

**BỘ GIÁO DỤC VÀO ĐÀO TẠO
ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật TP.HCM**

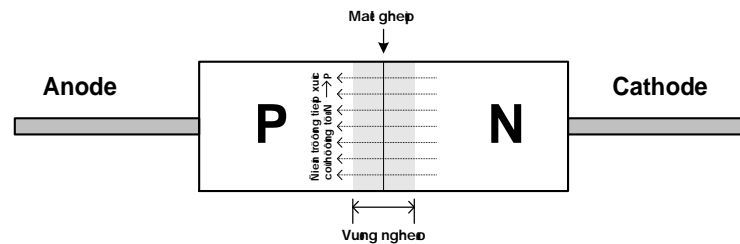


**KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ
Bộ Môn Cơ Sở Kỹ Thuật Điện**

Chương : DIODE VÀ MẠCH ỨNG DỤNG

2.1 Diode chỉnh lưu

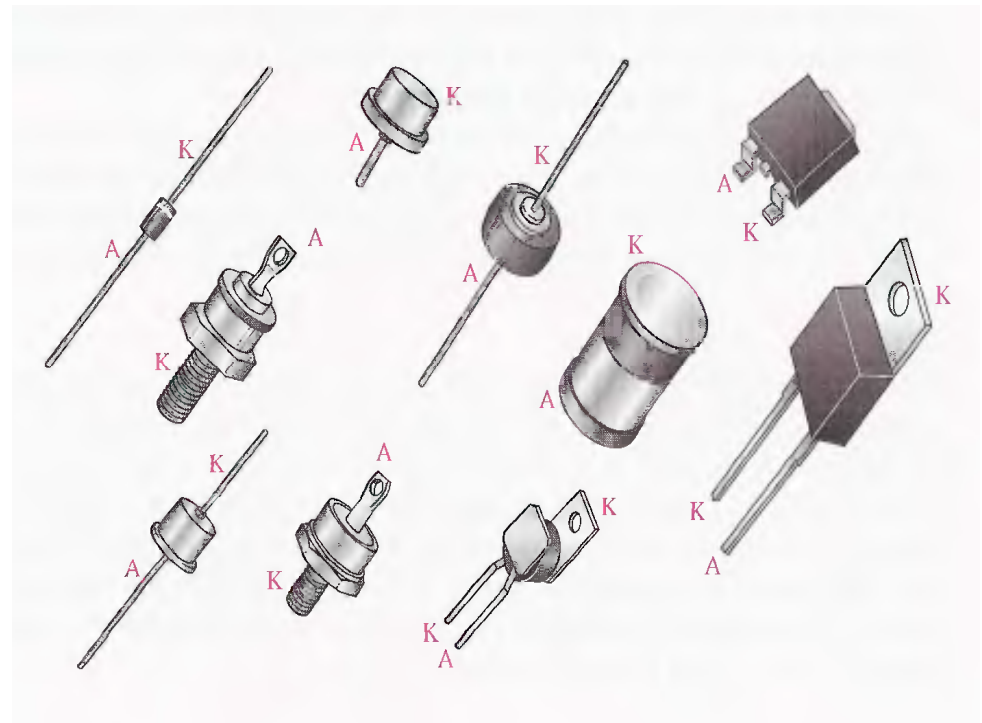
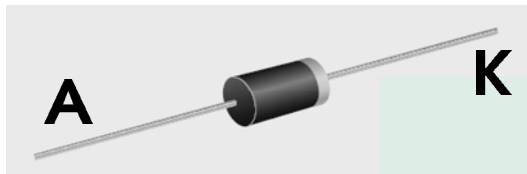
2.1.1 Cấu tạo



Ký hiệu:

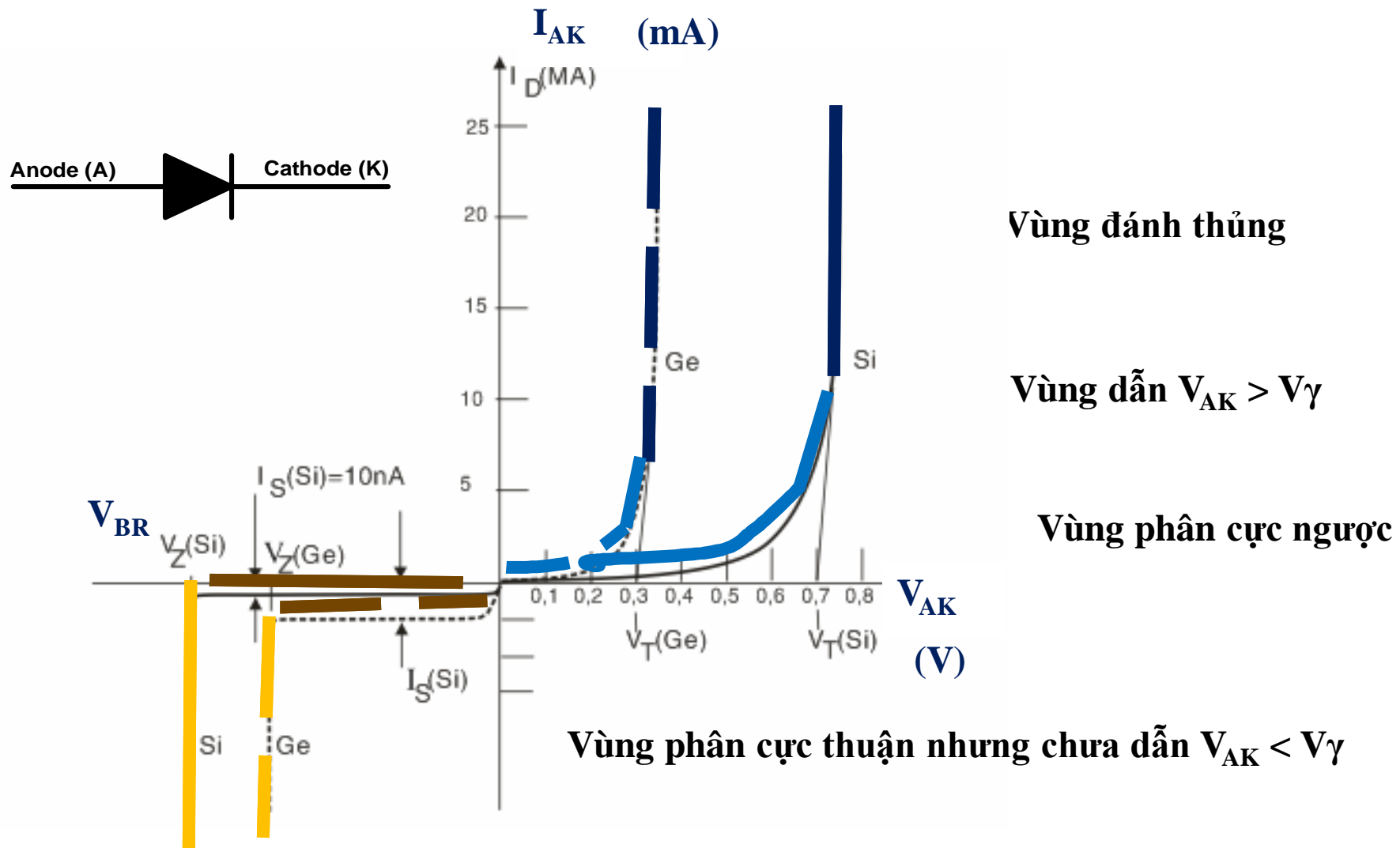


Thực tế:



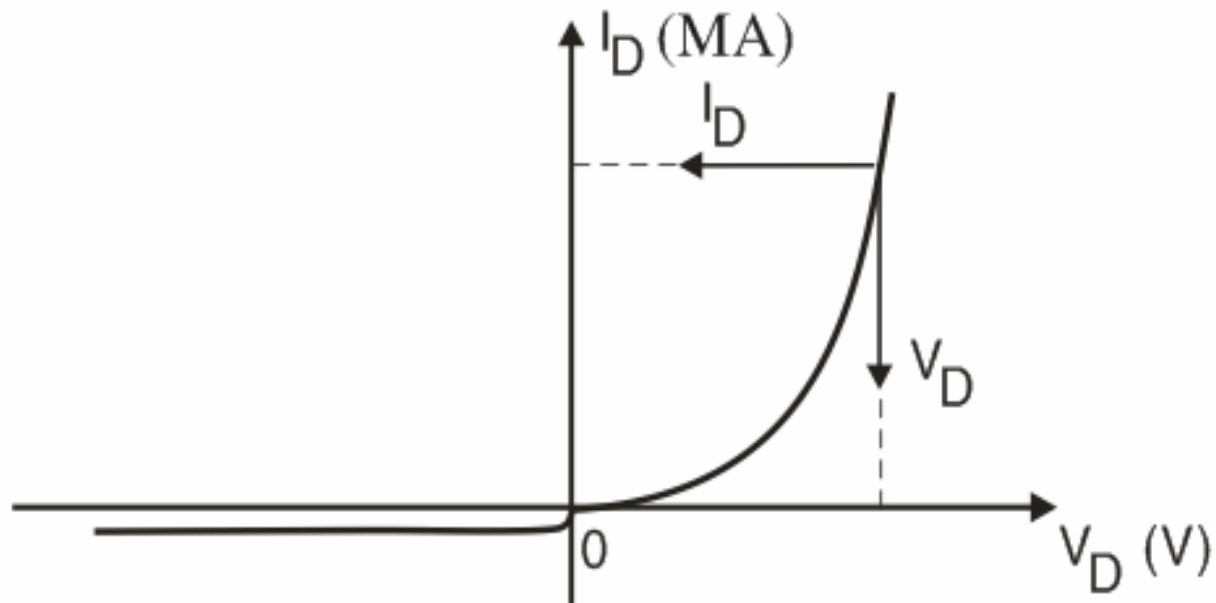
2.1 Diode chỉnh lưu

2.1.2 Đặc tuyến Volt Ampere



2.1.3 Các tham số của Diode

a. Điện trở tĩnh (điện trở dc)



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

2.1.3 Các tham số của Diode

b. Điện trở động (điện trở nhỏ)

$$r_D = \frac{\Delta V_D}{\Delta I_D}$$

Nếu vùng làm việc của Diode được xem là tuyến tính thì:

$$r_D = \frac{dv_D}{di_D}$$

Mà:

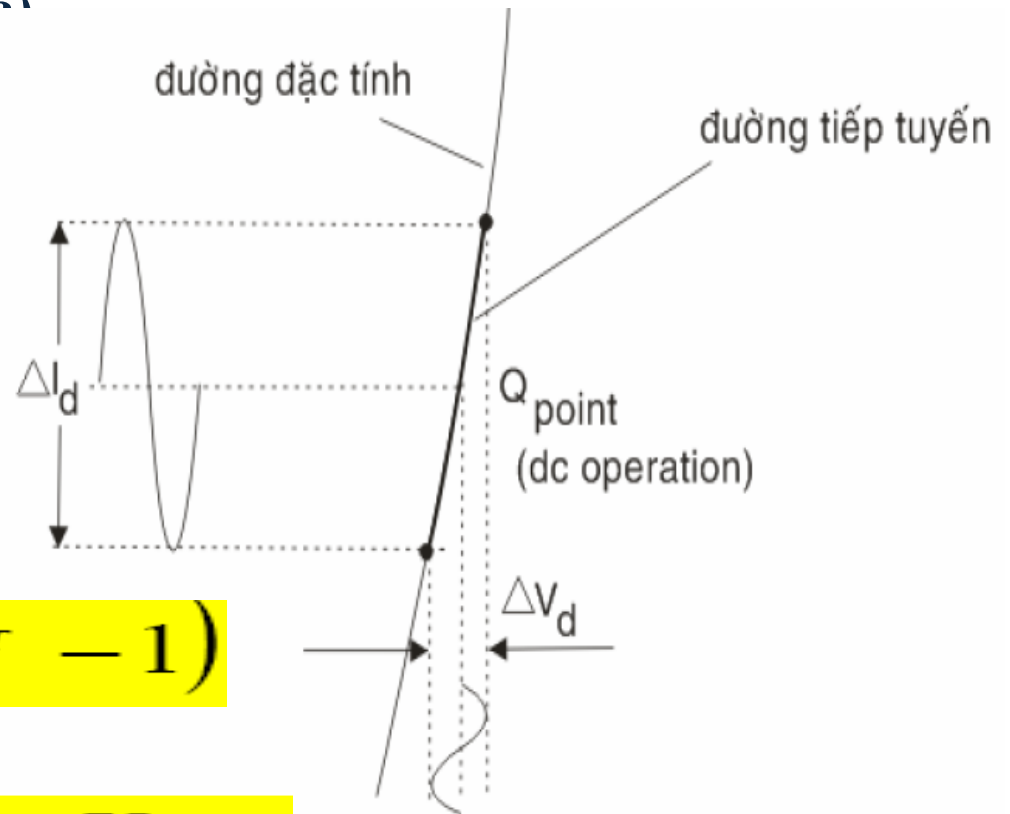
$$I_D = I_S (e^{V_D/\eta V_T} - 1)$$

Suy ra

$$r_D = \frac{dv_D}{di_D} = \frac{\eta V_T}{I_D + I_S}$$

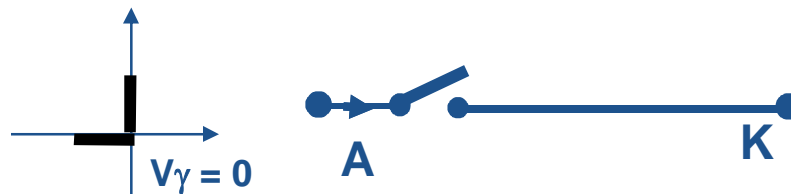
Do $I_D \gg I_S$ nên

$$r_D \cong \frac{\eta V_T}{I_D}$$

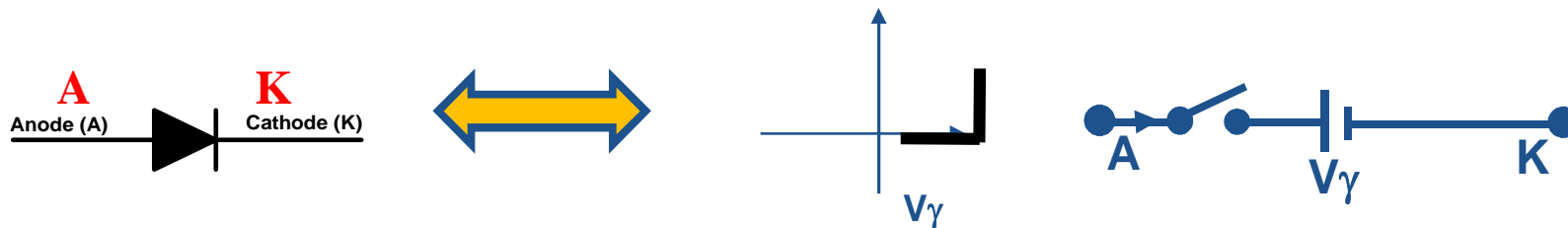


2.1.3 Các tham số của Diode

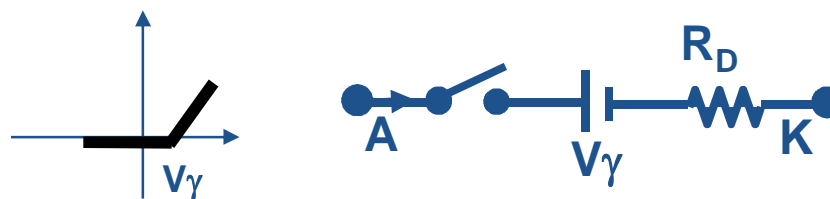
c. Mô hình tương đương của Diode



Mô hình Diode lý tưởng $V_\gamma = 0$



Mô hình sụt áp là hằng số

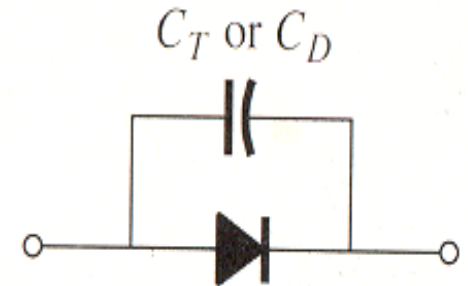


Mô hình gần đúng chính xác

2.1.3 Các tham số của Diode

d.Điện dung của Diode

Điện dung khuếch tán (C_D : diffusion)



