^2$$

Mật độ lỗ trống thiểu số trong chất bán dẫn loại n cho bởi:

$$p_n = \frac{n_i^2}{N_D}$$



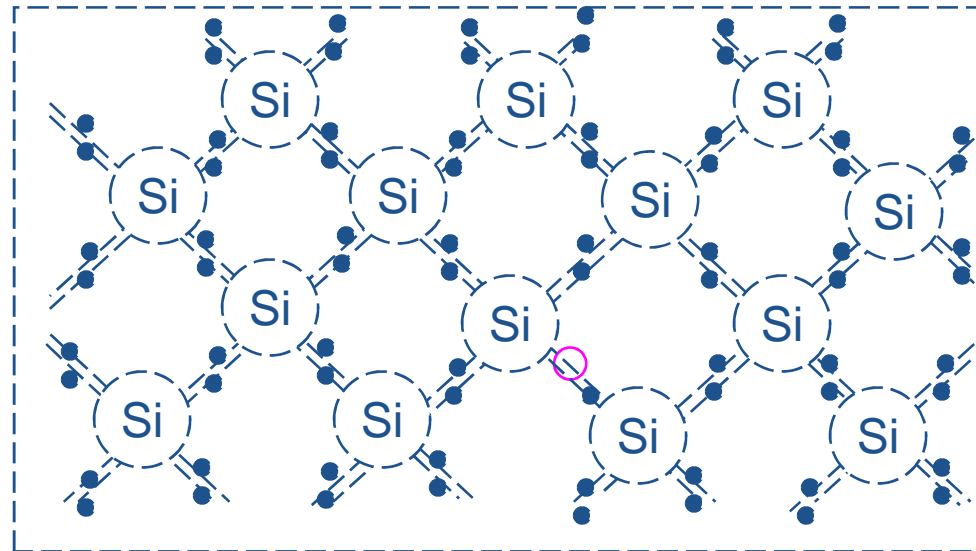
CHẤT BÁN DẪN PHA

1. Chất bán dẫn loại p

- Pha nguyên tử hoá trị 3 (B_5) vào tinh thể Si:
- B sẽ dùng hết 3 điện tử vòng ngoài cùng để liên kết cộng hoá trị với 3 điện tử của 3 nguyên tử kế cận
- Còn lại 1 vị trí thiếu vì điện tử nên xem như có điện tích dương và các điện tử lân cận dễ đến tái kết với lỗ trống của B và để lại ở vị trí đó lỗ trống mới và hiện tượng trên cứ tiếp diễn \rightarrow dẫn điện bằng lỗ trống.
- 1 nguyên tử B cho 1 lỗ trống, Pha nhiều nguyên tử B cho nhiều lỗ trống hơn \rightarrow dòng điện càng mạnh .



CHẤT BÁN DẪN PHA



Loại P hạt tải dẫn điện đa số là các lỗ trống.



CHẤT BÁN DẪN PHA

Ngoài ra, trong điều kiện nhiệt độ trong phòng, còn có sinh tạo nhiệt cặp điện tử – lỗ trống nhưng với nồng độ rất bé.

Kết luận: chất bán dẫn loại p có:

- Điện tử tự do là hạt tải thiểu số mật độ n_p ,
- lỗ trống là hạt tải đa số, mật độ p_p ,
- nguyên tử B là nguyên tử nhận, mật độ N_A ,

Trong điều kiện cân bằng nhiệt động cho:

$$p_p = N_A + n_p \approx N_A.$$

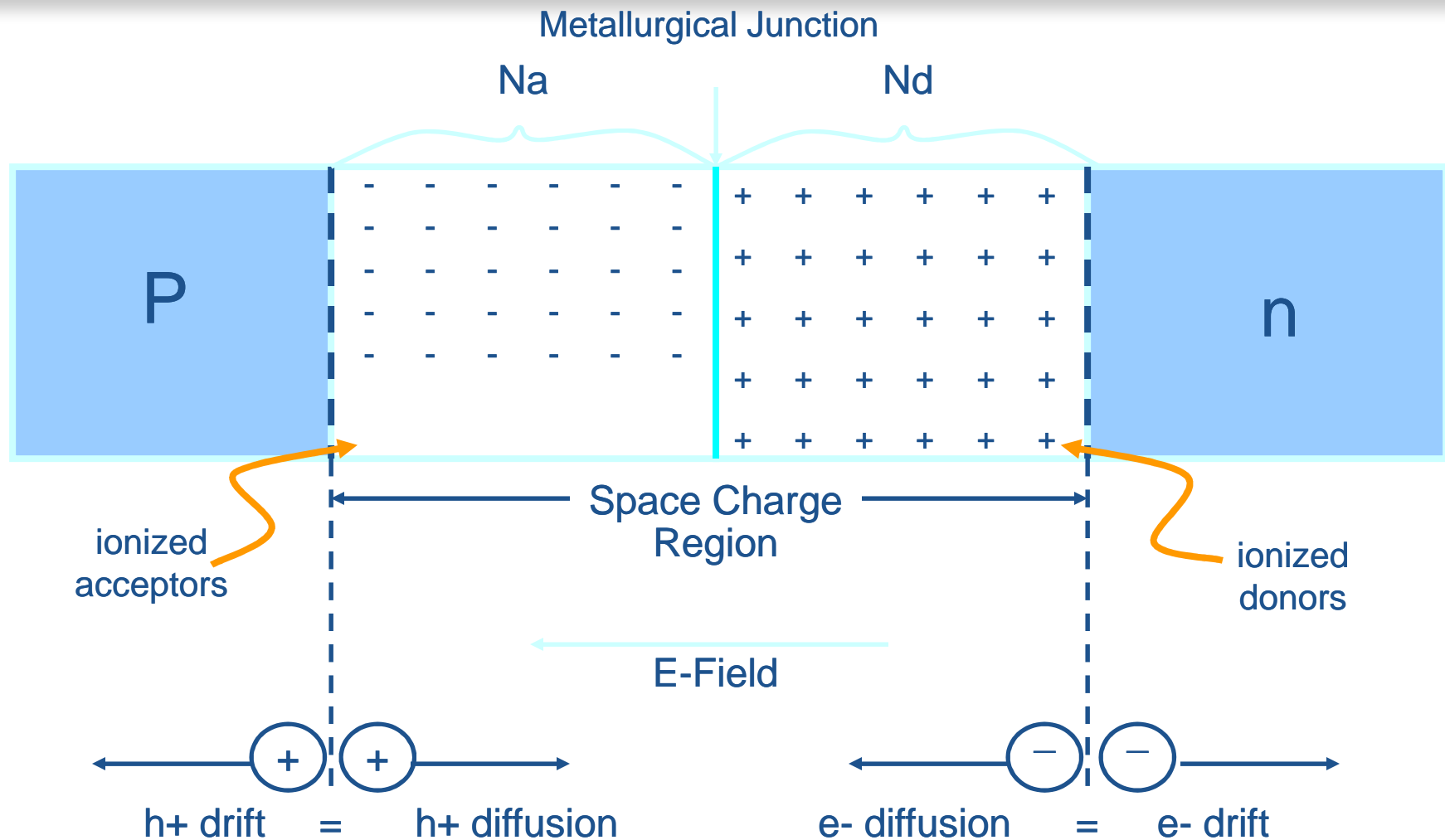
và: $p_p \cdot n_p = n_i^2$

mật độ điện tử tự do thiểu số trong chất bán dẫn loại p cho bởi:

$$n_p = \frac{n_i^2}{N_A}$$



SỰ DẪN ĐIỆN CỦA CHẤT BÁN DẪN





SỰ DẪN ĐIỆN CỦA CHẤT BÁN DẪN

a. Dòng trôi

Dòng điện do các hạt tải chịu tác động của điện trường được gọi là dòng trôi.

Cường độ dòng điện là tổng số hạt tải điện di chuyển ngang qua tiết diện A với vận tốc v .

Mật độ dòng điện trong đơn vị thể tích cho bởi:

$$j = qv$$

trong đó $q_n = n q$ (điện tử tự do)

$$q_p = p q \text{ (lỗ trống)}$$

$$v_n = \mu_n \xi$$

$$v_p = \mu_p \xi$$



SỰ DẪN ĐIỆN CỦA CHẤT BÁN DẪN

- mật độ dòng điện tổng cộng:

$$\begin{aligned} J &= J_n + J_p = qn\mu_n\xi + qp\mu_p\xi = \\ &= q(n\mu_n + \mu_pp)\xi \end{aligned}$$

- theo định luật ohm ta còn có:

$$J = \sigma \xi$$

- suy ra điện dẫn suất:

$$\sigma = q(n\mu_n + p\mu_p)$$

- và điện trở suất:

•

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{q(n\mu_n + p\mu_p)}$$



SỰ DẪN ĐIỆN CỦA CHẤT BÁN DẪN

b. Dòng khuếch tán

Dòng khuếch tán là dòng do các hạt tải di chuyển từ nơi có mật độ cao sang nơi có mật độ thấp.

Mật độ dòng khuếch tán cho bởi:

$$J_p = -q D_p \frac{dp}{dx} \quad (\text{A/cm}^2) \quad (\text{lỗ trống})$$

$$J_n = q D_n \frac{dn}{dx} \quad (\text{A/cm}^2) \quad (\text{điện tử})$$

Với D_p và D_n lần lượt là hệ số khuếch tán của lỗ trống và điện tử tự do cho bởi hệ thức Einstein:

$$\frac{D_p}{\mu_p} = \frac{D_n}{\mu_n} = \frac{kT}{q} = V_T$$



SỰ DẪN ĐIỆN CỦA CHẤT BÁN DẪN

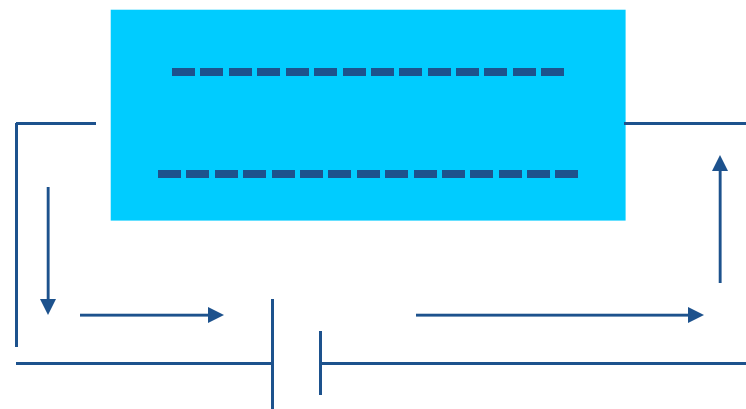
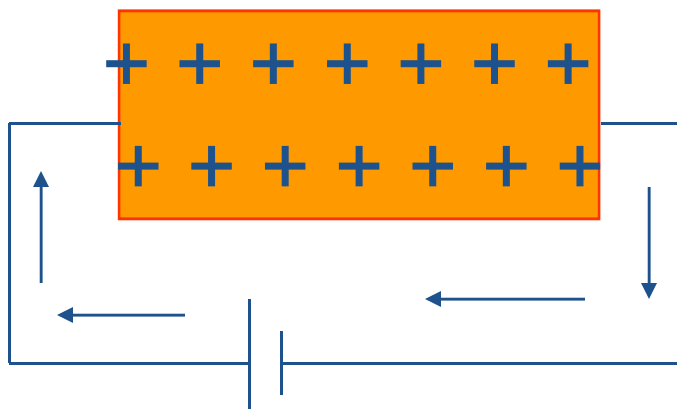
Và các hệ thức khác: $D_p \tau_p = L_p^2$

$$D_n \tau_n = L_n^2$$

L_p và L_n lần lượt là khoảng đường tự do trung bình của lỗ trống và điện tử tự do

Dòng điện tổng cộng trong thanh bán dẫn là:

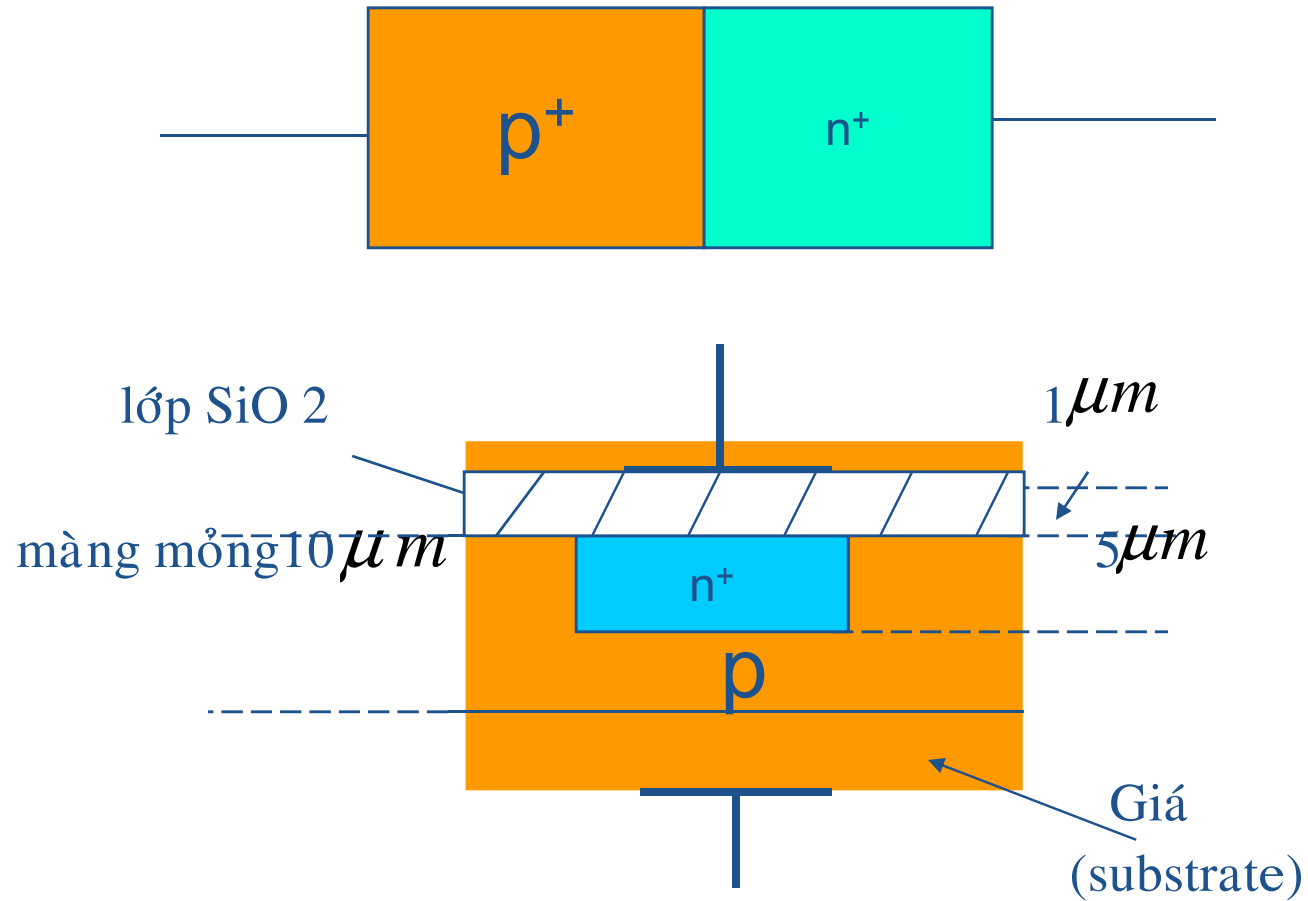
$$J = J_{tr} + J_{kt}$$



nhưng không có gì đặc sắc.

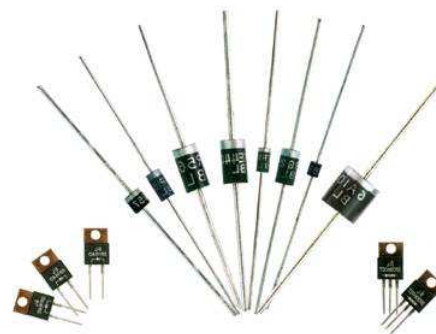
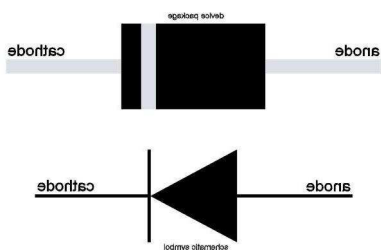
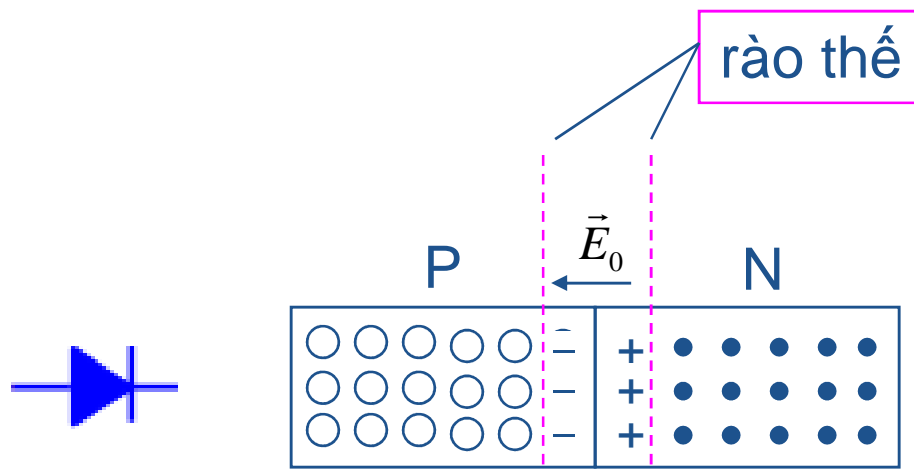


CẤU TẠO NỔI PN





CẤU TẠO NỘI PN





CẤU TẠO NỐI PN

Khi $J = J_t + J_{kt} = 0 \rightarrow$ cân bằng nhiệt động \rightarrow

Điện trường nội đạt trị nhất định E_i và rào điện thế cho bởi:

$$V_B = V_T \ln \frac{N_A N_D}{n_i^2}$$

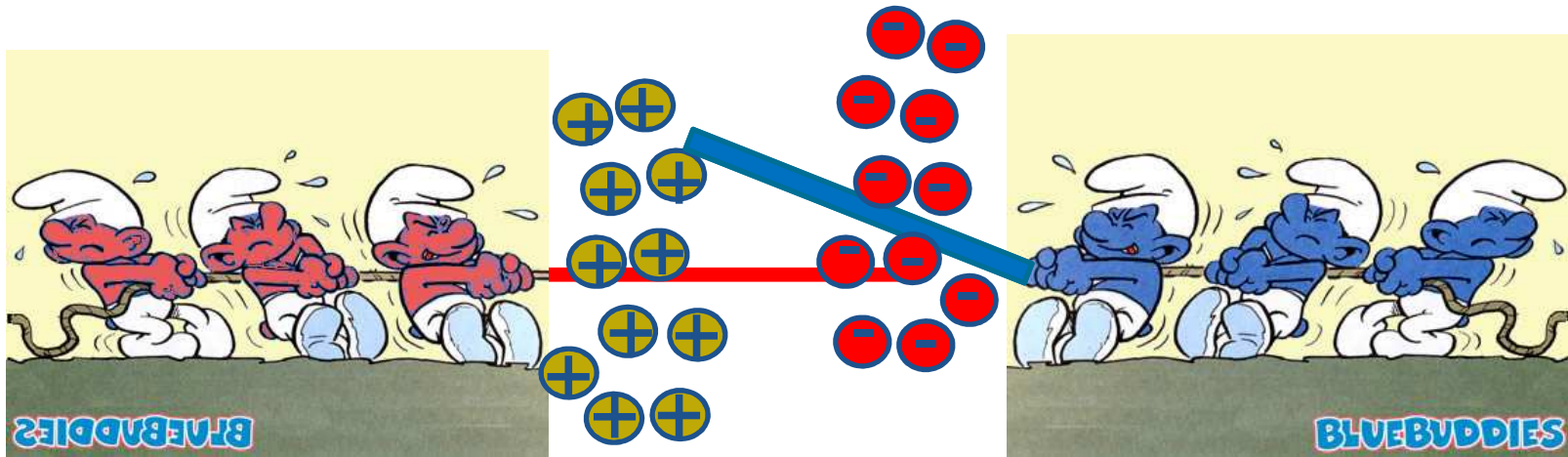
Ở 300°K , $V_B = 0,7 \text{ V}$ (Si)
 $= 0,3 \text{ V}$ (Ge)

Vậy nối pn không dẫn điện ($I = 0$) khi chưa được cấp điện (phân cực)

Muốn nối pn dẫn điện phải **phân cực** bằng nguồn cấp điện DC để làm giảm rào điện thế hay làm hẹp vùng hiếm.