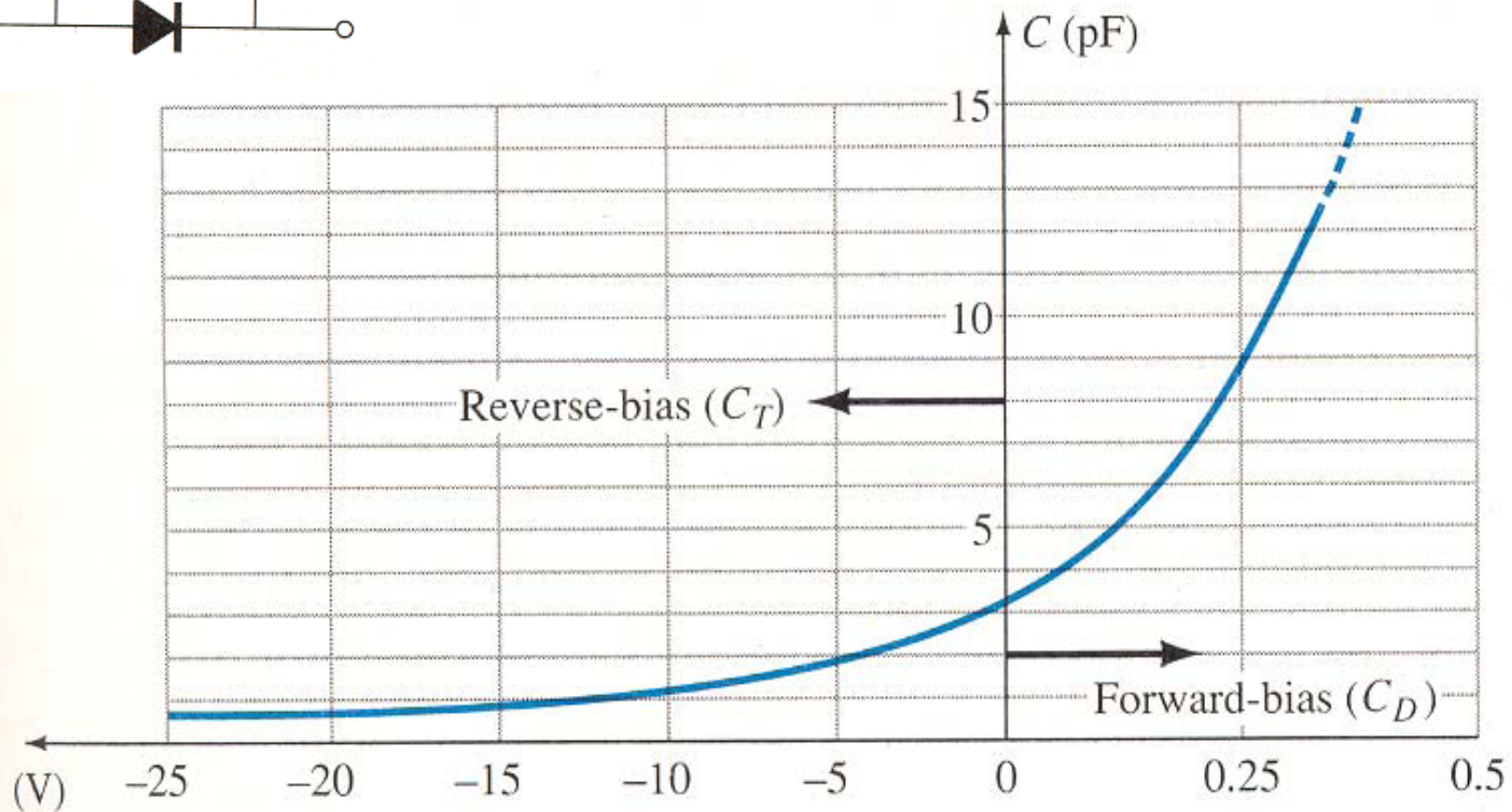
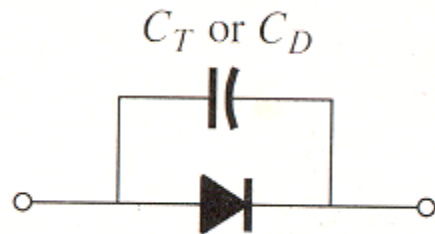
- C_D phụ thuộc tốc độ các điện tích được phun vào các vùng nằm ngoài vùng nghèo.
- C_D tỉ lệ thuận với điện áp phân cực thuận cho Diode