CẤU TẠO NỘI PN

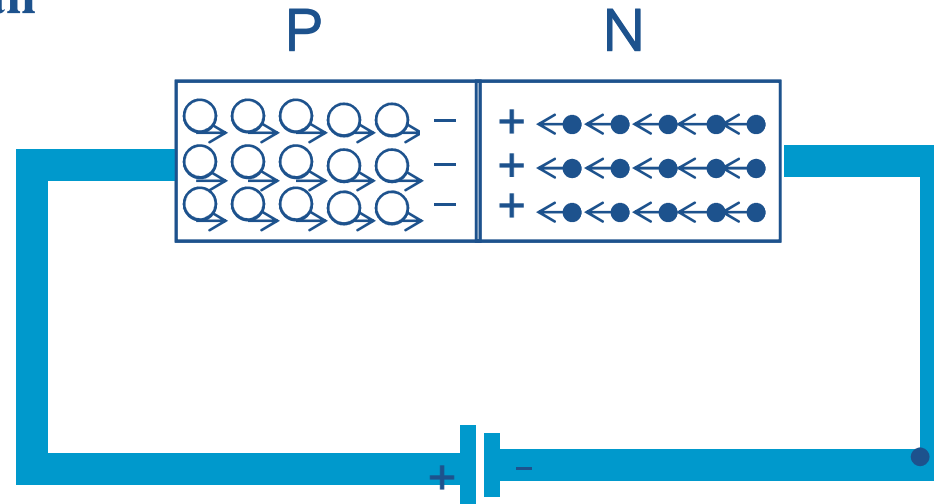


But charges can't venture too far from the interface because their Coulomb forces pull them back!

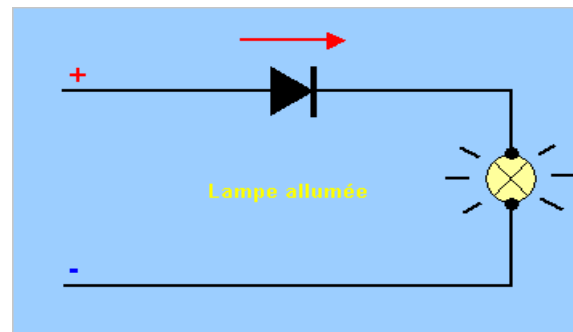


PHÂN CỰC NỐI PN

a. Phân cực thuận



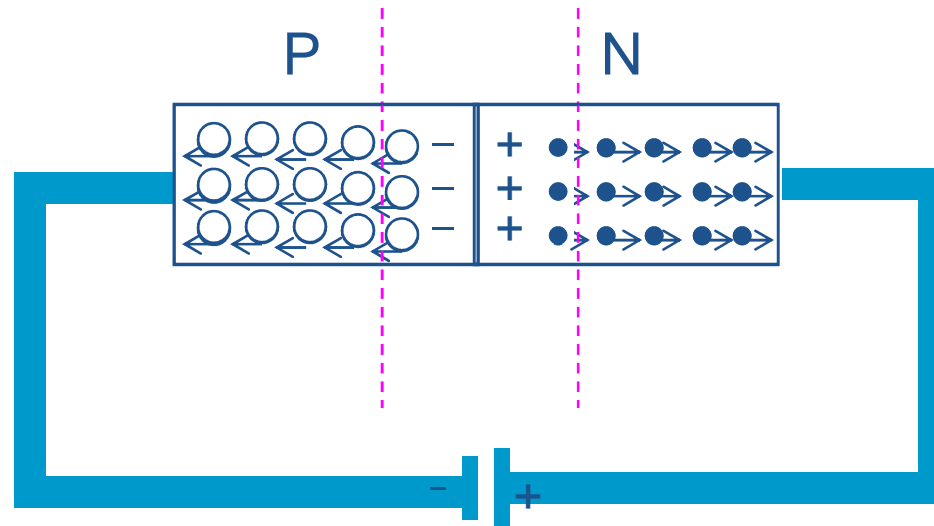
Phân cực thuận sẽ có dòng điện chạy qua diode



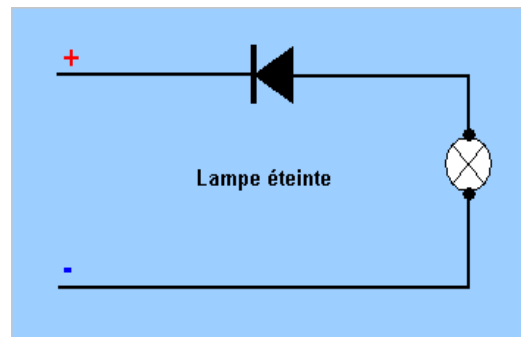


PHÂN CỰC NỐI PN

b. Phân cực nghịch

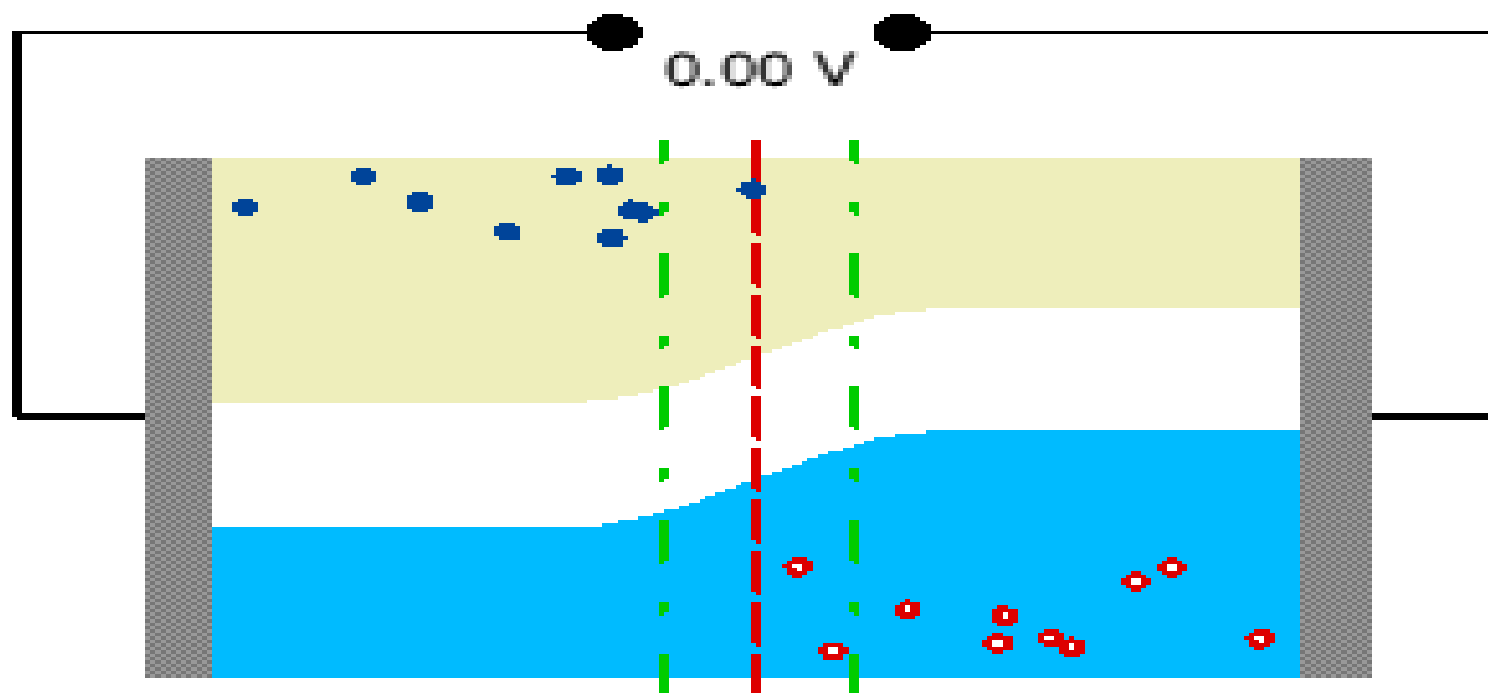


Phân cực nghịch không có dòng điện chạy qua diode





PHÂN CỰC NỔI PN



When we bring P-type & N-type together a depletion zone is created around the junction. This produces a barrier, blocking charge flow.



PHÂN CỰC NỐI PN

c. Hiện tượng huỷ thác

Tuy nhiên ,khi phân cực nghịch với điện trường quá lớn, các nguyên tử trong vùng hiếm bị phá vỡ liên kết cộng hoá trị và do đó sẽ di chuyển ào ạt qua nối → dòng nghịch quá lớn, trong khi điện thế không đổi(do điện trở quá bé) sẽ làm hư hỏng nối pn (huỷ thác hay sụp đổ).

Huỷ thác Zener : Khi $V < 6$ v chỉ có sự phá vỡ liên kết cộng hoá trị .

Huỷ thác tuyết đổ: Khi $V > 6$ v ngoài sự phá vỡ liên kết cộng hoá trị còn có sự bức các điện tử ra khỏi cấu trúc của nó do sự va chạm giữa hạt tải có động năng lớn với các điện tử của nguyên tử.



ĐẶC TÍNH NỔ PN

1. Biểu thức dòng điện nối pn

Lý thuyết và thực nghiệm cho:

$$I_D = I_S \left[\exp(V / \eta V_T) - 1 \right] \quad \eta = 1$$

trong đó dòng bão hoà ngược cho bởi:

$$\begin{aligned} I_S &= A q \left(\frac{D_p p_{n0}}{L_p} + \frac{D_n n_{p0}}{L_n} \right) = \\ &= A q \left(\frac{D_p}{L_p N_D} + \frac{D_n}{L_n N_A} \right) n_i^2 \end{aligned}$$

thường trong điều kiện dẫn điện lớn ta có:



ĐẶC TÍNH NỔI PN

- Khi phân cực thuận : $V > 4V_T \rightarrow \exp(V/V_T) \gg 1$:

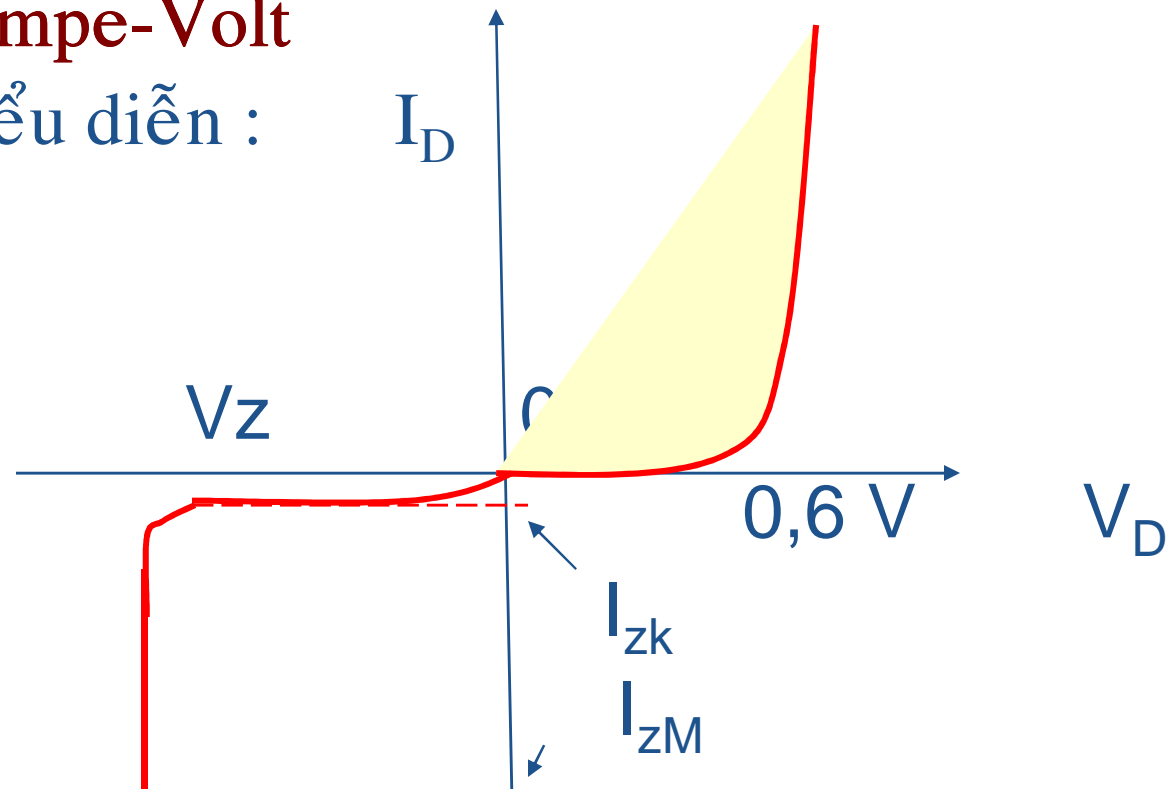
$$I_D = I_F = I_s \exp(V/V_T) \quad \text{lớn}$$

- Khi phân cực nghịch: $|V| \ll |4V_T| \rightarrow \exp(-V/V_T) \ll 1$:

$$I_D = I_R = -I_s$$

2. Đặc tuyến Ampe-Volt

Ta có đường biểu diễn :

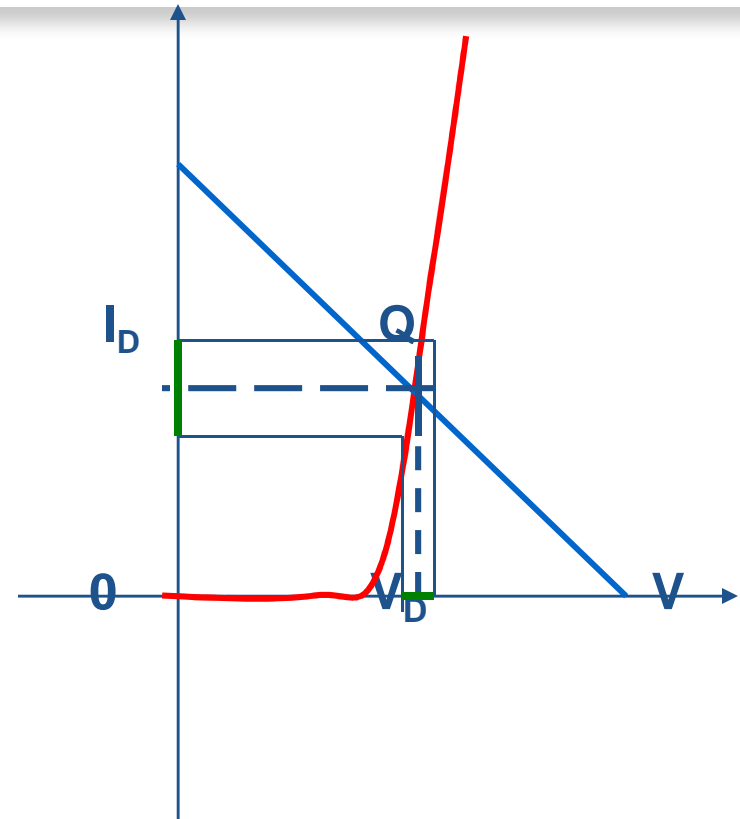




ĐIỆN TRỞ NỐI PN

a. Điện trở tĩnh

$$R_D = \left. \frac{V_D}{I_D} \right|_Q$$



b. Điện trở động:

$$r_d = \left. \frac{\Delta V_D}{\Delta I_D} \right|_Q = \left. \frac{dV_D}{dI_D} \right|_Q$$



ĐIỆN TRỞ NỐI PN

- Thường thì do sự thay đổi nhỏ nên ta có:

$$\begin{aligned} g_d &= \frac{1}{r_d} = \left. \frac{dI_D}{dV_D} \right|_Q = \frac{d}{dV_D} [I_S \exp(V_D / V_T) - 1] = \\ &= \frac{1}{V_T} I_S \exp(V_D / V_T) = \left. \frac{I_D}{V_T} \right|_Q \Rightarrow \\ r_d &= \left. \frac{V_T}{I_D} \right|_Q \qquad r_d = \frac{26}{I(\text{mA})} \end{aligned}$$

Có trị thường rất bé (vài Ohm – vài chục Ohm)
xem như không đáng kể.



ĐIỆN DUNG NỔI PN

a. Điện dung chuyển tiếp

Khi phân cực nghịch, vùng hiếm nở rộng và không có các hạt tải đi qua nên xem như cách điện (điện môi). Trong khi đó, ở 2 vùng ngoài vùng hiếm có các hạt tải điện (2 bản dẫn điện)→ Tụ điện có điện dung:

$$C_T = C_o \frac{A}{x_d} = C_o \frac{A}{W}$$

$$C_o = 11,7 \mathcal{E}_o \quad (\text{Si})$$

$$C_o = 15,8 \mathcal{E}_o \quad (\text{Ge})$$

$$\mathcal{E}_o = 8,85.10^{-12} \text{ F/m}$$

C_T có trị từ vài phần mười đến vài chục pF.



ĐIỆN DUNG NỐI PN

b.Điện dung khuếch tán

Khi phân cực thuận do có sự khuếch tán của các hạt tải qua nối, và khi điện thế phân cực tăng lên một lượng dV thì có sự gia tăng một lượng $dq_j \rightarrow$ Tụ điện có điện dung cho bởi:

$$C_D = \frac{dq_j}{dV}$$

C_D có trị vài ngàn pF.

Ở tần số thấp $X_C = 1/\omega C \rightarrow$ rất lớn, xem như tụ hở mạch.

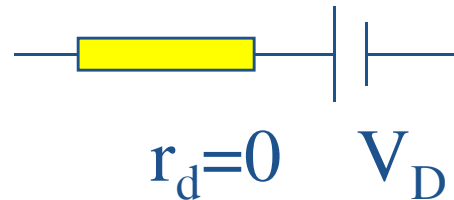
Ở tần số cao $X_C \rightarrow 0$ rất bé, xem như tụ nối tắt.

Vậy các tụ C_T , C_D làm nối pn không hoạt động ở tần số cao.