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

Q: điện tích miền nền của diode

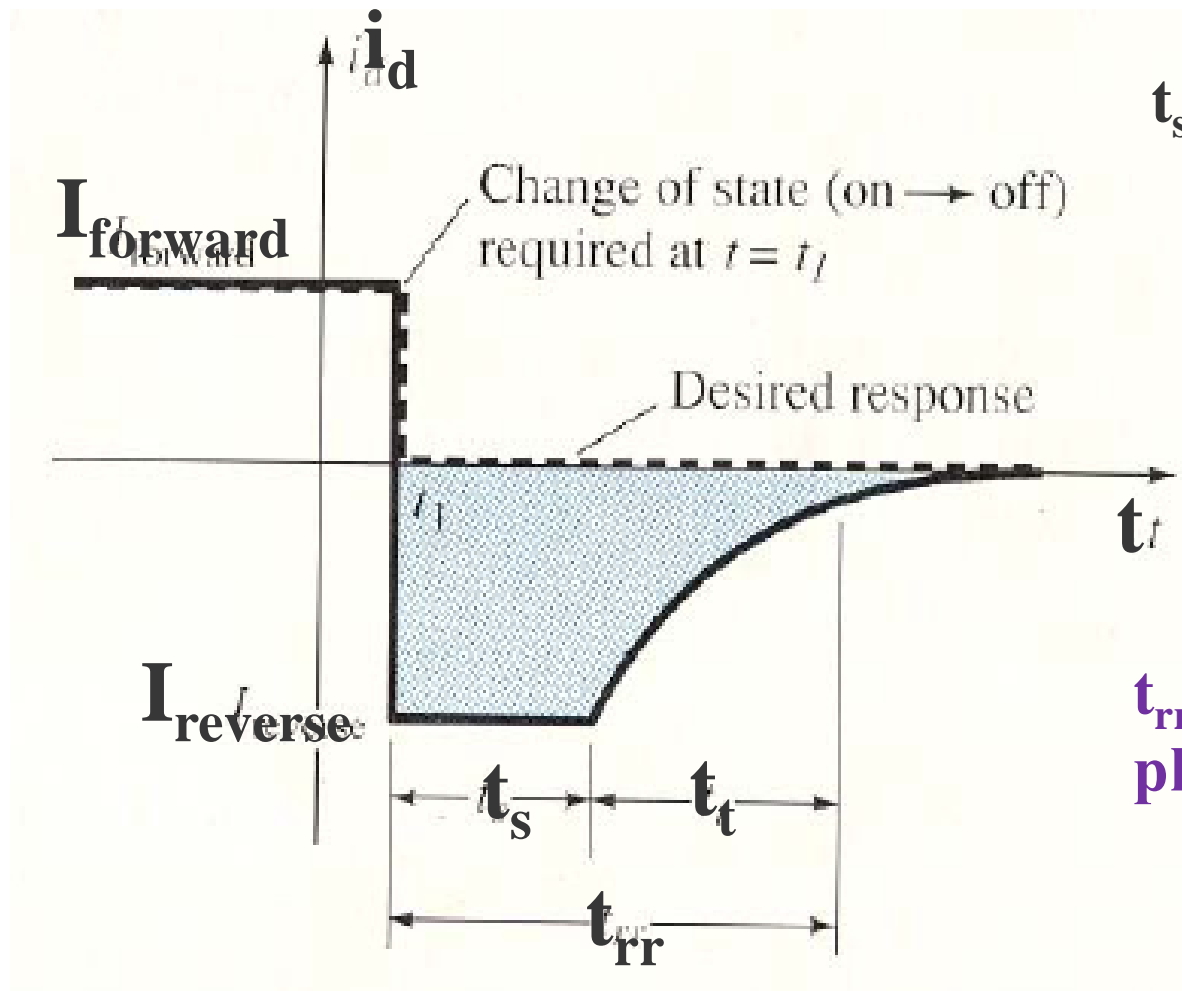
2.1.3 Các tham số của Diode

d. Điện dung của Diode



2.1.3 Các tham số của Diode

e. Thời gian khôi phục ngược



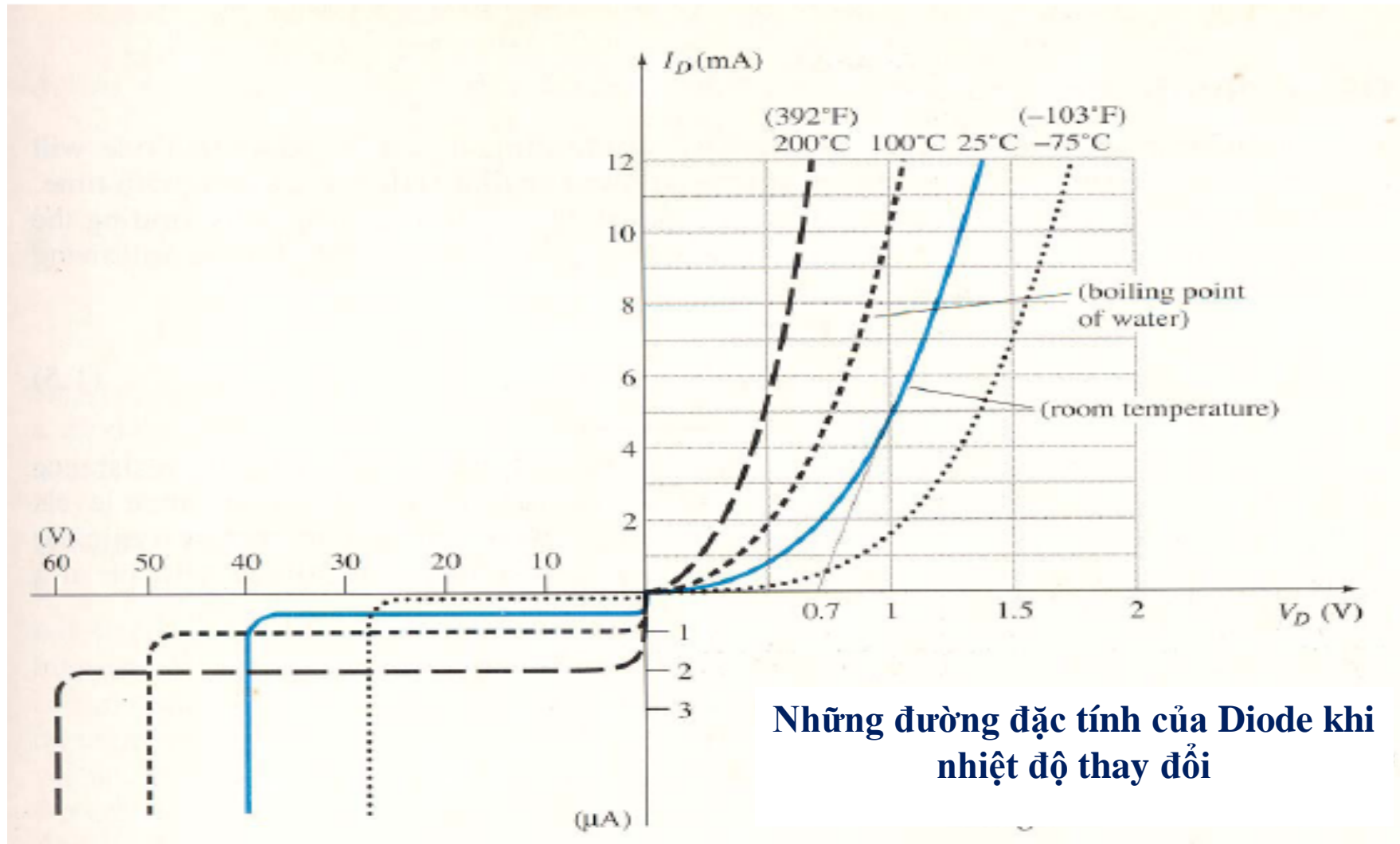
t_s : thời gian trữ

t_t : thời gian dòng điện giảm về 0

t_{rr} : tổng thời gian khôi phục ngược

2.1.3 Các tham số của Diode

f. Ảnh hưởng của nhiệt độ



2.1.4. Các thông số giới hạn của Diode

1. Điện áp phân cực thuận V_F tại dòng và nhiệt độ chỉ định.
2. Dòng phân cực thuận cực đại I_F tại nhiệt độ chỉ định.
3. Dòng bảo hòa ngược I_R tại điện áp và nhiệt độ chỉ định.
4. Điện áp phân cực ngược đánh thủng PIV tại nhiệt độ chỉ định.
5. Mức công suất tiêu tán cực đại tại nhiệt độ đặc biệt
6. Điện dung của diode.
7. Thời gian khôi phục phân cực nghịch t_{rr} (reverse recover time)
8. Dãy nhiệt độ cho phép làm việc.

Datasheet của Diode

Axial Lead Standard Recovery Rectifiers

This data sheet provides information on subminiature size, axial lead mounted rectifiers for general-purpose low-power applications.

Mechanical Characteristics

- Case: Epoxy, Molded
- Weight: 0.4 gram (approximately)
- Finish: All External Surfaces Corrosion Resistant and Terminal Leads are Readily Solderable
- Lead and Mounting Surface Temperature for Soldering Purposes: 220°C Max. for 10 Seconds, 1/16" from case
- Shipped in plastic bags, 1000 per bag.
- Available Tape and Reeled, 5000 per reel, by adding a "RL" suffix to the part number
- Polarity: Cathode Indicated by Polarity Band
- Marking: 1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007

**1N4001
thru
1N4007**

1N4004 and 1N4007 are
Motorola Preferred Devices

**LEAD MOUNTED
RECTIFIERS
50–1000 VOLTS
DIFFUSED JUNCTION**



CASE 59-03
DO-41

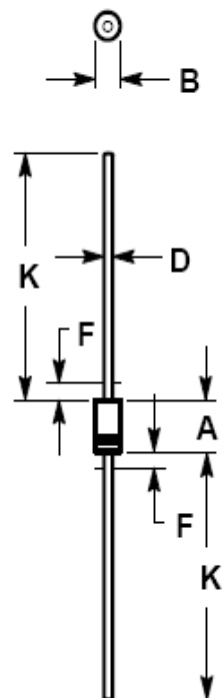
MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007
*Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	V_{RRM} V_{RWM} V_R	50	100	200	400	600	800	1000
*Non-Repetitive Peak Reverse Voltage (halfwave, single phase, 60 Hz)	V_{RSM}	60	120	240	480	720	1000	1200
*RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$	35	70	140	280	420	560	700
*Average Rectified Forward Current (single phase, resistive load, 60 Hz, see Figure 8, $T_A = 75^\circ\text{C}$)	I_O	1.0						
*Non-Repetitive Peak Surge Current (surge applied at rated load conditions, see Figure 2)	I_{FSM}	30 (for 1 cycle)						
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J T_{stg}	– 65 to +175						

ELECTRICAL CHARACTERISTICS*

Rating	Symbol	Typ	Max
Maximum Instantaneous Forward Voltage Drop ($i_F = 1.0$ Amp, $T_J = 25^\circ\text{C}$) Figure 1	V_F	0.93	1.1
Maximum Full-Cycle Average Forward Voltage Drop ($I_O = 1.0$ Amp, $T_L = 75^\circ\text{C}$, 1 inch leads)	$V_{F(AV)}$	—	0.8
Maximum Reverse Current (rated dc voltage) ($T_J = 25^\circ\text{C}$) ($T_J = 100^\circ\text{C}$)	I_R	0.05 1.0	10 50
Maximum Full-Cycle Average Reverse Current ($I_O = 1.0$ Amp, $T_L = 75^\circ\text{C}$, 1 inch leads)	$I_{R(AV)}$	—	30

V_{RRM}	The maximum peak reverse voltage that can be applied repetitively across the diode. Notice that in this case, it is 50 V for the 1N4001 and 1 kV for the 1N4007. This is the same as PIV rating.
V_R	The maximum reverse dc voltage that can be applied across the diode.
V_{RSM}	The maximum peak value of nonrepetitive reverse voltage that can be applied across the diode.
I_O	The maximum average value of a 60 Hz rectified forward current.
I_{FSM}	The maximum peak value of nonrepetitive (one cycle) forward surge current. The graph in Figure 2–53 expands on this parameter to show values for more than one cycle at temperatures of 25°C and 175°C. The dashed lines represent values where typical failures occur.
T_A	Ambient temperature (temperature of surrounding air).
T_J	The operating junction temperature.
T_{stg}	The storage junction temperature.