MẠCH TƯƠNG ĐƯƠNG CỦA NỐI PN

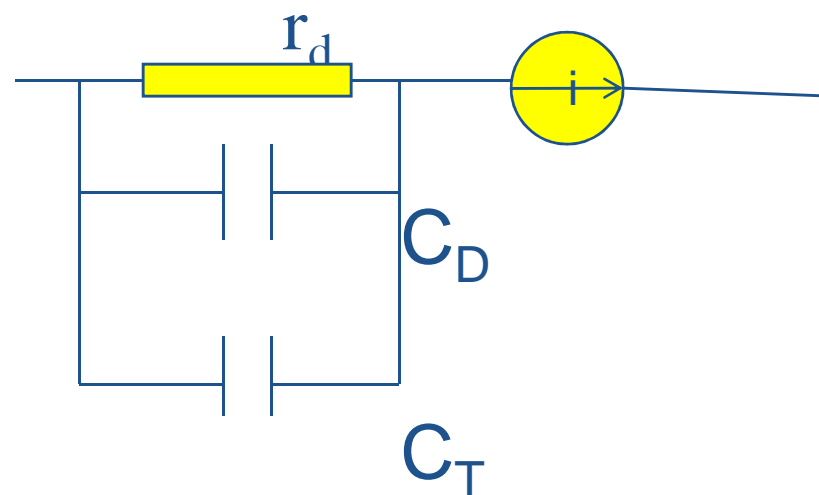
- Khi phân cực thuận



- Khi phân cực nghịch



- Mạch tương ở cao tần





CÁC LOẠI DIOD

- * Diod chỉnh lưu
- * Diod cao tần, tách sóng
- * Diod Schottky
- * Diod Zener
- * Diod biến dung
- * Diod quang
- * LED, Ghép quang (Optron)
- * Diod hồng ngoại
- * Diod LASER



CÁC LOẠI DIOD

- **IV. Các loại diod**

- Diod là linh kiện được chế tạo theo nguyên lý nối pn, nhưng được phân loại theo nhiều cách khác nhau:

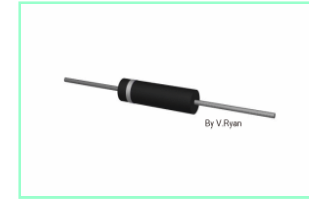
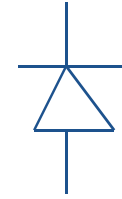
- Vật liệu cấu tạo
- Công nghệ chế tạo
- Kích thước
- Mật độ pha
- Công dụng (chức năng)

Nên một diod có khi có nhiều tên gọi khác nhau
(diod chỉnh lưu, diod tiếp xúc mặt, diod hạ tần...)



1. DIOD CHỈNH LƯU

- Điện thế lớn
- Dòng điện lớn



Nên diod chỉnh lưu có đặc điểm:

- Tiếp xúc mặt
- Hoạt động ở tần số thấp (hạ tần)



Sử dụng diod cần tham khảo Data sheet:

P_{DM} , I_{FM} , I_{RM} , V_{BR} , C_D , C_T , f_{max} , T_{max}



2. DIOD CAO TẦN

Tiếp xúc điểm $\rightarrow C_D, C_T$ nhỏ

Do đó:

- Điện thế thấp
- Dòng điện thấp

Sử dụng trong:

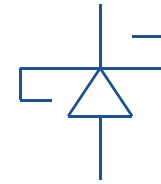
Mạch tách sóng Radio, T.V.

Mạch logic, mạch số (mạch giao hoán)



3. DIOD SCHOTTKY

- Tiếp giáp kim loại- bán dẫn → bức tường âm và hạt tải nóng
- Rào thế thấp 0,25 V
- Thời gian tích trữ không đáng kể $t_s = 0$
- Thời gian hồi phục bé
- Điện dung tích trữ vài phần mười pF



Sử dụng trong các mạch giao hoán, mạch logic, mạch số, mạch tần số cao 20 GHz



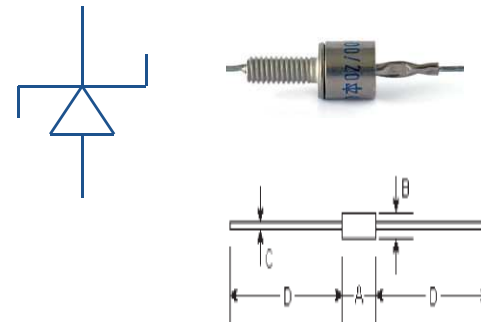
4. DIOD ZENER

- Tạo điện thế ổn định (áp dụng hiệu ứng huỷ thác).
- Mỗi diod zener có trị số V_Z khác nhau 3,3 V; 3,9 V; 5,1V; 5,6V; 6,8V; 7,5V; 10V; 12V.... (tùy theo cách chế tạo và mật độ pha).

Khi sử dụng phải tuân theo Datasheet và:

$$I_{Zk} < I_Z < I_{ZM}$$

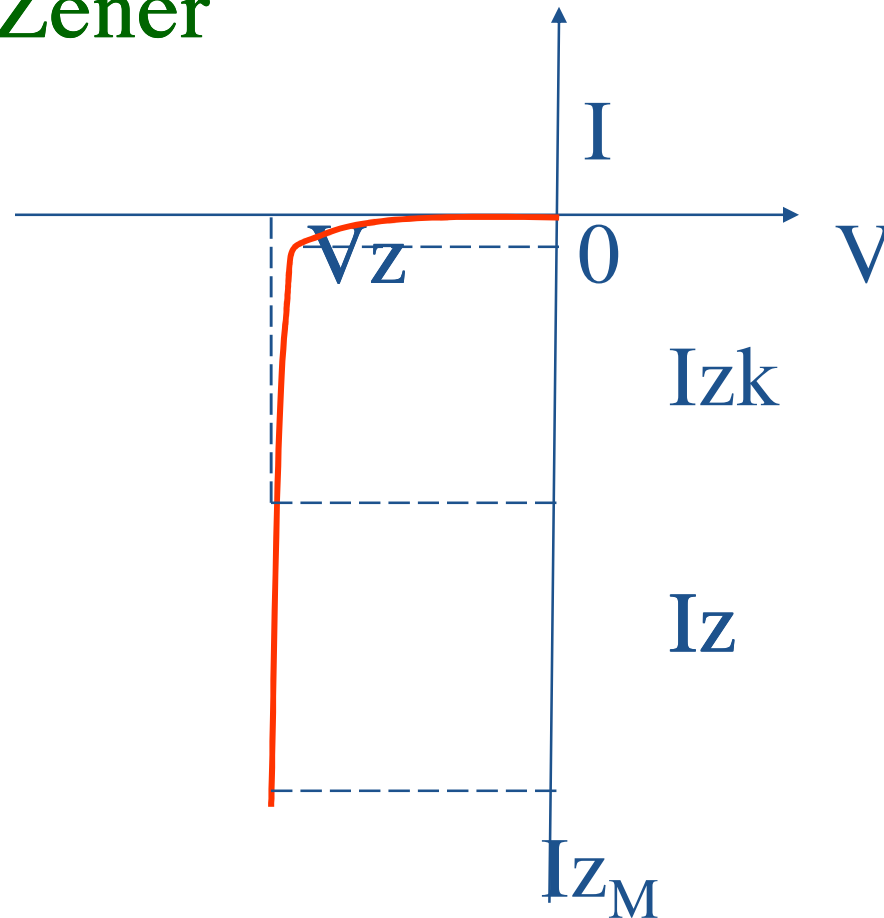
$$P_Z = V_Z I_Z < P_{ZM}$$





4. DIOD ZENER

Đặc tuyến Diod Zener



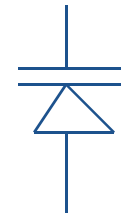
$$P_{ZM} = V_Z I_{ZM}$$

$$I_{zk} < I_Z < I_{ZM}$$

5. DIOD BIẾN DUNG (VARICAP DIOD; VARACTOR)

- Sử dụng điện dung chuyển tiếp khi phân cực nghịch nối pn.
- Điện dung diod biến dung:

$$C_T = \frac{C_T(0)}{\left(1 + \frac{V_R}{V_B}\right)^n}$$



Thường $n = 1$; $C_T(0)$ **điện dung tại $V_R = 0$ V**

Áp dụng trong các mạch:

- Dao động cộng hưởng, mạch điều hợp trong TV, Radio
- Mạch điều khiển từ xa
- Mạch chọn đài tự động

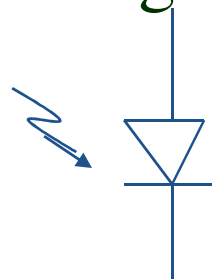


6. DIOD QUANG (THU QUANG) - PHOTODIODE

- Áp dụng hiệu ứng quang – điện của các vật liệu Si, GaAs...
- Chuyển đổi ánh sáng thu được từ bề mặt trong suốt thành dòng điện khi diod phân cực nghịch.
- Mỗi diod chỉ thu được một bức xạ nhất định.

Sử dụng làm cảm biến, bộ dò trong các mạch:

- Báo động
- Đo cường độ sáng
- Đếm sản phẩm





7. DIOD PHÁT QUANG (LED)

- Áp dụng hiệu ứng điện quang
- LED phát sáng khi phân cực thuận
- Mỗi LED phát một bức xạ nhất định tùy theo vật liệu chế tạo và chất pha:

GaAs bước sóng= 0,77-0,88 đỏ

Al,Sb = 0,65

GaAsP đỏ

GaPZn hổ phách

GaAsS = 0,57-0,58 vàng

GaPN₂ = 0.55-0,56 lục



MẠCH LED

LED dẫn có : $V_D = 1,6V - 2,2V$; $I_D = 5 - 30mA$

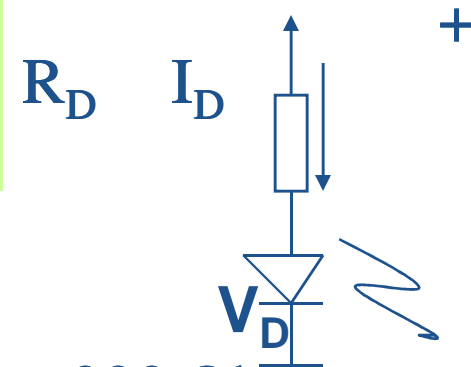
Chọn trung bình: $V_D = 2V$ và $I_D = 10 mA$

Mạch có điện trở R_D nối với LED với nguồn V_{CC} , cách tính trị R_D tùy theo trị số nguồn V_{CC} :

$$V_{CC} = R_D I_D + V_D \Rightarrow$$

V_{CC}

$$R_D = \frac{V_{CC} - V_D}{I_D}$$



Với

$V_{CC} = 5V \rightarrow R_D = 200 \text{ Ohm}$ Chọn 270 hoặc 330 Ohm

$= 9V$ $= 700 \text{ Ohm}$ Chọn 680

$= 12V$ $= 1000 \text{ Ohm}$



LED áp dụng trong các mạch:

- Chỉ báo, hiển thị
- LED 7 đoạn trong các máy phát, máy đo...

Diod phát – thu hồng ngoại

Là những diod phát- diod thu quang với bức xạ trong
lĩnh vực hồng ngoại .(bước sóng khoảng 1.000nm)

Được sử dụng trong các mạch báo động, điều khiển,
phát – thu tín hiệu, dữ liệu có tính bảo mật.



8. DIODE LASER

- Diod khuếch đại ánh sáng bằng bức xạ của phát xạ kích thích (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation – LASER).
- Giống như diod nối nhưng có thêm bộ phận làm đảo mật độ dân số và buồng cộng hưởng tạo ra ánh sáng kết hợp có cường độ lớn và bức xạ thành chùm tia tập trung rất hẹp.
- Áp dụng trong thông tin sợi quang, kênh không gian (không dây), trong các máy CD, VCD, DVD, mạng máy tính ...

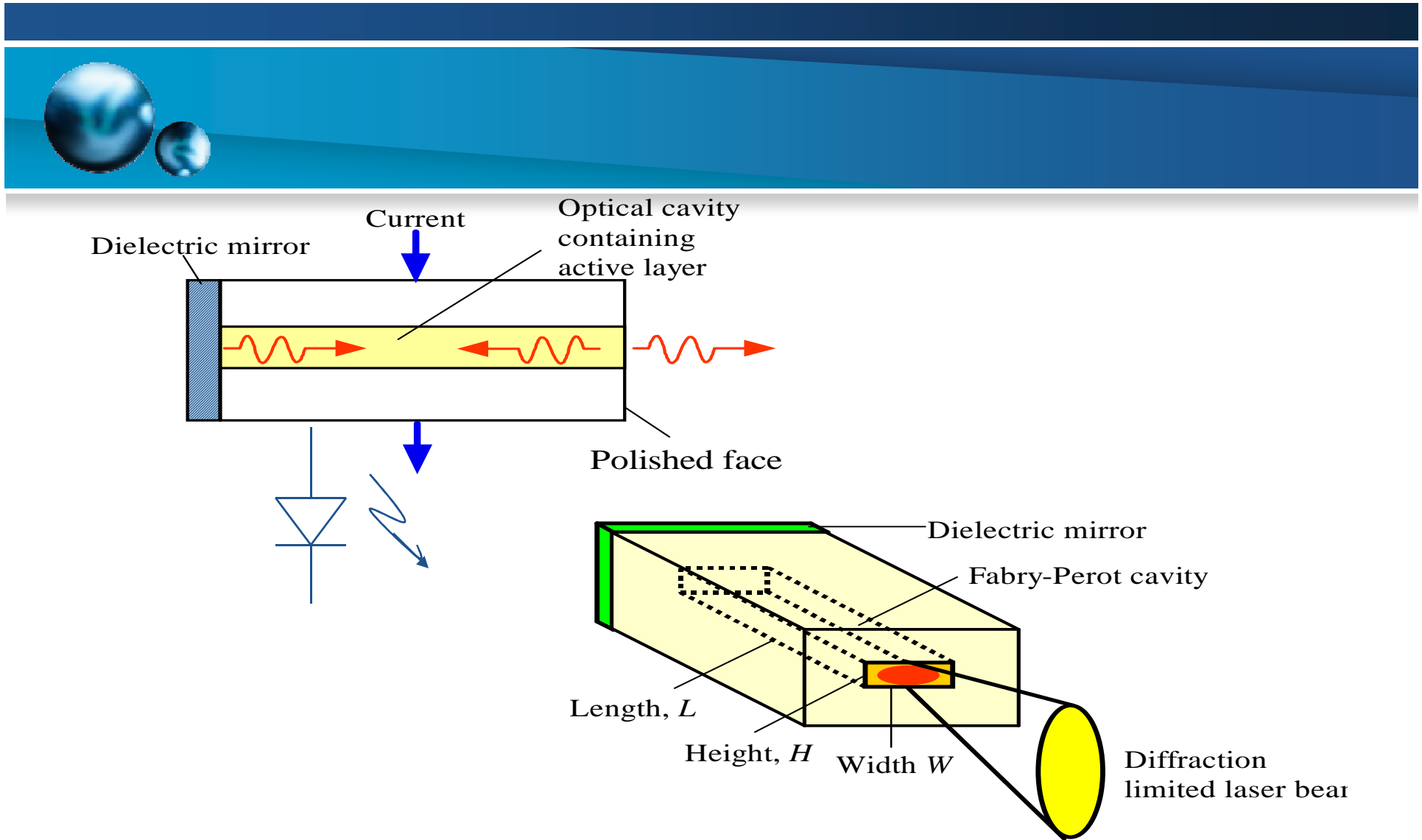
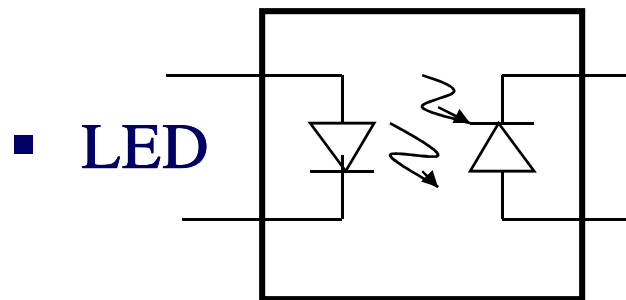


Fig. 6.56: A semiconductor lasers have an optical cavity to build-up the required electromagnetic oscillations.

BỘ GHÉP QUANG (OPTRONS; OPTOISOLATORS; OPTOCOUPPLERS)

- Ghép nối LED và linh kiện thu quang vào chung trong một vỏ kín nhằm truyền tín hiệu có tín bảo mật hoặc có độ cách ly điện tốt hơn biến thế (10^{15} Ohm; 7.500V), tránh nhiễu điện từ xen vào tín hiệu, dữ liệu truyền đi.
- Các linh kiện thu quang là : diod, transistor, FET, SCR, DIAC ... quang



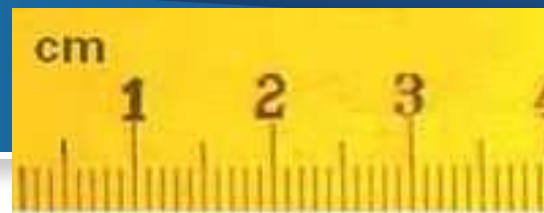
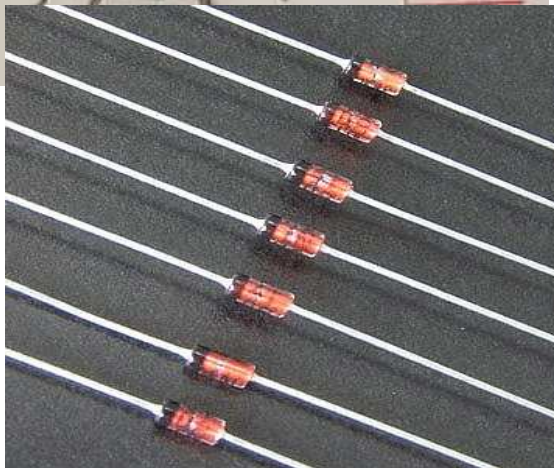
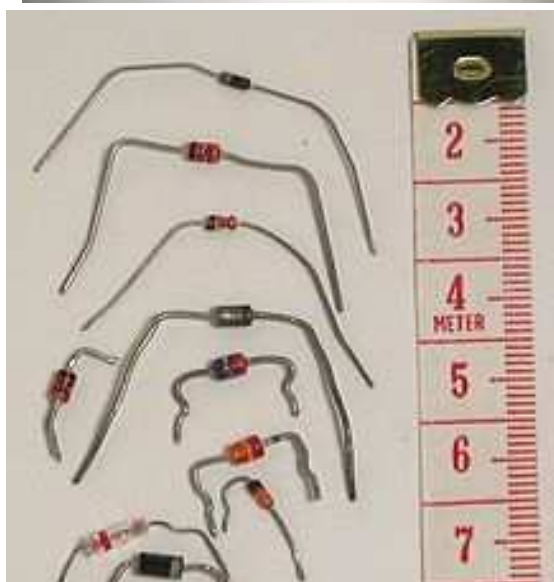
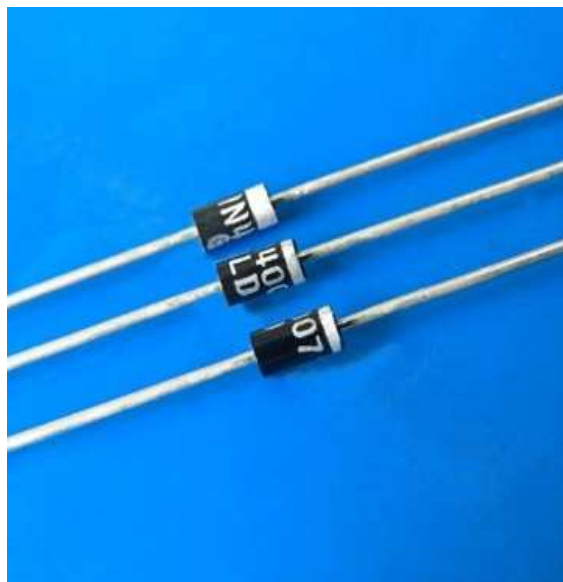
▪ LED

Diod quang (thu); photodiod



Hình diod

Anode (+) Cathode (-)





MẠCH DIODE

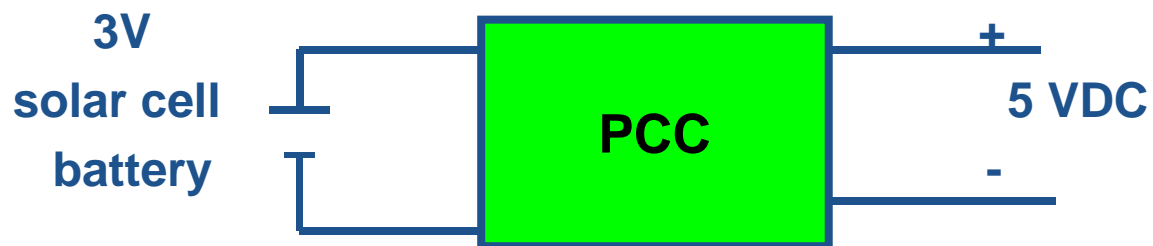
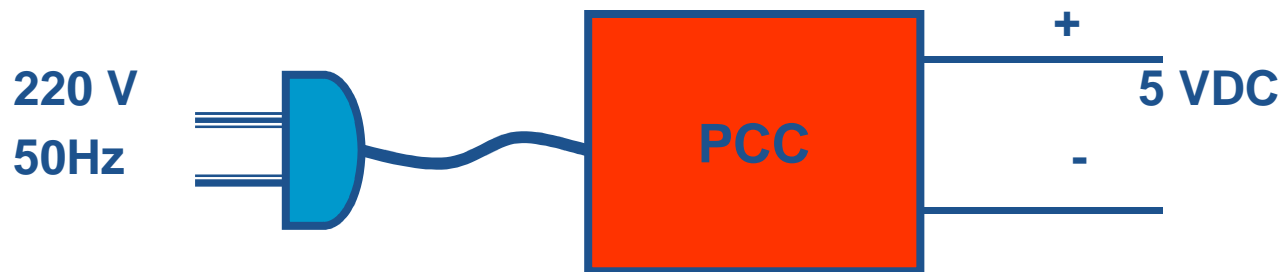


MẠCH DIODE

- Mạch chỉnh lưu bán kỳ
- Mạch chỉnh lưu toàn kỳ 2 diode
- Mạch chỉnh lưu toàn kỳ 4 diode – Cầu chỉnh lưu
- Mạch chỉnh lưu bán kỳ có lọc
- Mạch chỉnh lưu toàn kỳ có lọc
- Mạch ổn áp Zener
- Mạch xén (mạch cắt)
- Mạch xén dùng diode Zener
- Mạch nâng
- Cổng logic dùng diode

I. KHÁI NIỆM CHUYỂN ĐỔI CÔNG SUẤT

- Chuyển đổi AC – DC
- Chuyển đổi DC – DC



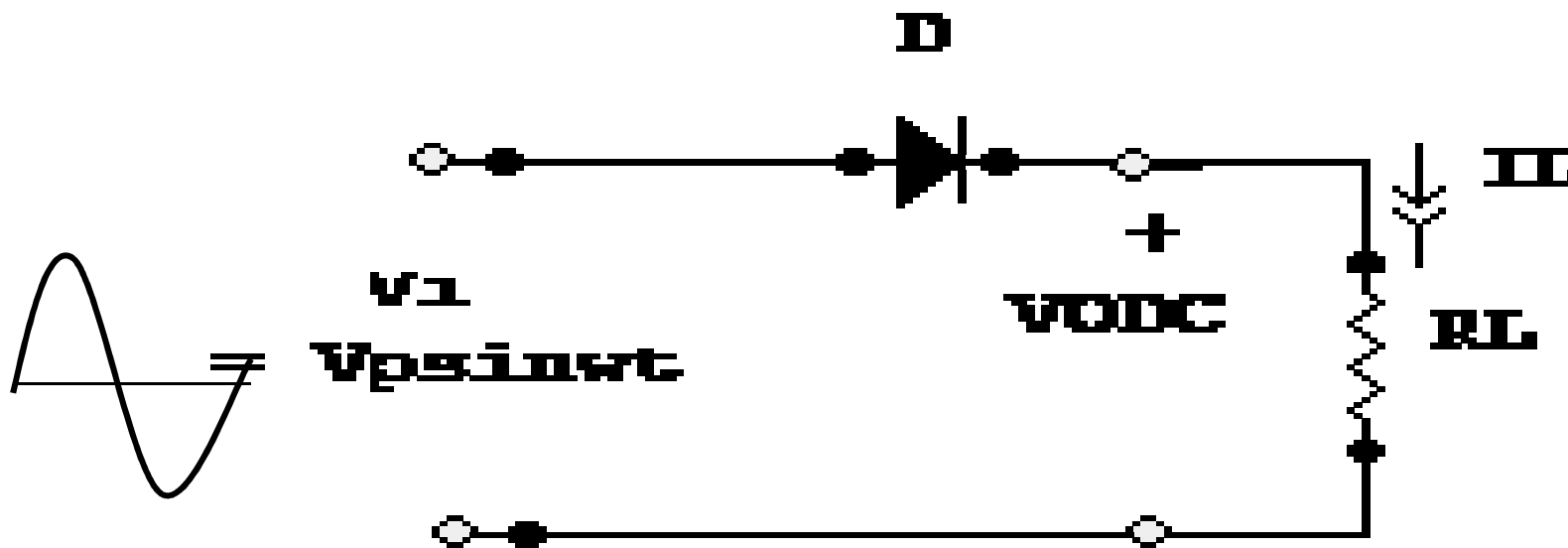
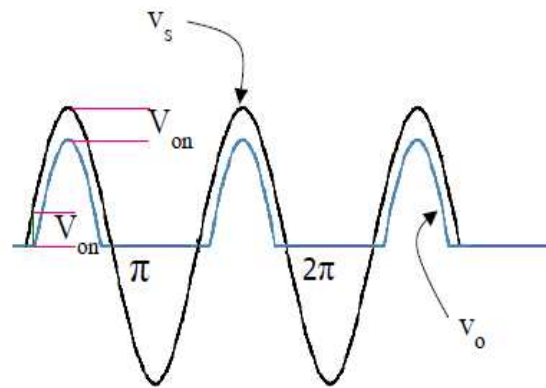
Hiệu suất công suất của bộ chuyển đổi quan trọng thường dùng một lô linh kiện sau: Diod, tụ điện, cuộn cảm, FET, BJT, Op. amp.



MẠCH CHỈNH LƯU BÁN KỲ

I. Mạch chỉnh lưu

1. Chỉnh lưu bán kỳ (H.1)





MẠCH CHỈNH LƯU BÁN KỲ

$$\begin{aligned} V_{LDC} &= \frac{1}{T} \int_0^T v_i dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_p \sin \omega t d(\omega t) = \\ &= \frac{V_p}{2\pi} \left\{ \int_0^\pi \sin \omega t d\omega t + \int_\pi^{2\pi} 0 d\omega t \right\} = \\ &= \frac{V_p}{2\pi} \left\{ -\cos \omega t \Big|_0^\pi \right\} = \frac{V_p}{2\pi} \{1 + 1\} = \frac{V_p}{\pi} = \end{aligned}$$

$$V_{LDC} = \frac{V_p}{\pi} = 0,318 V_p = 0,45 V_{Lhd}$$

$$*V_{LDC} = \frac{V_p}{\pi} = 0,318 (V_p - V_D)$$

$$I_{LDC} = \frac{V_{LDC}}{R_L}$$



MẠCH CHỈNH LƯU BÁN KỲ

Thí dụ: Cho mạch chuyển lưu 1 bán kỳ với điện thế v_i hình sin là $V_i = 160\sin(2\pi 50t)$ Volt cấp cho tải R_L 1 k Ω . Tính điện thế trung bình và dòng điện qua tải

Giải : Do $V_p = 160V \gg V_D = 0,7V$, nên ta có trị:

$$V_{LDC} = \frac{V_p}{\pi} = 0,318 \times 160 = 50,88V \cong 50,9V$$

Vậy
$$I_{LDC} = \frac{V_{LDC}}{R_L} = \frac{50,9V}{1K\Omega} = \frac{50,9}{1000} = 0,0509A$$

Thí dụ 2: Mạch chỉnh lưu bán kỳ với $V_{i\text{hd}} = 6V$. Tính:

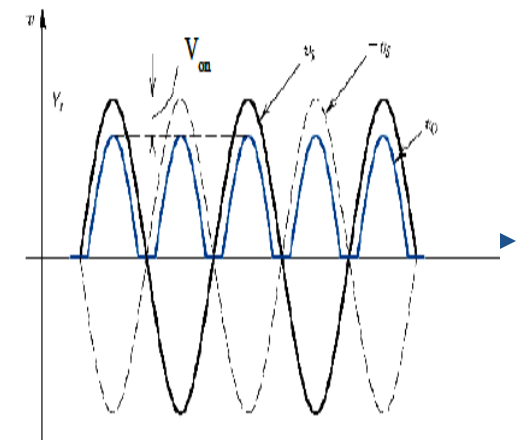
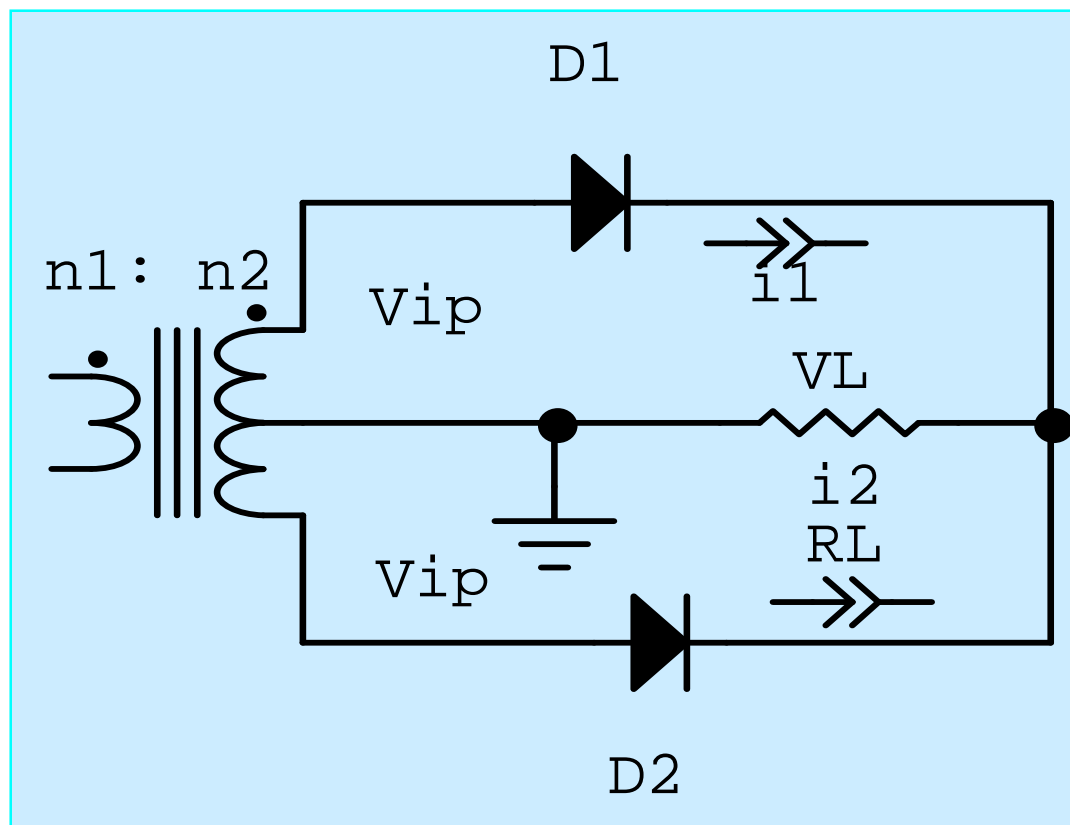
$$V_{LDC} = \frac{V_p}{\pi} = 0,318 \times 6\sqrt{2} = 0,318(8,4)V \cong 2,657V$$

Hoặc:

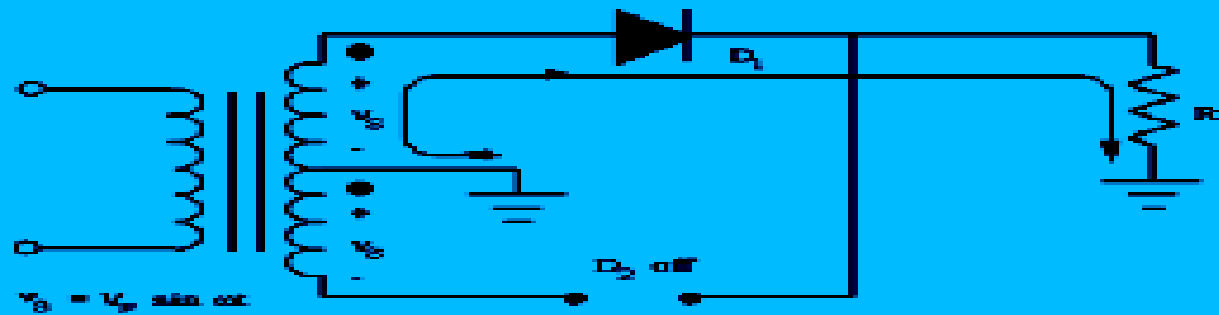
$$\begin{aligned} V_{LDC} &= \frac{V_p - V_D}{\pi} = 0,318(6\sqrt{2} - 0,7) \\ &= 0,318(8,46 - 0,7)V \cong 2,44V \end{aligned}$$

MẠCH CHỈNH LƯU TOÀN KỲ 2 DIODE

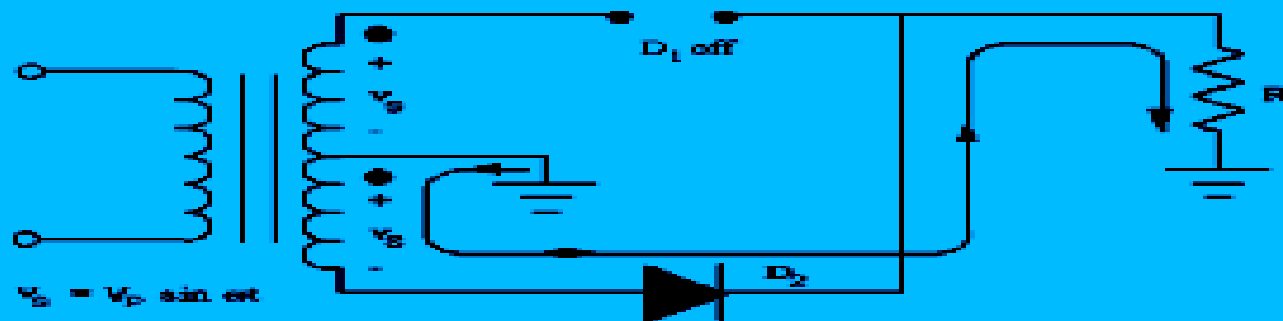
a. Chỉnh lưu toàn kỳ 2 diod



MẠCH CHỈNH LƯU TOÀN KỲ 2 DIODE



Equivalent circuit for $v_s > 0$



Equivalent circuit for $v_s < 0$

$$V_{av} = \frac{2V_o}{\pi} = \frac{2(V_p - V_{on})}{\pi}$$

MẠCH CHỈNH LƯU TOÀN KỲ 2 DIODE

$$\begin{aligned} V_{LDC} &= \frac{1}{T} \int_0^T v_i dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_p \sin \omega t d(\omega t) = \\ &= \frac{V_p}{2\pi} \left\{ \int_0^{\pi} \sin \omega t d\omega t + \int_{\pi}^{2\pi} \sin \omega t d\omega t \right\} = \\ &= \frac{V_p}{2\pi} \left\{ -\cos \omega t \Big|_0^{\pi} + (-\cos \omega t \Big|_{\pi}^{2\pi}) \right\} = \frac{2V_p}{2\pi} \{1 + 1\} = \frac{2V_p}{\pi} = \end{aligned}$$

$$V_{LDC} = \frac{2V_p}{\pi} = 0,636V_p = 0,9V_{Lhd}$$

$$*V_{LDC} = \frac{2(V_p - V_D)}{\pi} = 0,636(V_p - V_D)$$

$$I_{LDC} = \frac{V_{LDC}}{R_L}$$

MẠCH CHỈNH LƯU TOÀN KỲ 2 DIODE

Thí dụ: Trở lại thí dụ trên có $V_{i\text{hd}}$: 6V, nhưng giờ ta chỉnh lưu toàn kỳ ta có:

$$V_{\text{LDC}} = 0,636 (6 \times \sqrt{2} - 0,7) = 0,636(7.7) = 4,9\text{V}$$

Nếu tính gần đúng:

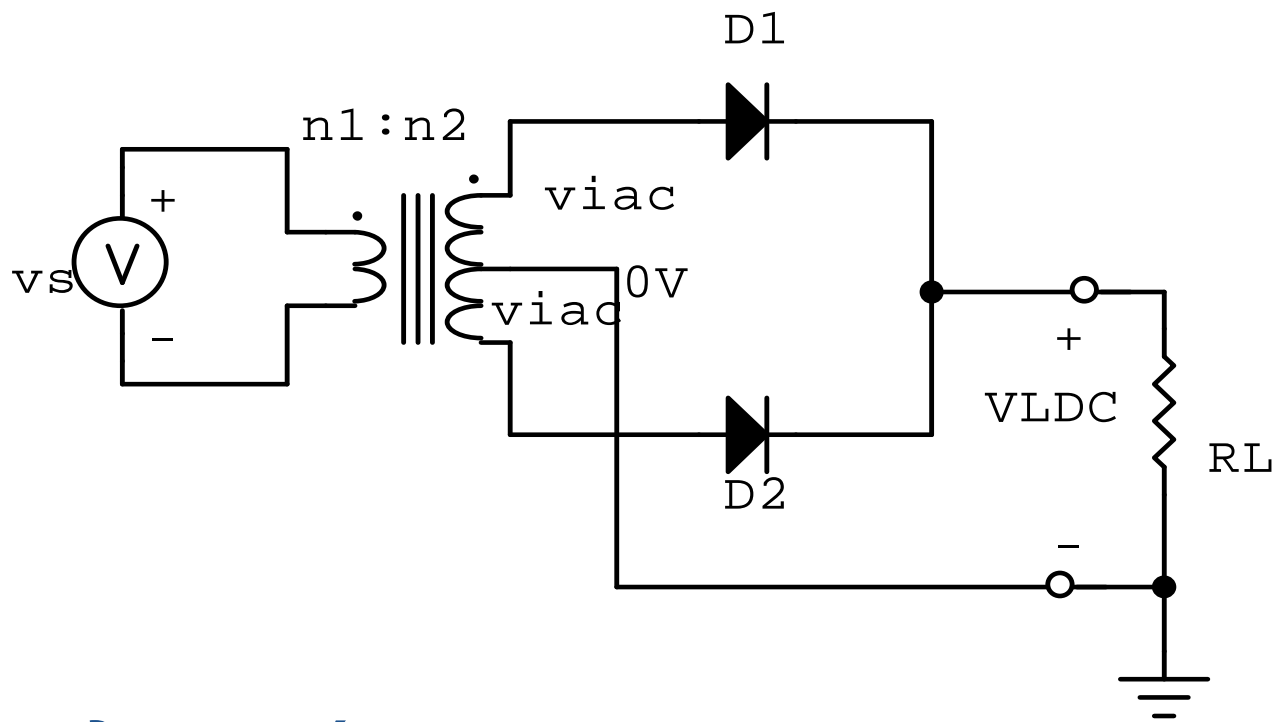
$$V_{\text{LDC}} = 0,9 \times 6\text{V} = 5,4\text{V}$$

Với sai số 10%

- Điện thế ra lớn hơn ở mạch chỉnh lưu bán kỳ

MẠCH CHỈNH LƯU TOÀN KỲ 2 DIODE

- Mạch thực tế thường theo dạng sau:



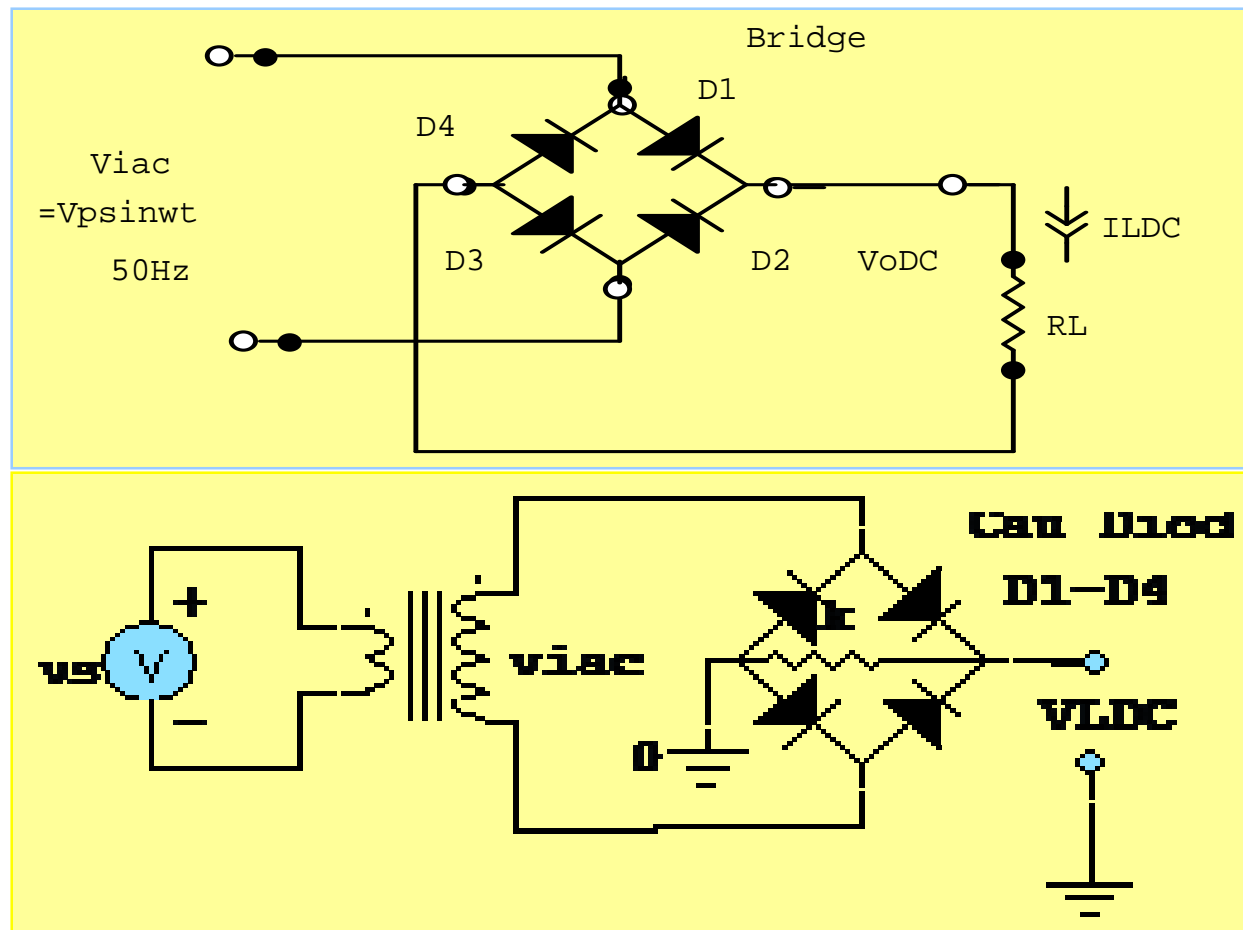
Do dễ nối ngõ ra vào các mạch điện ở sau



CẦU CHỈNH LƯU

b. Cầu chỉnh lưu (4Diod)

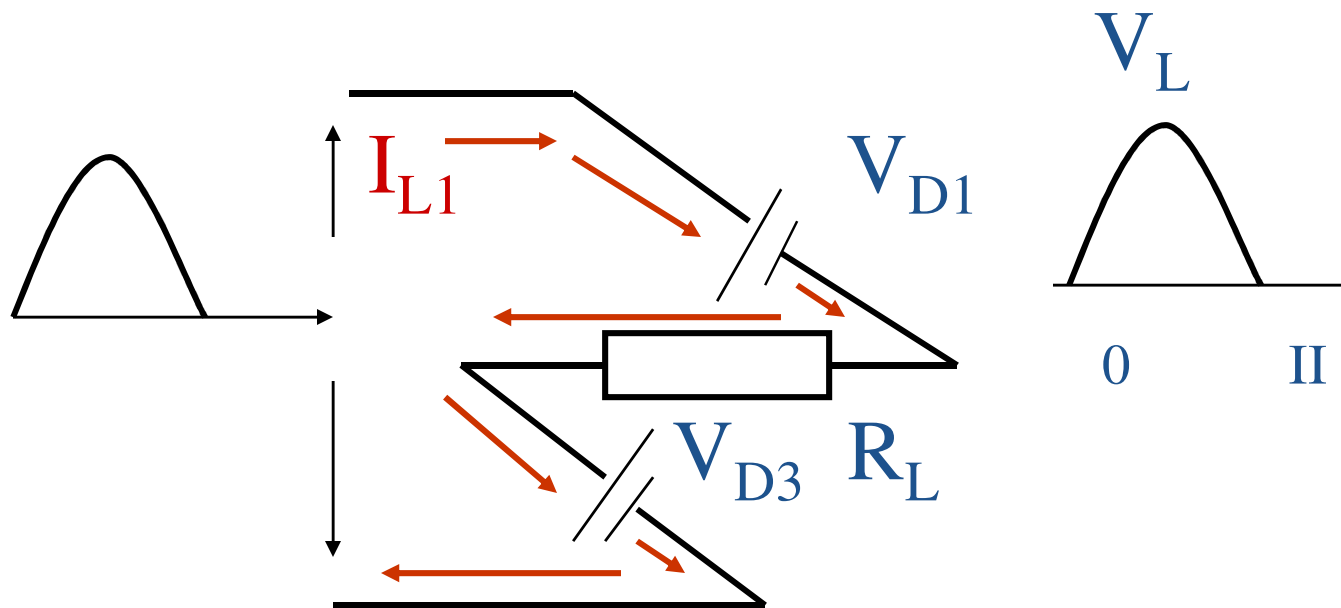
Xét mạch chỉnh lưu toàn kỳ 4 diod :





CẦU CHỈNH LƯU

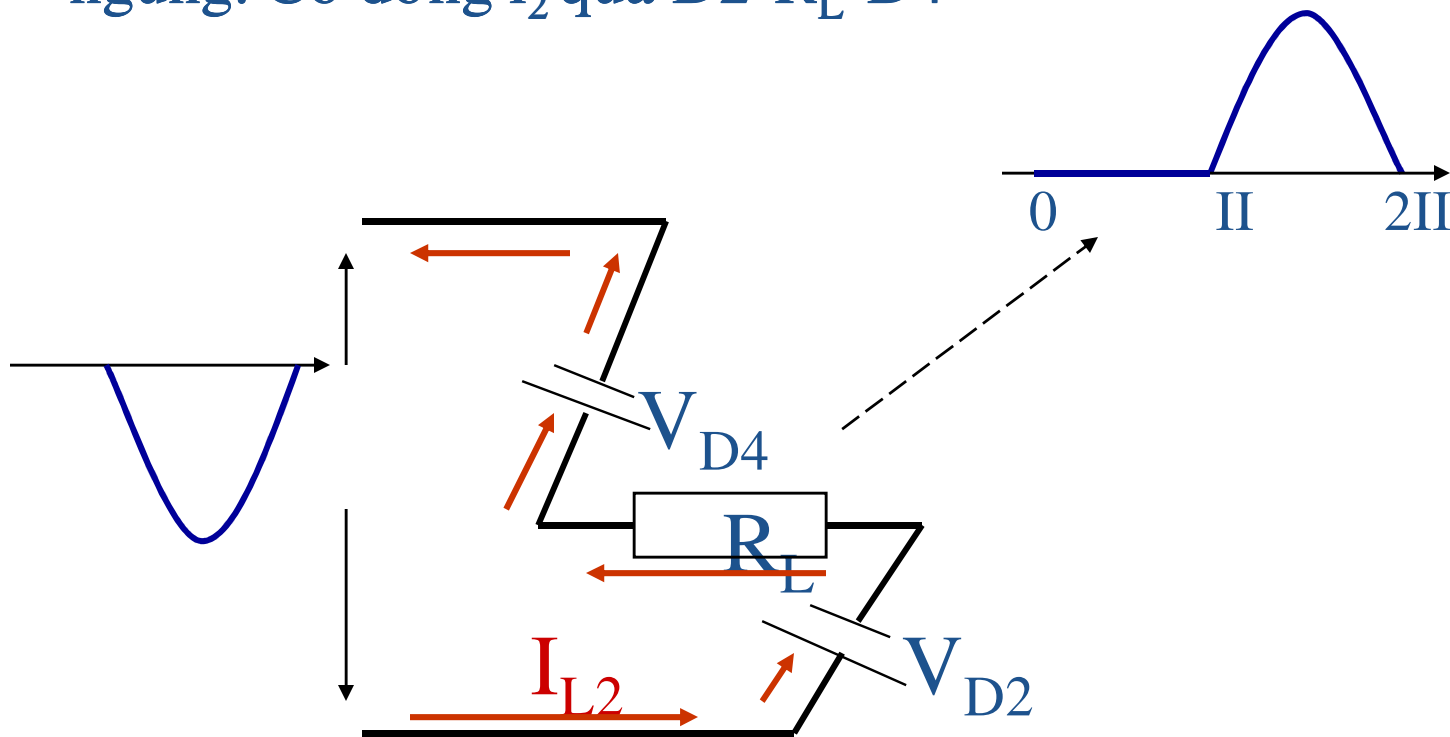
Bán kỳ dương: Diod D1 và D3 phân cực thuận nên dẫn, D2 và D4 phân cực nghịch nên ngưng. Có dòng i_1 qua diod D1 – tải R_L – D3





CẦU CHỈNH LƯU

Bán kỳ âm: Diod D2 và D3 phân cực thuận nên dẫn. D1 và D3 ngưng. Có dòng i_2 qua D2- R_L -D4



$$V_{LDC} \equiv V_{ODC} = 2(V_{ip} - 2V_D) / \pi \cong 2V_{ip} / \pi$$

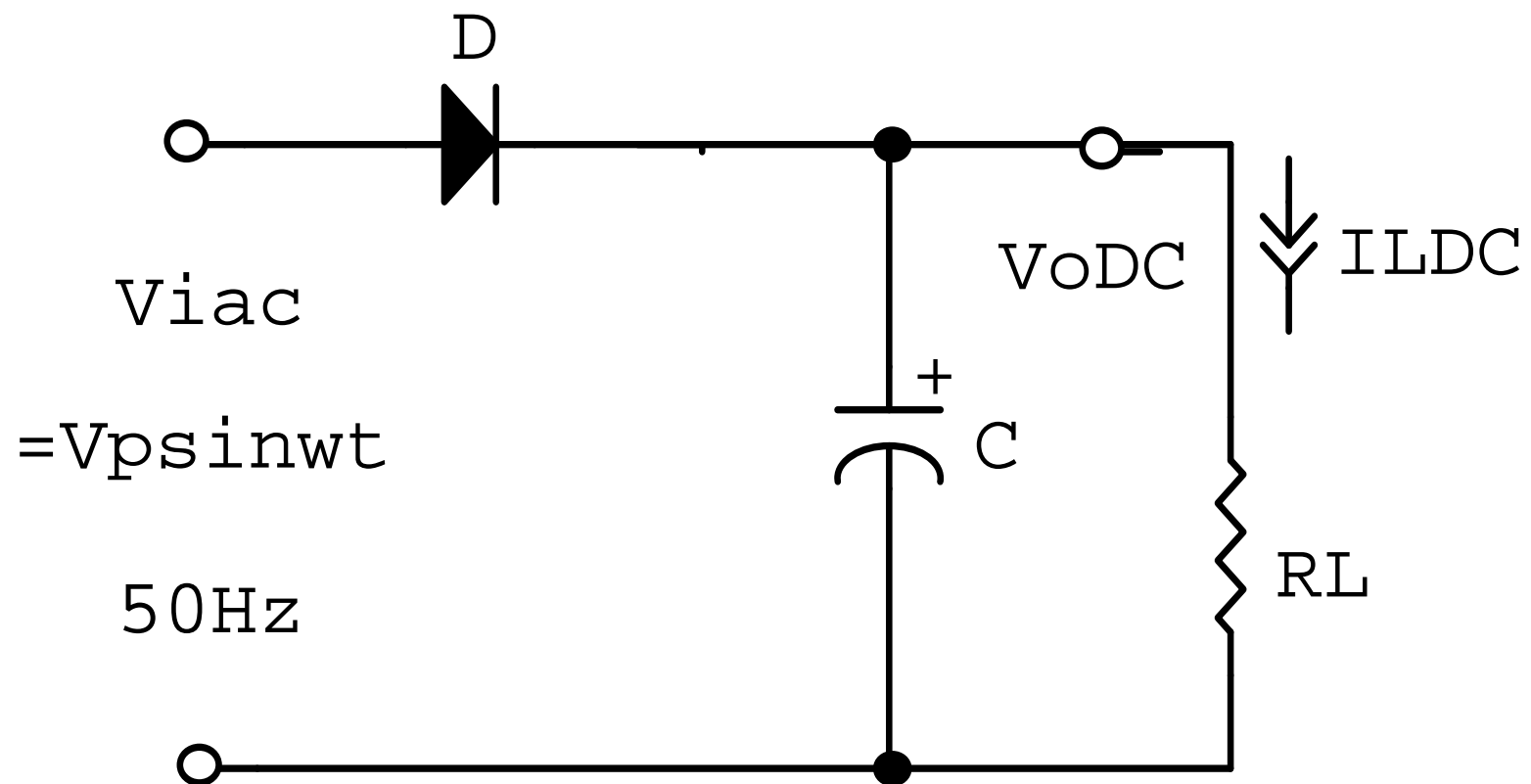


CẦU CHỈNH LƯU

- Mạch được sử dụng khi chỉnh lưu trực tiếp từ nguồn điện cung cấp, hoặc khi cuộn thứ cấp không có điểm giữa.
- Bán kỳ dương: Diod D1 và D3 phân cực thuận nên dẫn, D2 và D4 phân cực nghịch nên ngưng. Có dòng i_1 qua diod D1 – tải R_L – D3.
- Bán kỳ âm: Diod D2 và D3 phân cực thuận nên dẫn. D1 và D4 ngưng. Có dòng i_2 qua D2- R_L -D4.



MẠCH CHỈNH LƯU BÁN KỲ CÓ LỌC

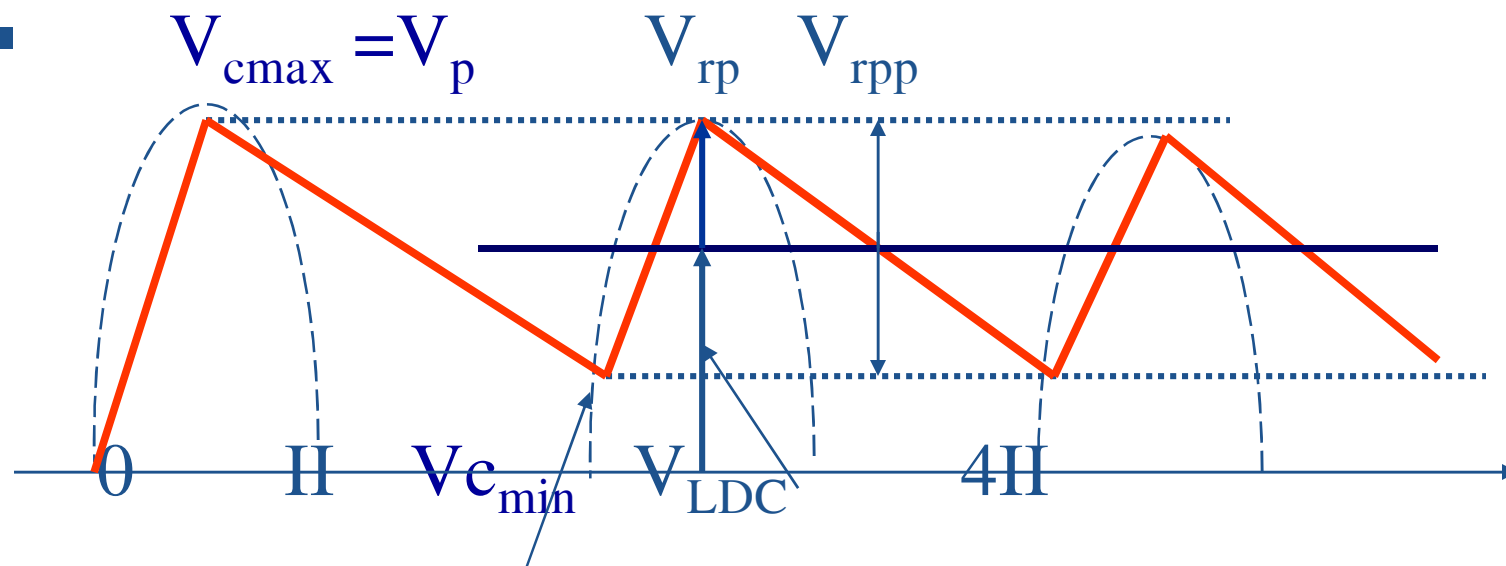




MẠCH CHỈNH LƯU BÁN KỲ CÓ LỘC

a. Mạch lọc trong chỉnh lưu bán kỳ

- Do tụ lọc có trị số lớn, nên dạng sóng nạp nhanh và xả chậm, nên dạng sóng ra khá thẳng (phẳng)
- Ta có hình vẽ sau (với cách vẽ phóng đại):





MẠCH CHỈNH LƯU BÁN KỲ CÓ LỌC

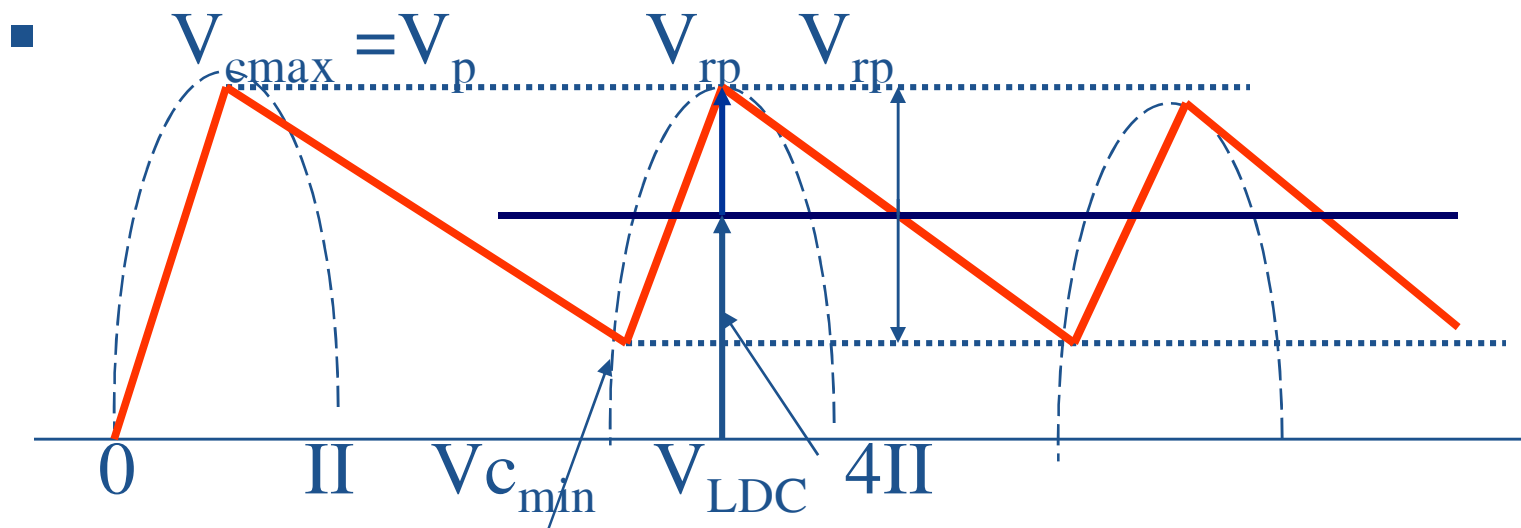
Theo hình vẽ ta có:

$$V_{LDC} = \frac{V_{c\max} + V_{c\min}}{2}$$

$$V_{rpp} = V_{c\max} - V_{c\min}$$

- Điện thế tụ xả:

$$V_C(t) = V_p e^{-t/\tau} = V_p e^{-t/R_L C}$$





MẠCH CHỈNH LƯU BÁN KỲ CÓ LỌC

Do thời hằng $\tau = R_L C$ rất lớn nên ta có $T_2 / R_L C$ rất bé, ta có thể khai triển theo cấp số Taylor với biến x nhỏ như sau:

Ta có:

$$V_C(t) = V_p e^{-t/\tau} = V_p e^{-t/R_L C}$$

$$V_C(T_2) = V_{c\min}(T_2) = V_p \left(1 - \frac{T_2}{R_L C} + \frac{1}{2!} \left(\frac{T_2}{R_L C} \right)^2 - \dots \right) \square$$

$$\cong V_p \left(1 - \frac{T_2}{R_L C} \right)$$

Điện thế trung bình ngõ ra:

$$V_{LDC} = \frac{V_p + V_p \left(1 - \frac{T_2}{R_L C} \right)}{2} = V_p \left(1 - \frac{T_2}{2 R_L C} \right)$$



MẠCH CHỈNH LƯU BÁN KỲ CÓ LỌC

* Và tính được điện thế dạng sóng đỉnh đỉnh:

Trường hợp chỉnh lưu bán kỳ:

$$V_{rpp} = V_p - V_p \left(1 - \frac{T_2}{R_L C} \right) = V_p \left(\frac{T_2}{R_L C} \right)$$

$$V_{rp} = \frac{V_{rpp}}{2} = \frac{V_p T_2}{2 R_L C}$$

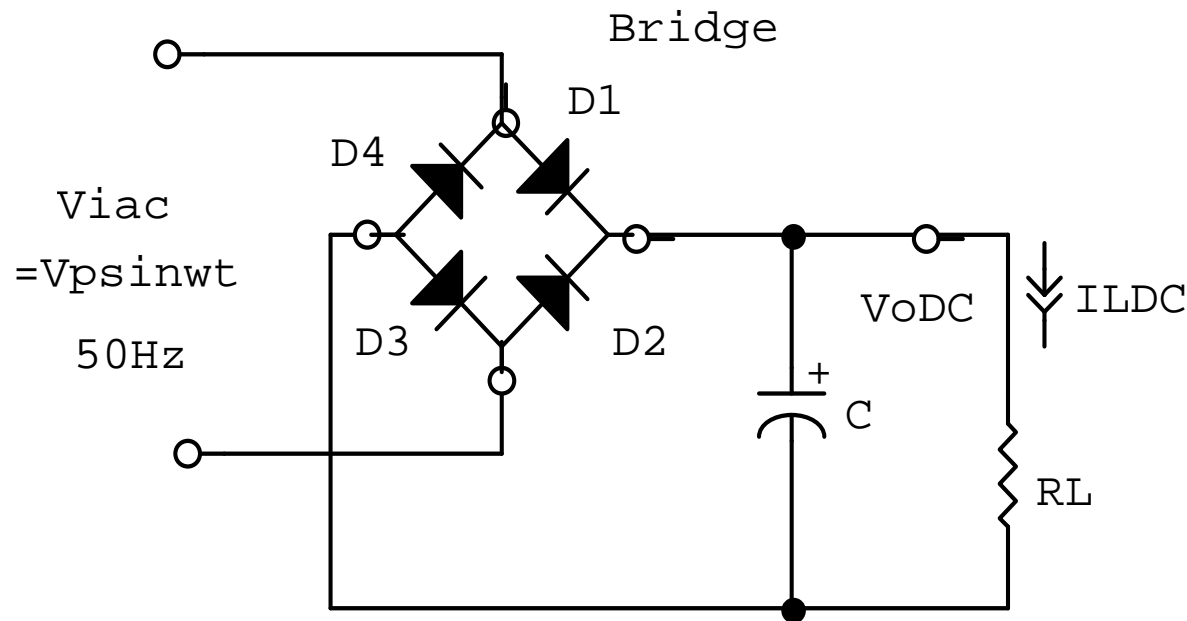
Do thời gian xả T_2 rất lớn xem như bằng chu kỳ T , ta được ($T_2 = T = 1/f = 1/50$):

$$V_{LDC} = V_p \left(1 - \frac{1}{2 f R_L C} \right) = V_p \left(1 - \frac{0,01}{R_L C} \right)$$

$$V_{rp} = V_p \frac{1}{2 f R_L C} = \frac{0,01 V_p}{R_L C}$$

MẠCH CHỈNH LƯU TOÀN KỲ CÓ LỌC

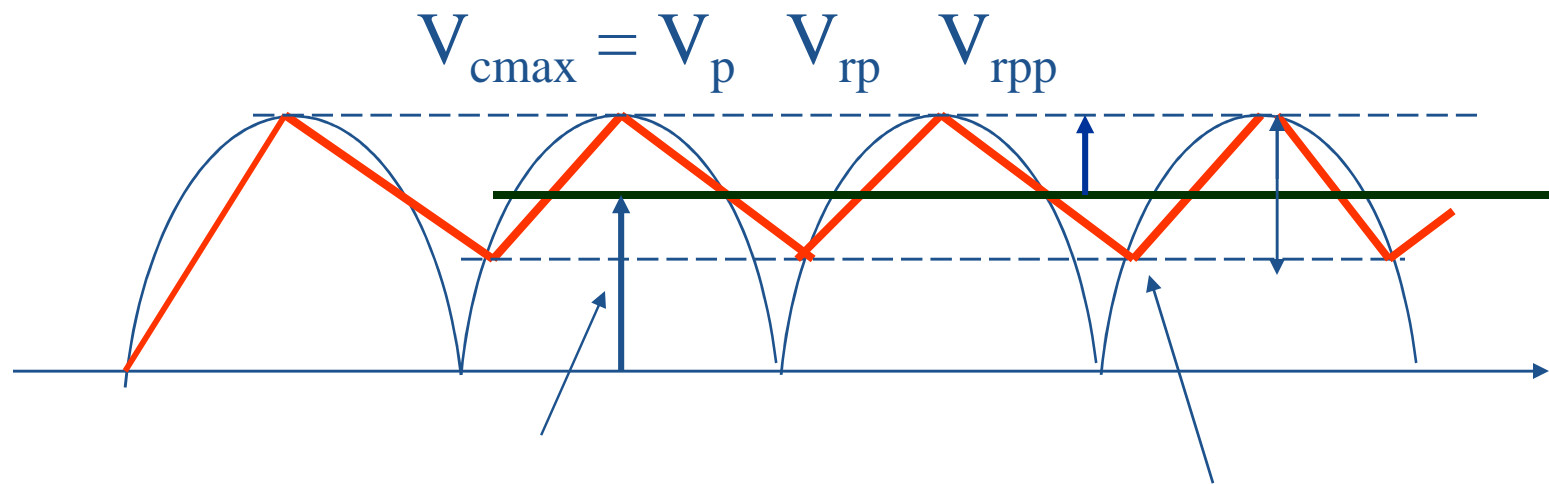
b. Mạch lọc trong chỉnh lưu toàn kỳ Tương tự ta có:



Ta có dạng sóng ngõ ra

MẠCH CHỈNH LƯU TOÀN KỲ CÓ LỌC

Dạng sóng ngõ ra mạch chỉnh lưu và lọc toàn kỳ



$$V_{LDC} T_2 = T V_{cmin}$$



MẠCH CHỈNH LƯU TOÀN KỲ CÓ LỌC

Do thời gian xả điện gần bằng nửa chu kỳ $T_2 = T/2 = 1/2f$ nên thay vào công thức trên ta có kết quả:

Điện thế trung bình ngõ ra:

$$V_{LDC} = V_p \left(1 - \frac{1}{4 f R_L C} \right) = V_p \left(1 - \frac{0,005}{R_L C} \right)$$
$$V_{rp} = V_p \frac{1}{4 f R_L C} = \frac{0,005 V_p}{R_L C}$$

Trị số đỉnh điện thế dợn sóng:

$$V_{rp} = V_p \frac{1}{4 f R_L C} = \frac{0,005 V_p}{R_L C}$$



MẠCH CHỈNH LƯU TOÀN KỲ CÓ LỌC

Chú ý: Khi có V_p (hay V_{op}) nhỏ, ta phải kể đến V_D và thay V_{op} bằng (V_{op}') với

- Mạch chỉnh lưu và lọc 1 bán kỳ và toàn kỳ 2 diod:

$$V_{op} \rightarrow V_{op}' = V_{ip} - V_D$$

- Mạch lưu toàn kỳ 4 diod (cầu chỉnh lưu):

$$V_{op} \rightarrow V_{op}' = V_{ip} - 2V_D$$



MẠCH CHỈNH LƯU TOÀN KỲ CÓ LỘC

Thành phần dợn sóng (AC)

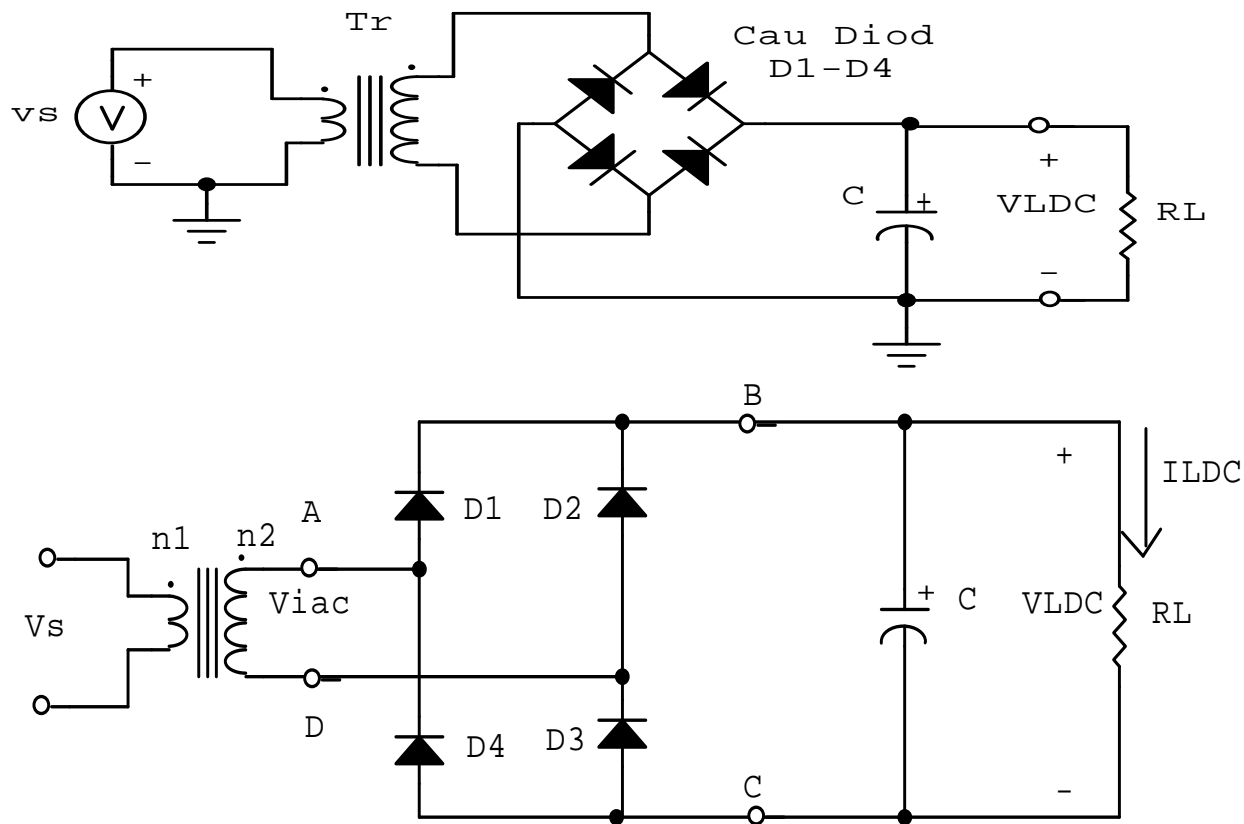
- Trị hiệu dụng điện thế dợn sóng
Điện thế xã có dạng sóng tam giác

$$v_r = \frac{V_{rp}}{T} t$$

$$\begin{aligned} V_{r(hd)} &= \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{V_{rp}}{T} t \right)^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \left(\frac{V_{rp}^2}{3T^2} t^3 \right)_0^T} \\ &= \sqrt{\left(\frac{V_r^2}{3T^3} T^3 \right)} = \frac{V_{rp}}{\sqrt{3}} \end{aligned}$$

MẠCH CHỈNH LƯU TOÀN KỲ CÓ LỌC

- Mạch vẽ theo dạng thông thường





MẠCH CHỈNH LƯU TOÀN KỲ CÓ LỌC

Hệ số dợn sóng r

Định nghĩa:

$$r = \frac{V_{rhd}}{V_{LDC}} ; \quad V_{rp} = \frac{V_{rpp}}{2} = \frac{V_p T_2}{2 R_L C}$$

$$V_{rhd} = \frac{V_{rp}}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{V_p T_2}{2 R_L C} \Rightarrow$$

$$V_{rhd(bk)} = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{V_p}{(2f)(R_L C)}$$

$$V_{rhd(tk)} = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{V_p}{(4f)(R_L C)}$$



MẠCH CHỈNH LƯU TOÀN KỲ CÓ LỌC

Kết quả: Với $f = 50\text{Hz}$

❖ Chỉnh lưu bán kỳ:

$$r = \frac{1}{\sqrt{3}(2f)(R_L C)} = \frac{(5800)10^{-6}}{R_L(\Omega)C(F)} \quad (bk)$$

❖ Chỉnh lưu toàn kỳ:

$$r = \frac{1}{\sqrt{3}(4f)(R_L C)} = \frac{(2900)10^{-6}}{R_L(\Omega)C(F)} \quad (tk)$$

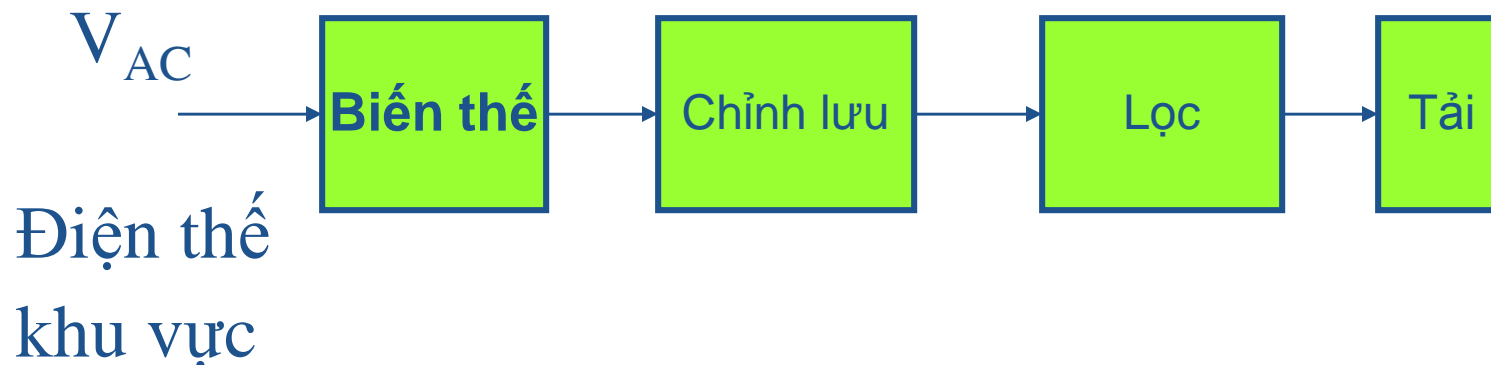
$$C = \frac{0,29}{(R_L(\Omega)r\%)}(F) \quad (tk)$$



BỘ CẤP ĐIỆN DC

1. Bộ cấp điện đơn giản

- Mạch gồm các thành phần chủ yếu sau:

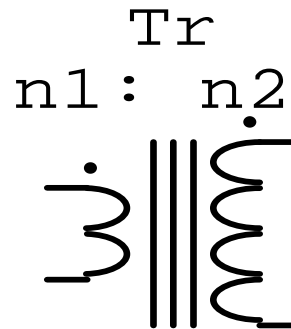


- Trong hầu hết các thiết bị điện tử bán dẫn sử dụng biến thế hạ thế.