NOTES:

1. ALL RULES AND NOTES ASSOCIATED WITH JEDEC DO-41 OUTLINE SHALL APPLY.
2. POLARITY DENOTED BY CATHODE BAND.
3. LEAD DIAMETER NOT CONTROLLED WITHIN F DIMENSION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	4.07	5.20	0.160	0.205
B	2.04	2.71	0.080	0.107
D	0.71	0.86	0.028	0.034
F	—	1.27	—	0.050
K	27.94	—	1.100	—

**CASE 59-03
(DO-41)
ISSUE M**

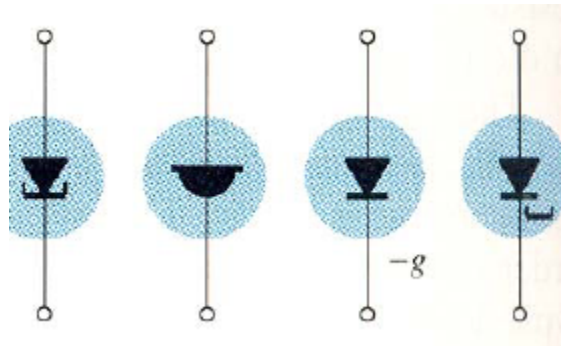
2.2 Các loại diode

Diode tách sóng : sử dụng tiếp xúc điểm để điện dung bé
→ làm việc ở tần số cao

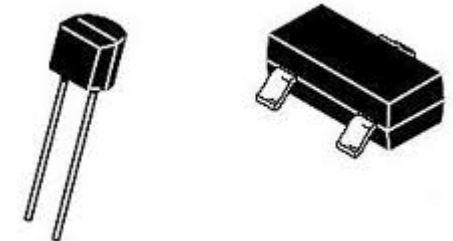
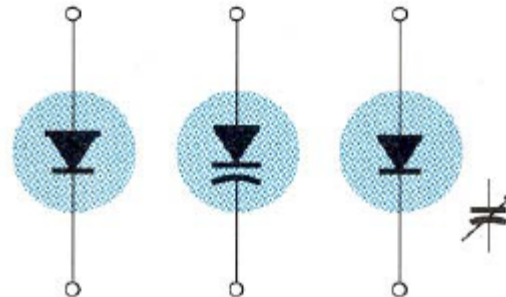


Oddbix.com

Diode tunnel : nồng độ tạp chất rất cao → ứng dụng trong các mạch siêu cao tần



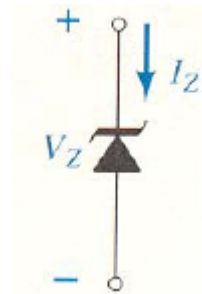
Diode biến dung: có lớp tiếp xúc đặt biệt để điện dung khá tuyến tính với điện áp ngược
→ tạo sóng điều tần để điều chỉnh tần số



Diode Schottky : tiếp xúc Schottky (bán dẫn, kim loại)
→ ứng dụng cho những mạch cần tốc độ chuyển mạch cao.



Diode Zener : thường bằng vật liệu Si chịu nhiệt, tỏa nhiệt tốt hoạt động chủ yếu vùng zener ($1,8 \div 200$)V



Diode phát quang: thường dùng bán dẫn hợp chất có mức E_g thay đổi, điều chỉnh theo nồng độ tạp chất, sử dụng yếu tố ánh sáng bước sóng λ nhìn thấy được khi phân cực thuận có sự tái hợp e^- và lỗ trống

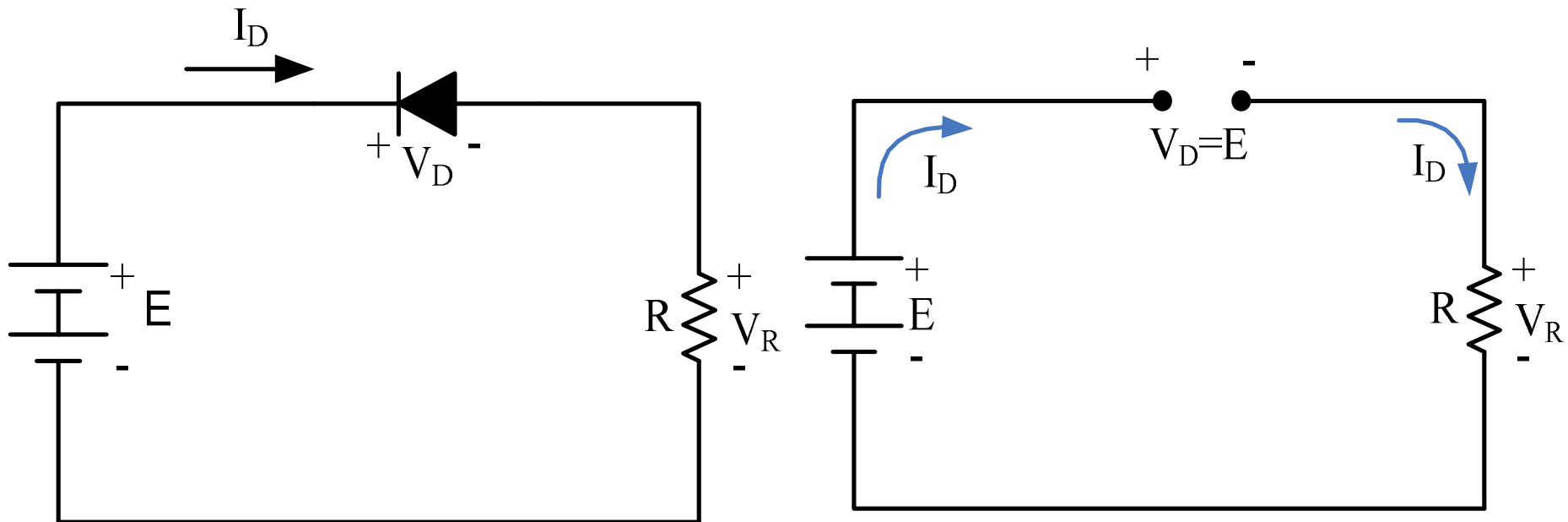


2.3. Các mạch ứng dụng của diode

2.3.1. Diode mắc nối tiếp và song song

Khi $V_A = E < V_K$, khi đó diode phân cực nghịch

$$I_D = I_R = 0\text{mA} \quad ; \quad V_R = R \cdot I_R = 0\text{V} \quad ; \quad V_D = E - V_R = E$$

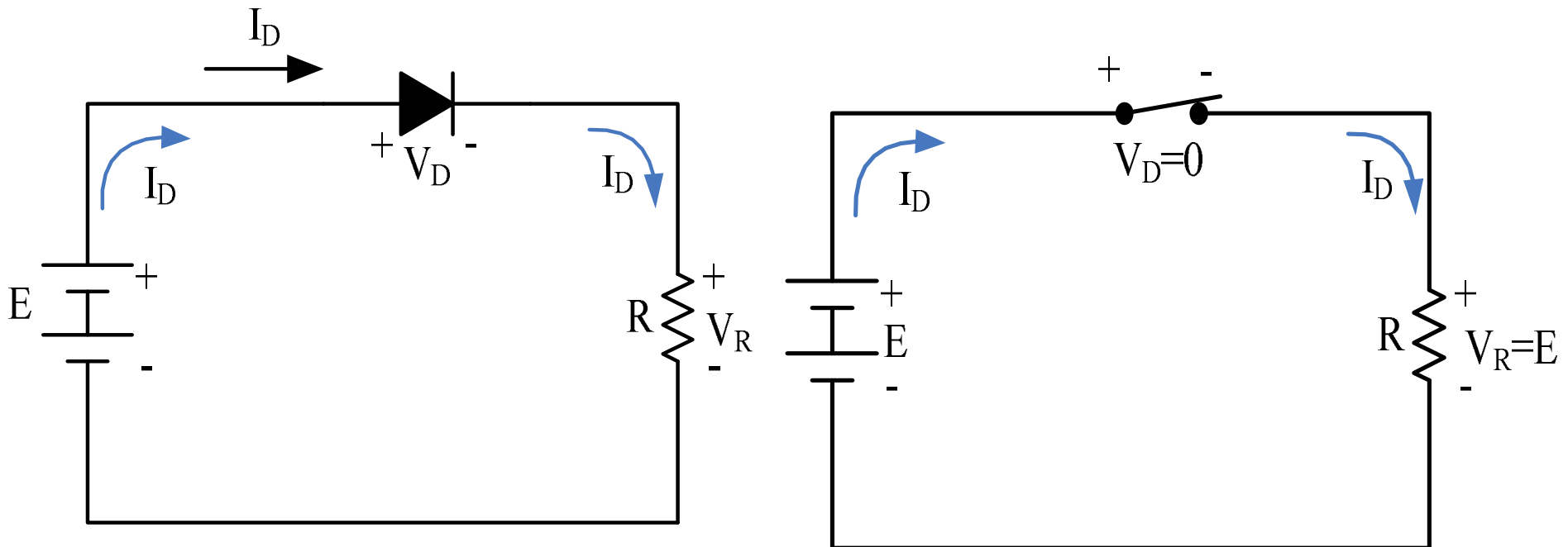


2.3. Các mạch ứng dụng của diode

2.3.1. Diode mắc nối tiếp và song song

Khi $V_A = E > V_K$, diode phân cực thuận, mạch được xem mạch kín \rightarrow thay Diode bằng mô hình lý tưởng