BỘ CẤP ĐIỆN DC

- Cách phân giải mạch tương tự như đã khảo sát ở trên. Trong thực tế thiết kế phải xét đến các chỉ tiêu kỹ thuật:
 - Biến thế:
 - Tỉ số vòng: $V_2 / V_1 = n_2 / n_1$
 - Dòng điện: $I_1 / I_2 = n_2 / n_1$
 - Công suất: $P_1 = P_2 \rightarrow V_1 I_1 = V_2 I_2$





➤ **Diod chỉnh lưu hoặc cầu diod:**

- Điện thế cực đại, PIV
- Dòng điện cực đại, I_{surge}
- Công suất, dải nhiệt độ

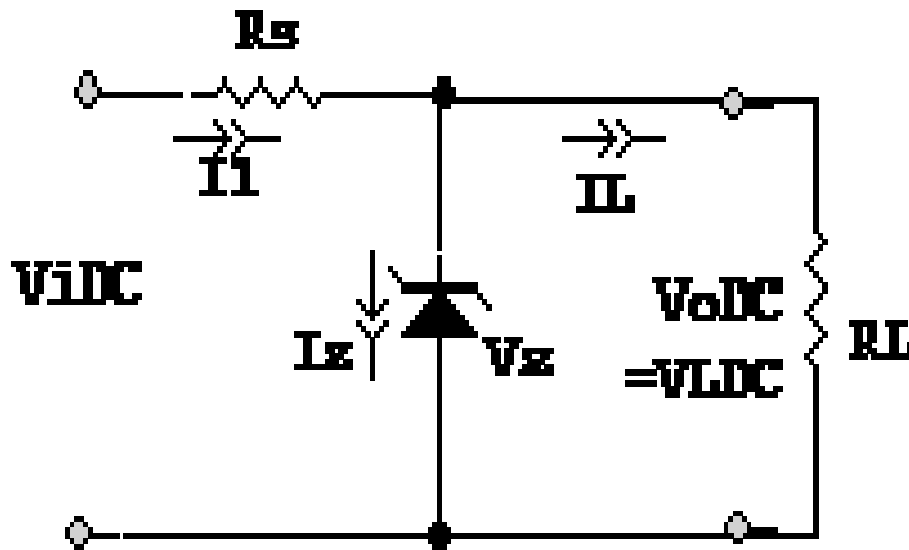
➤ **Tụ điện lọc:**

- Trị số điện dung C
- Điện thế làm việc (W.V)



MẠCH ỔN ÁP ZENER

a. Mạch điện:



R_s điện trở giới hạn dòng

R_L điện trở tải



MẠCH ỔN ÁP ZENER

- Điện thế ngõ ra:

$$V_{ODC} = V_{LDC} = V_Z$$

- Dòng điện:

$$I_1 = I_Z + I_L \rightarrow I_Z = I_1 - I_L$$

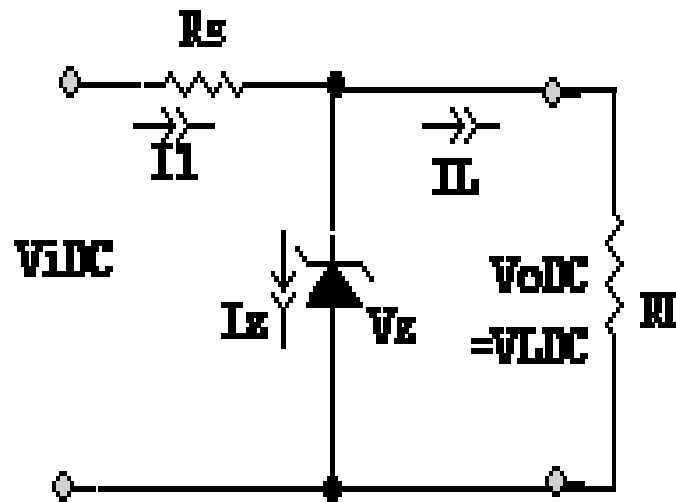
$$I_1 = (V_{iDC} - V_Z) / R_S$$

$$I_L = V_{LDC} / R_L$$

- Công suất tiêu tán: $P_Z = V_Z I_Z < P_{ZM}$

$$P_{RS} = I_1^2 R_S$$

$$P_L = V_{ODC}^2 / R_L$$





MẠCH ỔN ÁP ZENER

Điều kiện để Zener hoạt động

- Khi chưa mắc diod Zener phải có:

$$V_{LDC} = \frac{R_L}{R_L + R_S} V_{iDC} > V_Z \quad (I)$$

- Khi có mắc diode Zener, ta có:

$$V_{ODC} = V_Z$$

$$I_{Zk} < I_Z < I_{ZM} = \frac{P_{ZM}}{V_Z} \quad (II)$$



MẠCH ỔN ÁP ZENER

Xét các trường hợp thường gặp sau:

- Giả sử V_Z không đổi, chỉ có các đại lượng thay đổi sau đây:
 1. Khi V_{iDC} thay đổi, R_S và R_L không đổi
 2. Khi R_L thay đổi, V_{iDC} và R_S không đổi
 3. Khi V_{iDC} và R_S thay đổi, nhưng R_L không đổi.

Tìm các giá trị giới hạn (cực đại hoặc cực tiểu) V_{iDC} , R_L , R_S tương ứng để mạch ổn áp vẫn hoạt động tốt.



MẠCH ỔN ÁP ZENER

1. Trường hợp V_{ic} thay đổi, R_L và R_S không đổi

Tìm giới hạn V_{iDCmin} và V_{iDCmax} để mạch vẫn hoạt động

- V_{iDCmin} : khi chưa mắc diod Zener
- V_{iDCmax} :
$$V_{LDCmin} = \frac{R_L}{R_S + R_L} V_{iDC} > V_Z$$

Hoặc

$$V_{LDCmax} = \frac{R_L}{R_S + R_L} V_{iDC} > V_Z$$
$$I_Z = I_{1max} - I_L < I_{ZM}$$
$$= \frac{V_{iDCmax} - V_Z}{R_S} - \frac{V_{oDC}}{R_L} < I_{ZM}$$

$$V_{LDCmin} = I_{1min} R_s + V_Z$$

$$V_{LDCmax} = I_{1max} R_s + V_Z$$

$$I_{Zk} < I_Z < I_{ZM}$$



MẠCH ỔN ÁP ZENER

2. Trường hợp R_L thay đổi

Trong giới hạn R_{Lmin} và R_{Lmax} , tương ứng với I_{Lmax} và I_{Lmin} :

$$I_1 = I_{LDC} + I_Z = I_{LDCmax} + I_{Zmin} = I_{LDCmin} + I_{Zmax} = h.s.$$

$$I_{LDCmax} = I_1 - I_{Zmin}$$

$$R_{Lmin} = \frac{V_{LDC}}{I_{LDCmax}} = \frac{V_Z}{I_1 - I_{Zmin}}$$

$$I_{LDCmin} = I_1 - I_{Zmax}$$

$$R_{Lmax} = \frac{V_{LDC}}{I_{LDCmin}} = \frac{V_Z}{I_1 - I_{Zmax}}$$

$$R_{Lmin} < R_L < R_{Lmax}$$

$$I_{Zk} < I_Z < I_{ZM}$$



MẠCH ỔN ÁP ZENER

Điều kiện thiết kế mạch ổn áp

a) Chọn R_s để diod Zener luôn hoạt động trong 2 điều kiện xấu nhất là có cùng một lúc các trường hợp sau:

(i) + V_{iDCmin} và I_{Lmax} :

$$I_Z = \frac{V_{iDCmin} - V_Z}{R_S} - I_{Lmax} \geq I_{ZK} = I_{Zmin}$$

$$\Rightarrow R_S \leq \frac{V_{iDCmin} - V_Z}{I_{Zmin} + I_{Lmax}} \quad (1)$$



MẠCH ỔN ÁP ZENER

(ii) + V_{iDCmax} và I_{Lmin}

$$I_Z = \frac{V_{iDCmax} - V_Z}{R_S} - I_{Lmin} \leq I_{Zmax}$$

$$\Rightarrow R_S \geq \frac{V_{iDCmax} - V_Z}{I_{Zmax} + I_{Lmin}} \quad (2)$$

$$(1) = (2) \Rightarrow \frac{V_{iDCmax} - V_Z}{I_{Zmax} + I_{Lmin}} \leq R_S \leq \frac{V_{iDCmin} - V_Z}{I_{Zmin} + I_{Lmax}}$$



MẠCH ỔN ÁP ZENER

2. Chọn R_S khi có tải hở

Khi tải hở $I_L=0$ và do đó $I_Z = I_{1\max}$:

$$I_Z = I_{1\max} = \frac{V_{iDC\max} - V_Z}{R_S} \leq I_{ZM}$$

Ta cũng có thể xét trực tiếp điều kiện công suất :

$$P_Z = V_Z I_Z \leq P_{ZM}$$



MẠCH ỔN ÁP ZENER

Các đại lượng đặc trưng

Ta có các định nghĩa sau:

Do diod Zener thực tế có điện trở r_z nên điện thế ngõ ra :

$$V_{oDC} = V_z + I_z r_z \quad (1)$$

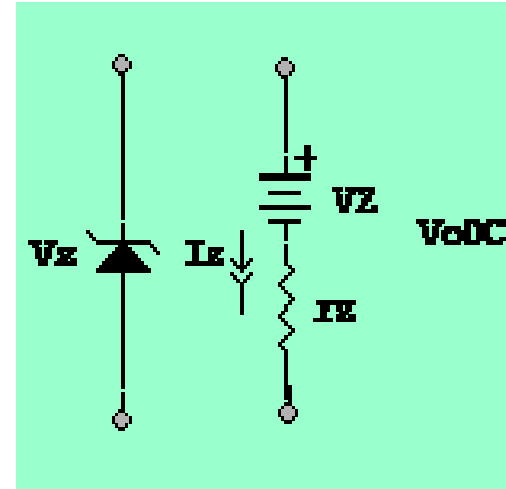
$$\Delta V_z = \Delta I_z$$

thay vào công thức $I_1 = I_z + I_L$ (2)

ta được:

$$\frac{V_{iDC} - V_{oDC}}{R_s} = \frac{V_{oDC} - V_z}{r_z} + I_L$$

$$V_{oDC} = \frac{r_z}{r_z + R_s} V_{iDC} + \frac{R_s}{r_z + R_s} V_z + I_L \quad (3)$$





MẠCH ỔN ÁP ZENER

- Hệ số điều thế:

$$S_v = dV_{ODC} / dV_{iDC} = [r_z / (r_z + R_s)]$$

- Độ ổn định điện thế ra:

$$\begin{aligned} V_R &= dV_{ODC} / V_{ODC} = \\ &= [r_z / (r_z + R_s)] [dV_{iDC} / V_{ODC}] \end{aligned}$$

- Tổng trở ra :

$$R_O = dV_{ODC} / I_{ODC} = r_z // R_s = [r_z R_s / (r_z + R_s)]$$

- Hệ số truất tải dạng sóng:

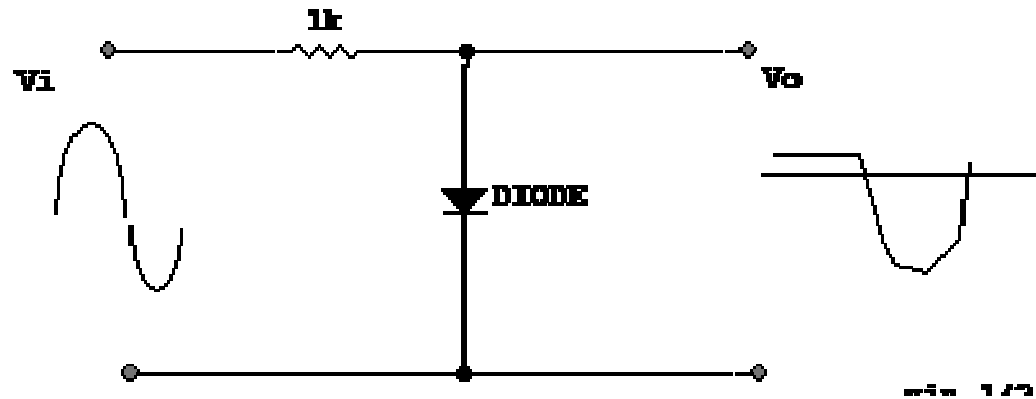
$$RRR(\text{dB}) = 20 \log(V_{ri} / V_{ro}) = 20 \log[(R_s + r_z) / r_z]$$



MẠCH XÉN (CẮT)

1. Mạch xén song song

a. Mạch xén trên

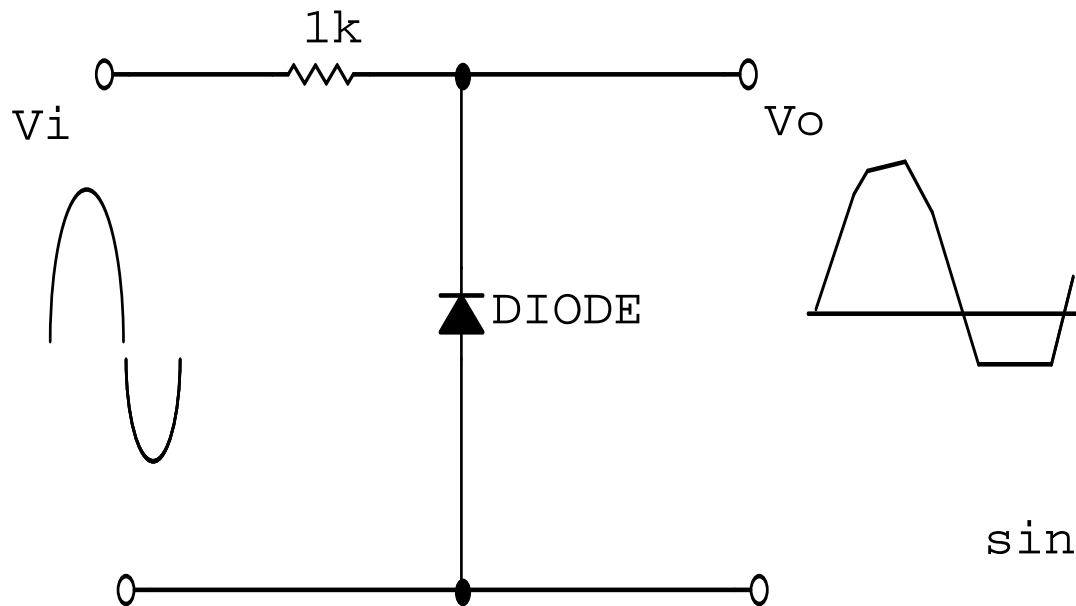


- $V_i > 0,6V$: Diod dẫn $\rightarrow V_o = V_D = +0,6V$
- $V_i < 0,6V$: Diod ngưng $\rightarrow V_o = V_i$ (bán kỳ âm)



MẠCH XÉN (CẮT)

b. Mạch xén dưới

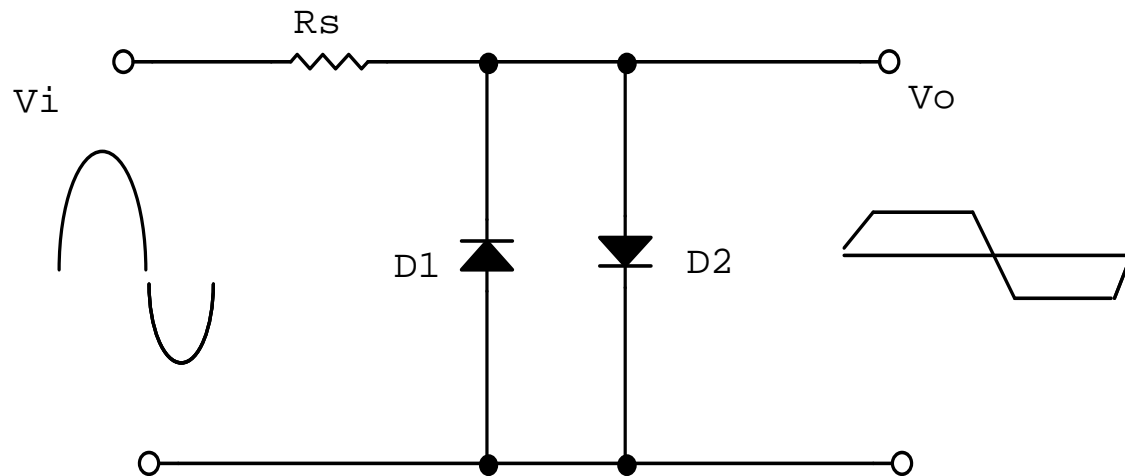


- $V_i > 0,6V$: Diod ngưng $\rightarrow V_o = V_i$ (bán kỳ dương)
- $V_i > 0,6V$: Diod dẫn $\rightarrow V_o = V_D = - 0,6V$



MẠCH XÉN (CẮT)

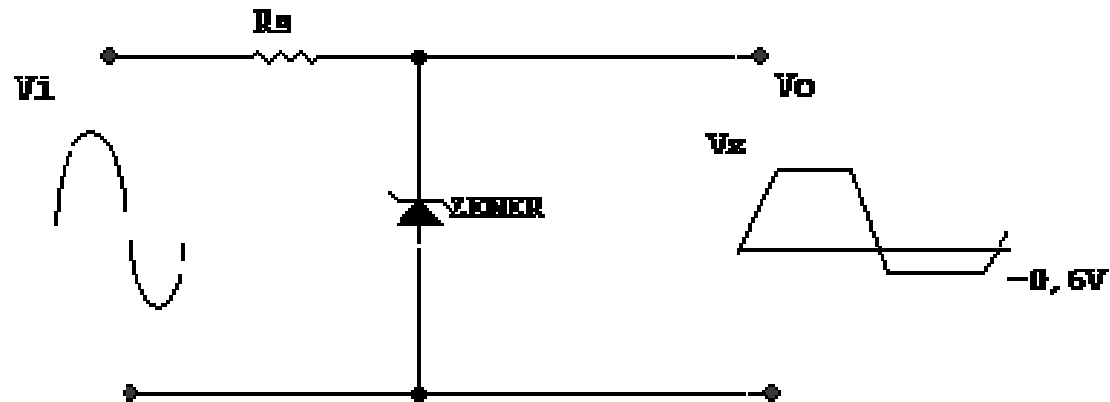
c. Mạch xén trên và dưới



- $V_i > 0,6V$: Diod D2 dẫn $\rightarrow V_o = +0,6V$
- $V_i < 0,6V$: Diod D1 dẫn $\rightarrow V_o = -0,6V$

MẠCH XÉN DÙNG DIOD ZENER

a. Mạch xén trên

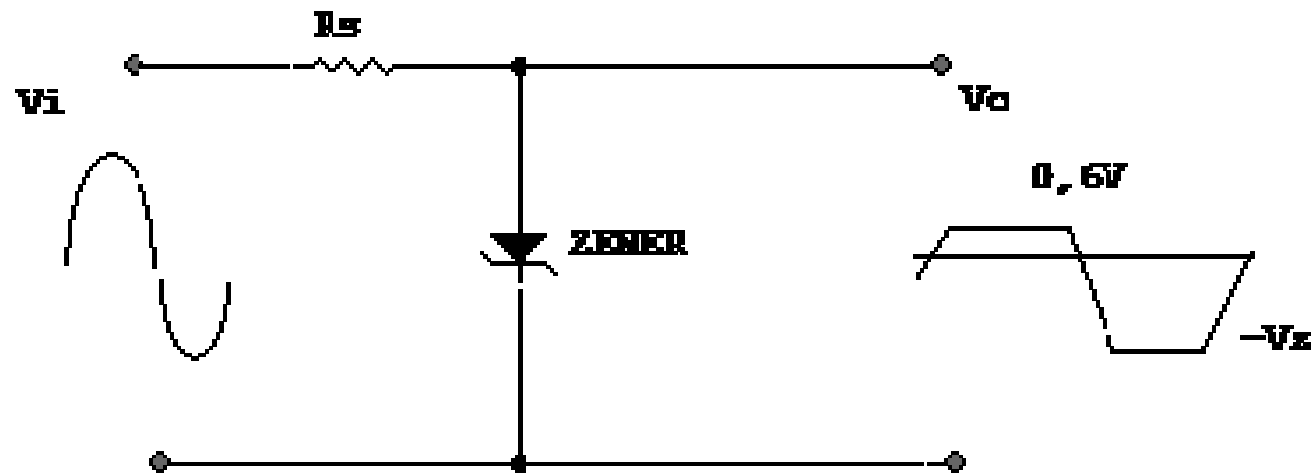


$V_i > 0$: Diod Zener phân cực nghịch dẫn huỷ
thác $\rightarrow V_o = V_z$

$V_i < 0$: Diod Zener phân cực thuận , dẫn như
diod thường $\rightarrow V_o = - 0,6V$