$$I_D = I_R = E/R \text{ (mA)} ; V_R = E ; V_D = 0$$



2.3 Các mạch ứng dụng của diode

2.3.2. Mạch chỉnh lưu (Rectifier)

Giá trị trung bình

Một cách tổng quát, tổng đại số diện tích trong một chu kỳ T của một sóng tuần hoàn $v(t)$ được tính bằng công thức:

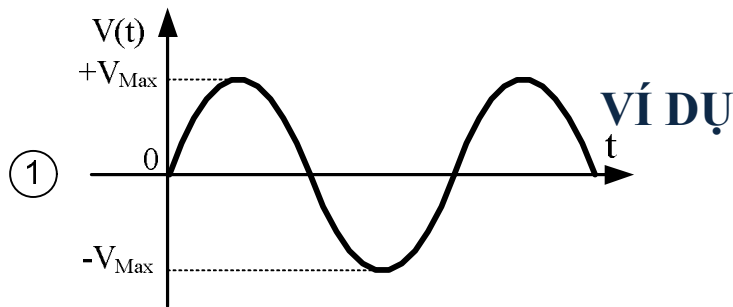
$$S = \int_0^T v(t).dt$$

Do đó giá trị trung bình được tính bằng công thức:

$$V_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t).dt$$

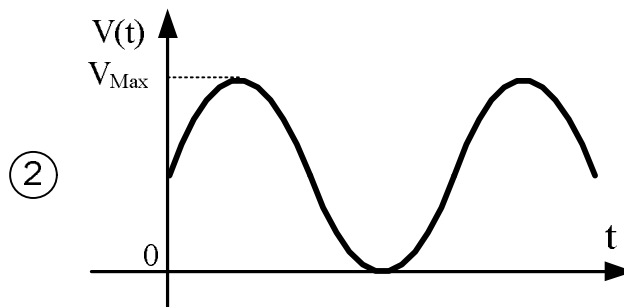
2.3 Các mạch ứng dụng của diode

2.3.2. Mạch chỉnh lưu (Rectifier)



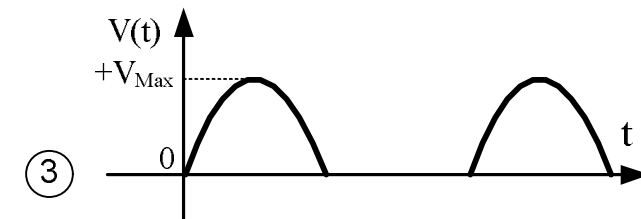
$$V_{DC} = 0$$

$$V_{rms} = \frac{V_{Max}}{\sqrt{2}}$$



$$V_{DC} = \frac{2V_{Max}}{\pi} = 0,637V_{Max}$$

$$V_{rms} = \frac{V_{Max}}{\sqrt{2}}$$

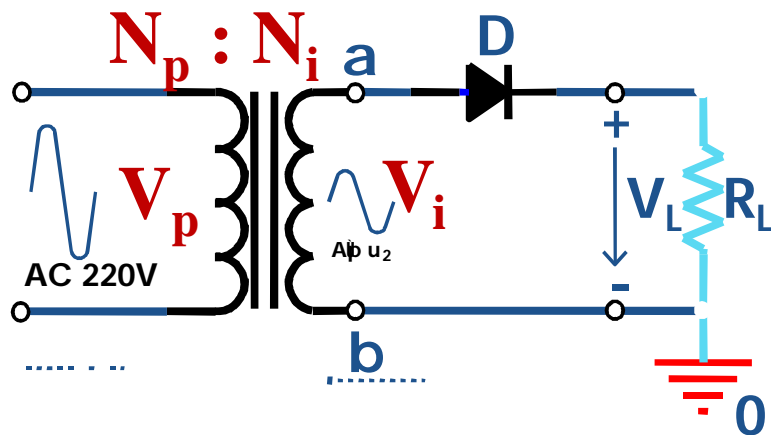


$$V_{DC} = \frac{V_{Max}}{\pi} = 0,318V_{Max}$$

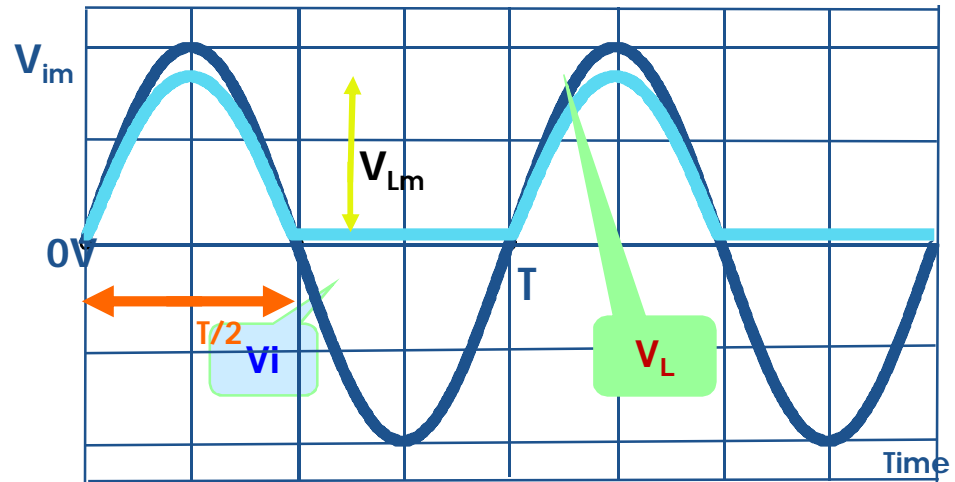
$$V_{rms} = \frac{V_{Max}}{2}$$

2.3.2. Mạch chỉnh lưu (Rectifier)

a. Chỉnh lưu bán kỳ (Half Wave Rectifier)



$$\frac{V_P}{V_i} = \frac{N_P}{N_i}$$

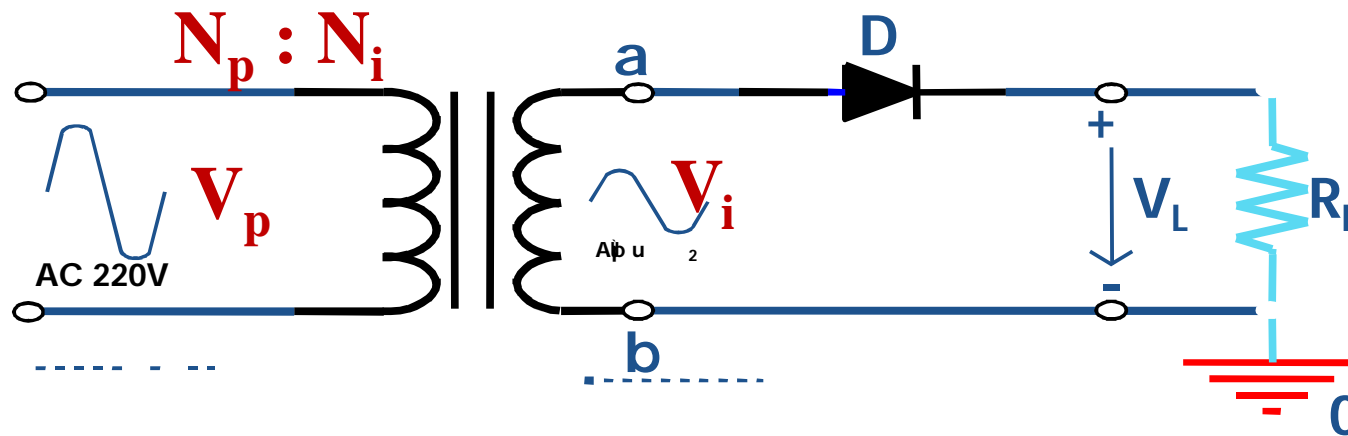


Điện áp trung bình trên tải

$$V_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^T V_L(t) dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi V_{Lm} \sin(\omega t) d(\omega t) = \frac{V_{Lm}}{\pi} = \frac{V_{im} - V_\gamma}{\pi}$$

2.3.2. Mạch chỉnh lưu (Rectifier)

a. Chỉnh lưu bán kỳ (Half Wave Rectifier)



Dòng trung bình trên tải

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

Dòng trung bình qua Diode

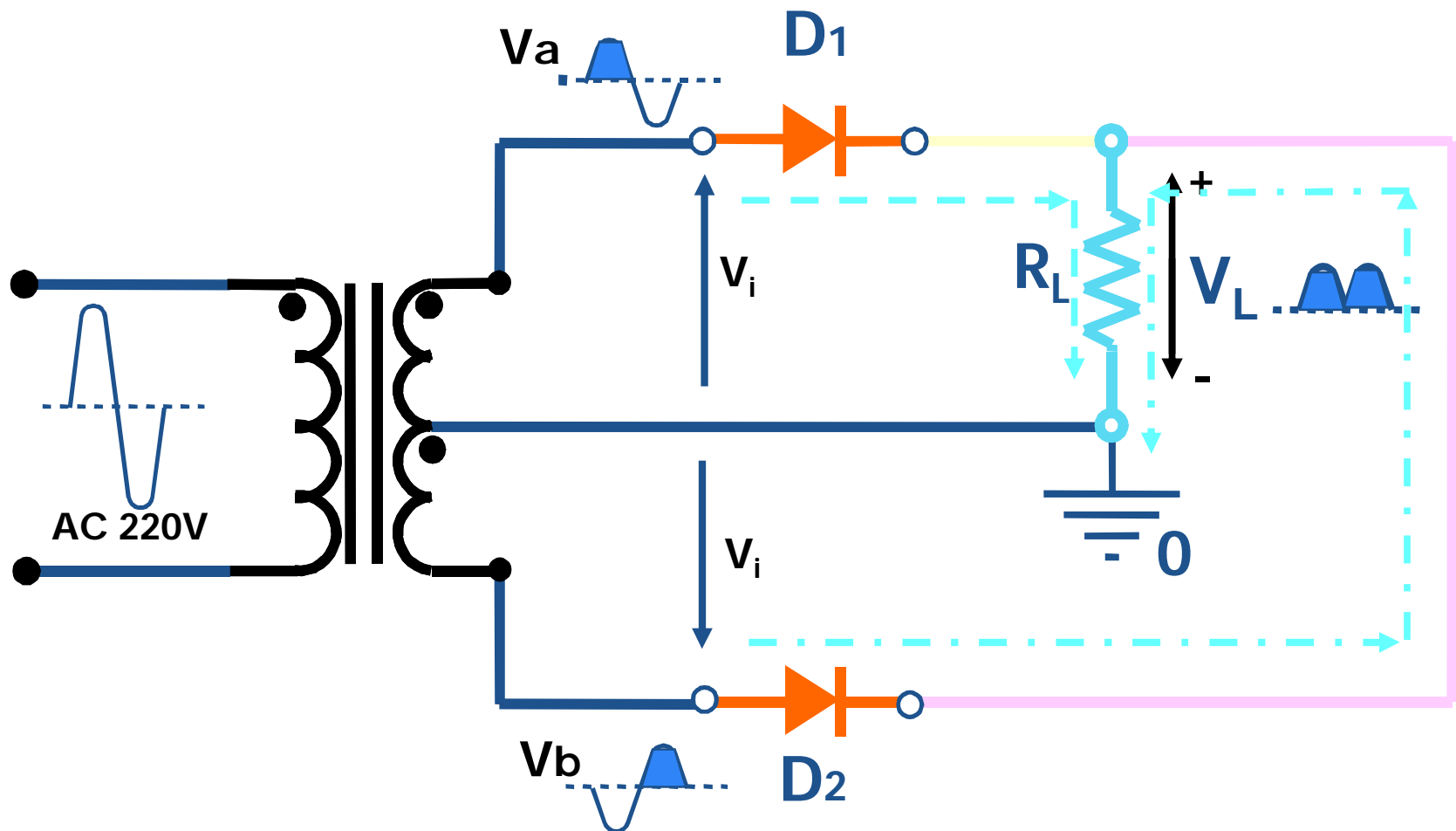
$$I_{DC_{DIODE}} = I_{DC}$$

Điện áp ngược cực đại trên Diode
(PIV – Peak Inverse Voltage)

$$PIV = V_{im}$$

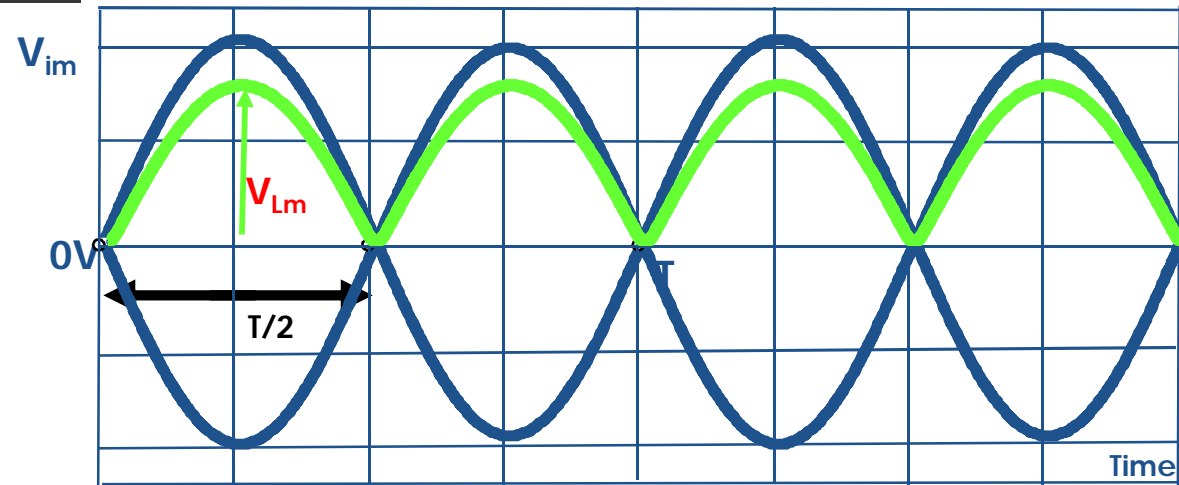
2.3.2. Mạch chỉnh lưu (Rectifier)

b. Chỉnh lưu toàn kì dùng biến áp có dây trung tính (Full Wave Rectifier)



2.3.2. Mạch chỉnh lưu (Rectifier)

b. Chỉnh lưu toàn kì dùng biến áp có dây trung tính (Full Wave Rectifier)



$$V_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^T V_L(t) dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_{Lm} \sin(\omega t) d(\omega t) = 2 \frac{V_{Lm}}{\pi} = 2 \frac{V_i - V_\gamma}{\pi}$$