MẠCH XÉN DÙNG DIOD ZENER

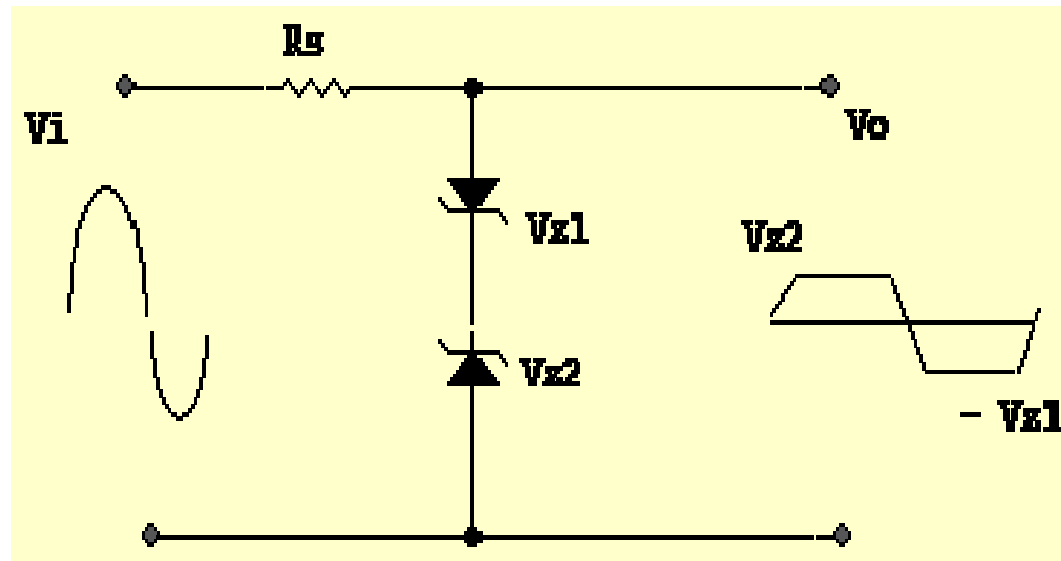
b. Mạch xén dưới



- $V_i > 0$: Diod Zener phân cực thuận , dẫn như diod thường $\rightarrow V_o = + 0,6V$
- $V_i < 0$: Diod Zener phân cực nghịch dẫn huỷ thác $\rightarrow V_o = - V_z$

MẠCH XÉN DÙNG DIOD ZENER

c. Mạch xén trên và dưới



$V_i > 0$: Diod Zener 2 dẫn $\rightarrow V_o = +V_{z2}$

$V_i < 0$: Diod Zener 1 dẫn $\rightarrow V_o = -V_{z1}$



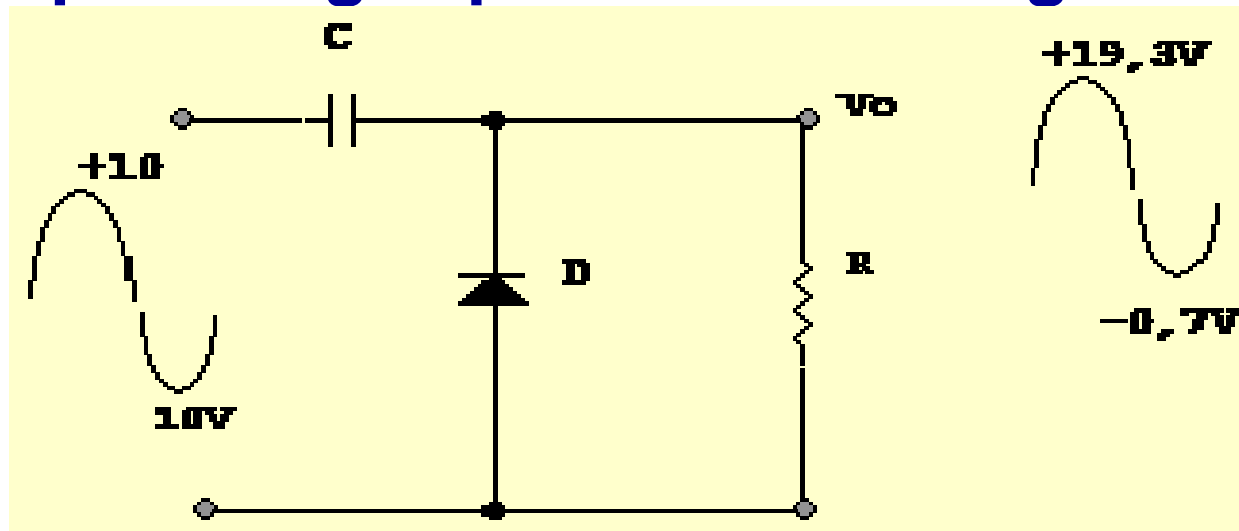
MẠCH NÂNG

- Là mạch cộng thêm thành phần DC vào tín hiệu AC.
- Mạch gồm C, R và diod. Thường chọn thời hằng $RC \gg 10 T$
- Có nhiều dạng mạch tùy theo cách mắc diod.



MẠCH NÂNG

1. Mạch nâng điện thế DC dương



Ở bán kỳ âm, diod dẫn $\rightarrow V_o = -0,7V$

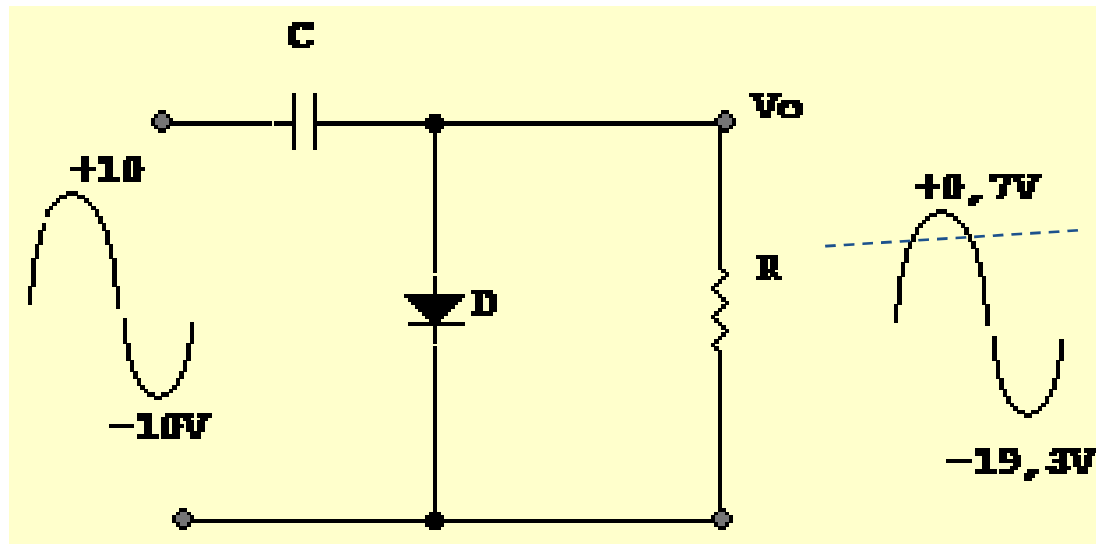
Ở bán kỳ dương tiếp theo diod ngưng \rightarrow tụ C nạp đầy với điện thế $(V_p - V_D) + V_p - V_D = 9,3V + 10 - 0,7 = 19,3V$

Điện thế trung bình $10 - 0,7 = 9,3V$



MẠCH NÂNG

2. Mạch nâng điện thế DC âm



Ở bán kỳ dương, diod dẫn $\rightarrow V_o = +0,7V$

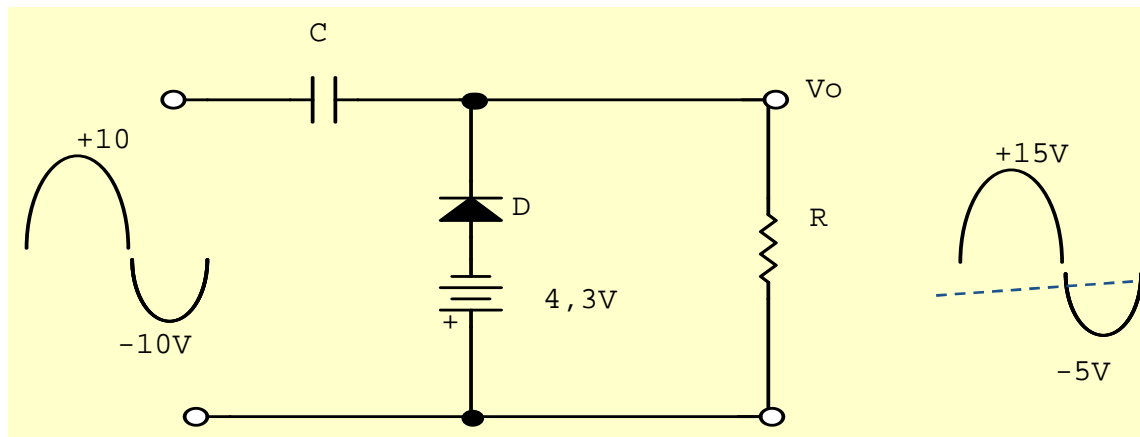
Ở bán kỳ âm tiếp theo diod ngưng \rightarrow tụ C đầy với điện thế $-(V_p - V_D) + V_p - V_D = -(9,3V + 10 - 0,7) = -19,3V$

Điện thế trung bình $-(10 - 0,7) = -9,3V$



MẠCH NÂNG

3. Mạch nâng có phân cực trước



- Bán kỳ âm: $V_i < -5V$, Diod ngưng $\rightarrow V_o = -(V_D + V_{DC}) = -(0,7V + 4,3V) = -5V$
- Bán kỳ dương tiếp theo: Diod ngưng \rightarrow tụ nạp đầy $10V + 5V = 15V$

Vậy tín hiệu ra vẫn 20Vpp nhưng với trị trung bình +5V.

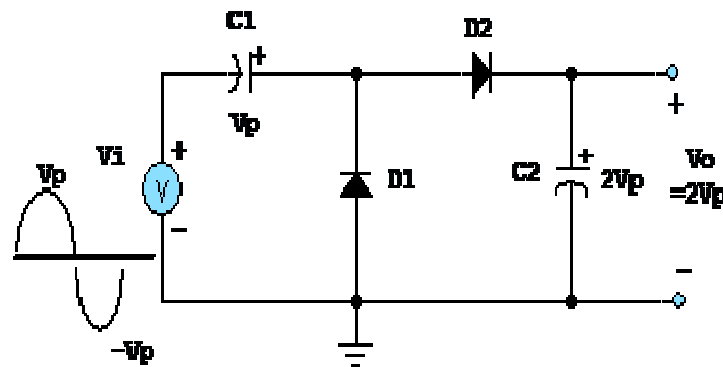
➤ Mạch thường dùng để nâng điện thế thêm của tín hiệu video trong truyền hình.



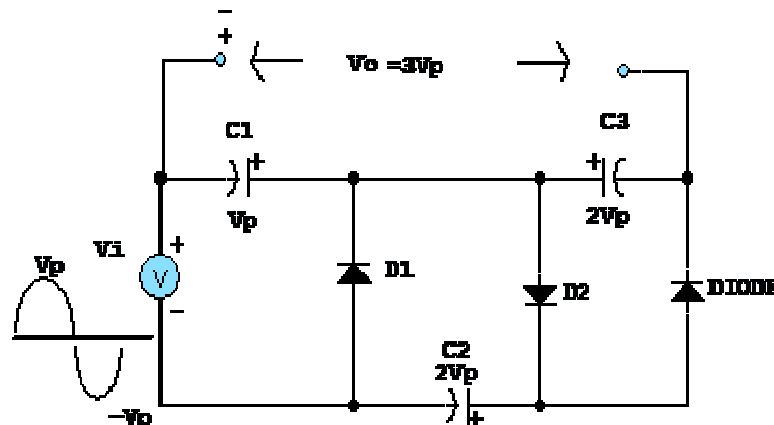
MẠCH NÂNG

VI. Mạch nhân điện thế

1. Mạch nhân đôi điện thế kiểu bán kỳ (kiểu Schenkel)



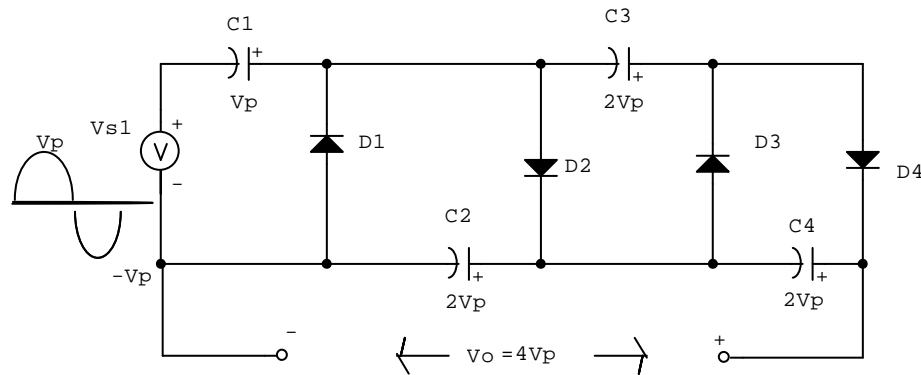
2. Mạch nhân ba điện thế



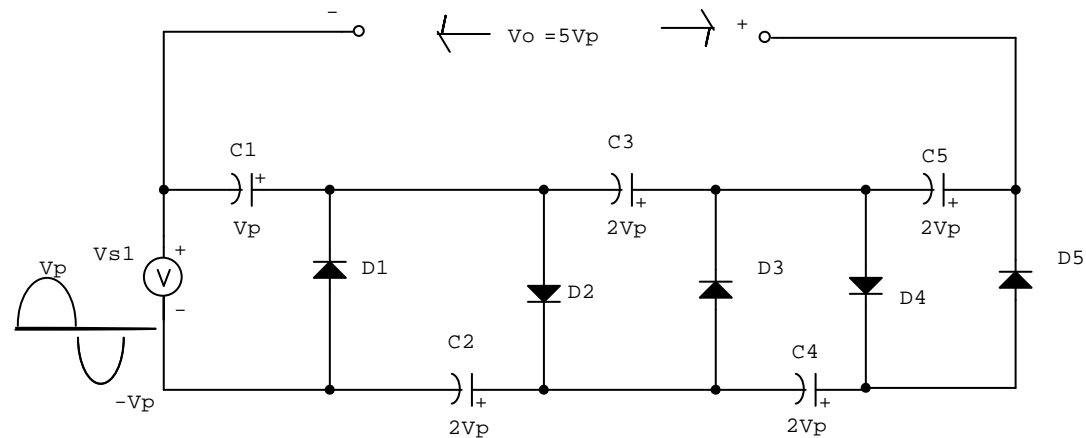


MẠCH NÂNG

4. Mạch nhân bốn điện thế



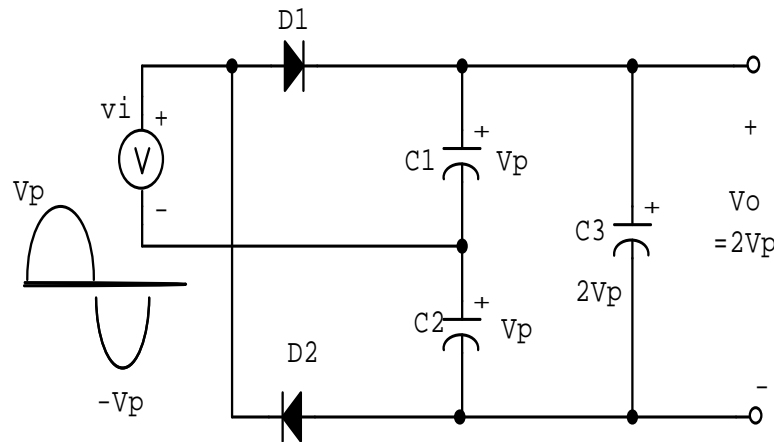
5. Mạch nhân năm điện thế





MẠCH NÂNG

6. Mạch nhân đôi điện thế toàn kỳ (kiểu De Latour)



- Bán kỳ dương, D1 dẫn, D2 ngưng: Tụ C1 nạp $V_{c1} = V_p$
- Bán kỳ âm tiếp theo, D2 dẫn, D1 ngưng: Tụ C2 nạp $V_{c2} = V_p$
- Kết quả sau một chu kỳ ta có điện thế ngõ ra (hai đầu C3):

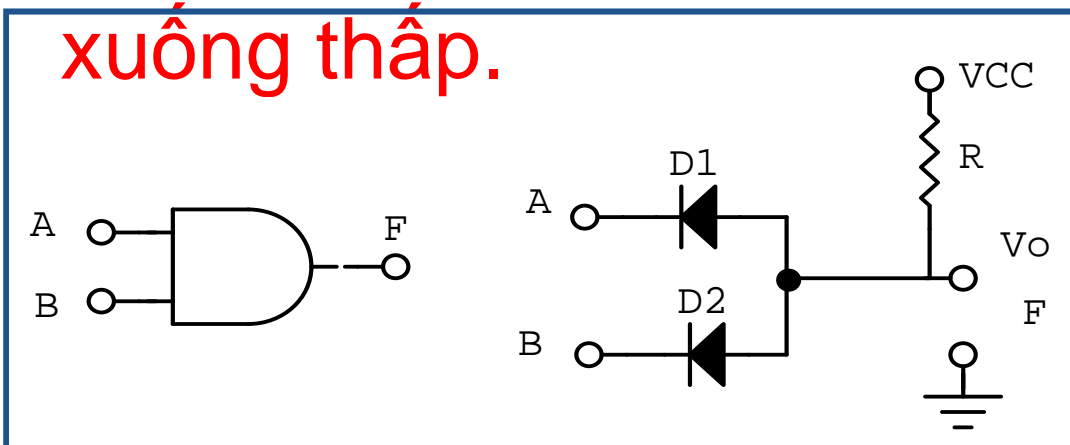
$$V_o = V_{c1} + V_{c2} = V_p + V_p = 2V_p$$



CỔNG LOGIC DÙNG DIODE

a. Cổng AND : $F = A.B$

$F = 1$ khi và chỉ khi có 2 ngõ vào đều ở mức cao, $F = 0$ khi có 1 ngõ vào xuống thấp.



B	A	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Với : 1 = mức cao = 4.3 – 5 V

0 = mức thấp = 0 – 0,7V



CỔNG LOGIC DÙNG DIODE

- Phân giải cổng AND

2 diod D1, D2 đều dẫn

D1 dẫn, D2 ngưng

D1 ngưng, D2 dẫn

D1 và D2 đều ngưng

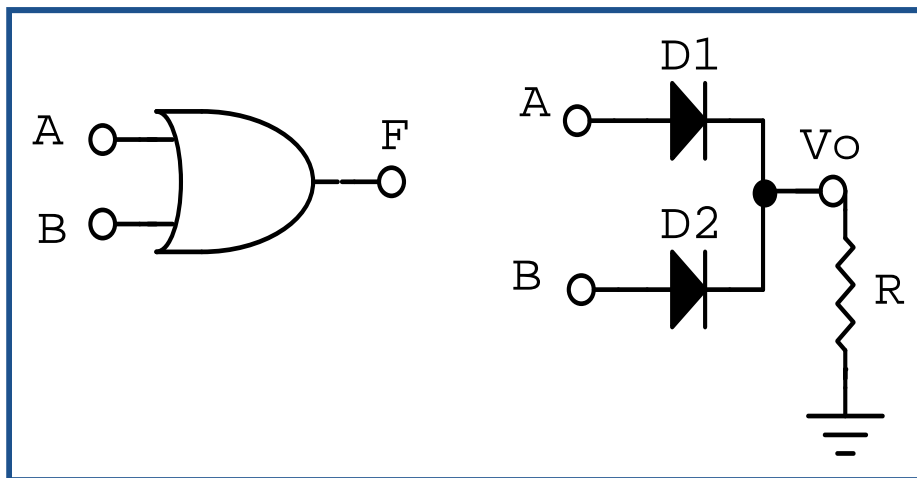
B	A	Vo
0V	0V	0,7V
0V	5V	0,7V
5V	0V	0,7V
5V	5V	5V



CỔNG LOGIC DÙNG DIODE

b. Cổng OR: $F = A + B$

$F = 1$ Khi chỉ cần có 1 biến lên mức cao.



B	A	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

- Mức cao = 4,3 – 5 V
- Mức thấp = 0V



CỔNG LOGIC DÙNG DIODE

Phân giải mạch cổng OR

Diod D1 và D2 ngưng

D1 dẫn, D2 ngưng

D1 ngưng, D2 dẫn

D1 và D2 đều dẫn

B	A	Vo
0V	0V	0V
0V	5V	4,3V
5V	0V	4,3V
5V	5V	4,3V