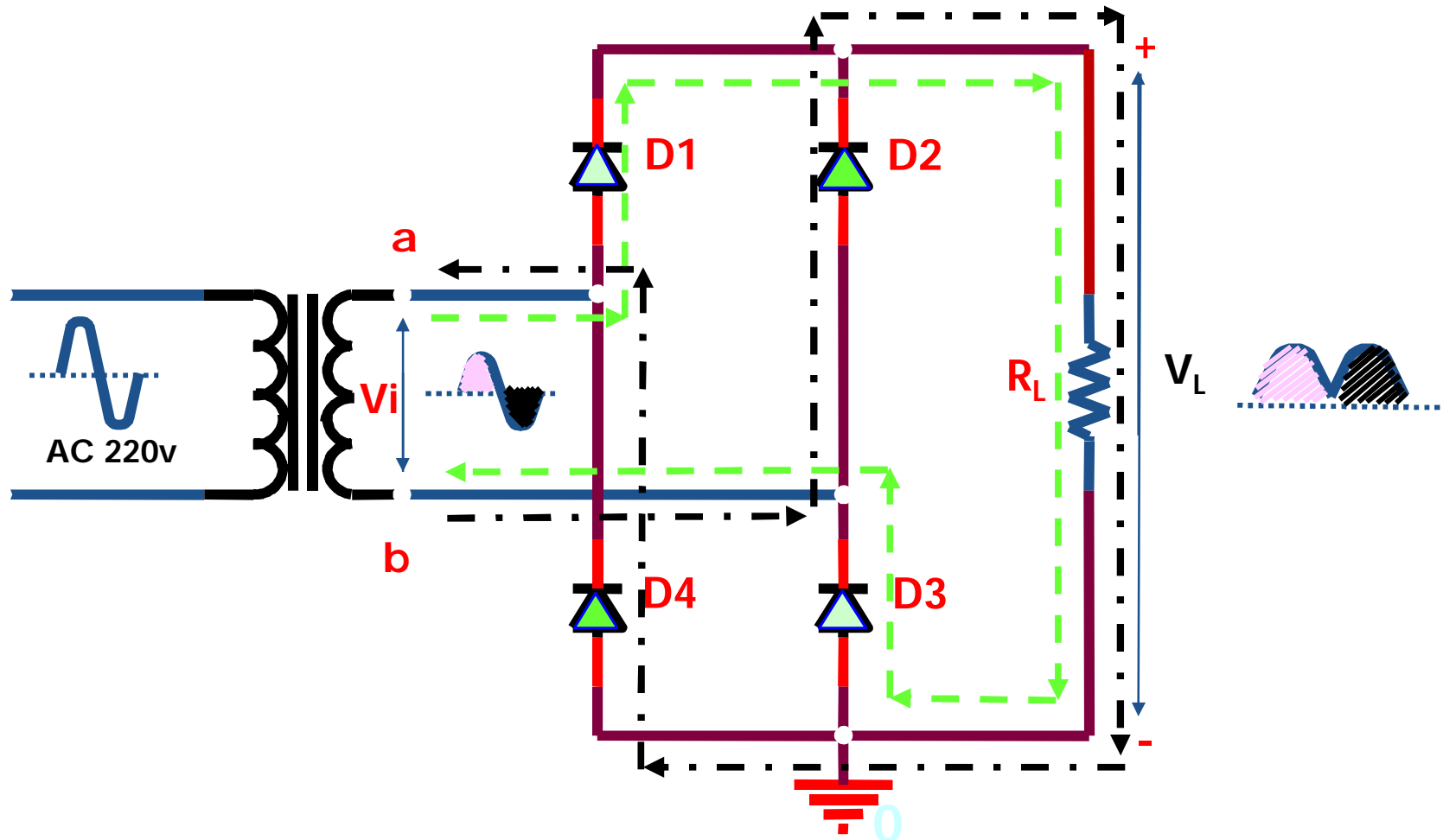
$$I_{DC} = \frac{V_{DC}}{R_L}$$

$$I_{DC_{DIODE}} = \frac{I_{DC}}{2}$$

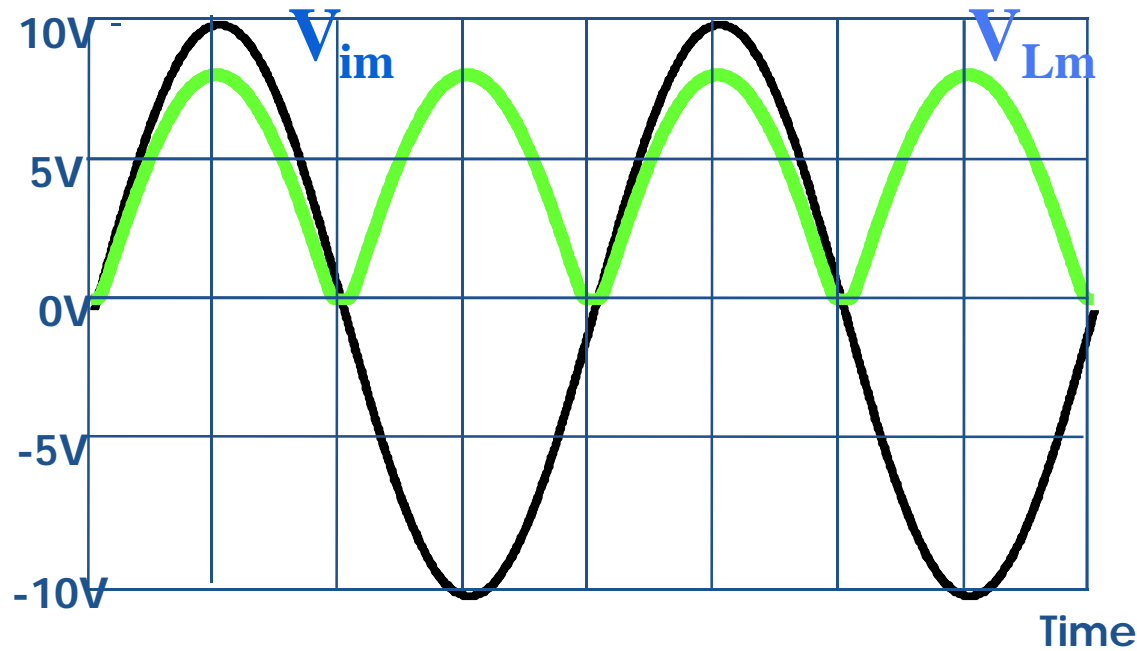
$$PIV = 2V_{im} - V_\gamma$$

2.3.2. Mạch chỉnh lưu (Rectifier)

c. Chỉnh lưu toàn kỳ dùng cầu Diode



c. Chỉnh lưu toàn kỳ dùng cầu Diode



$$V_{DC} = 2 \frac{V_{Lm}}{\pi} = 2 \frac{V_{im} - 2V_\gamma}{\pi}$$

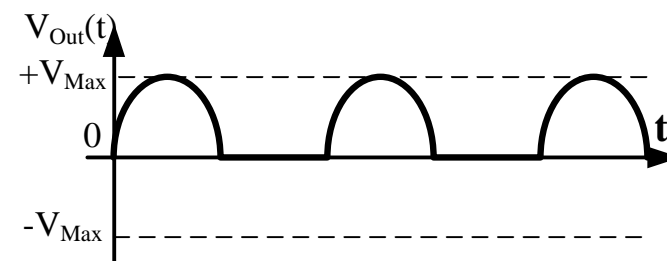
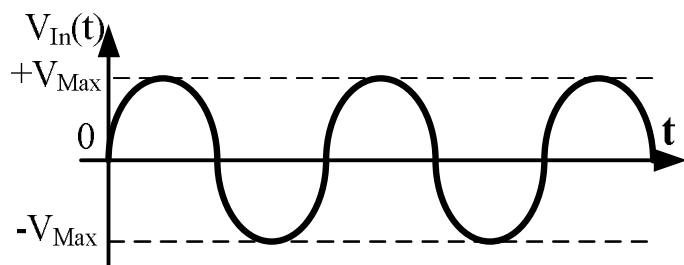
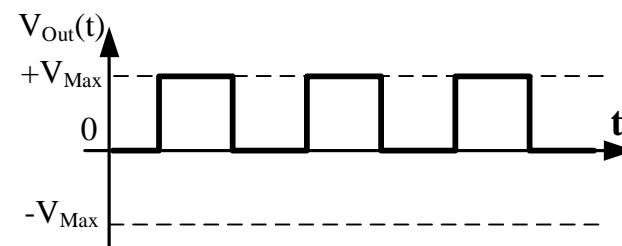
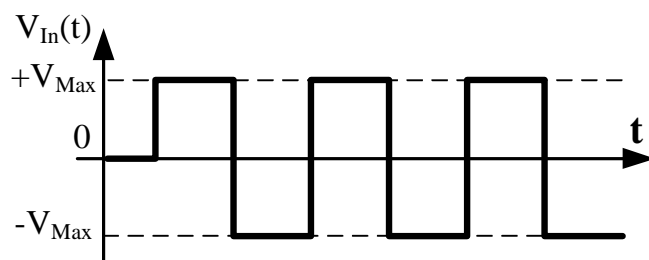
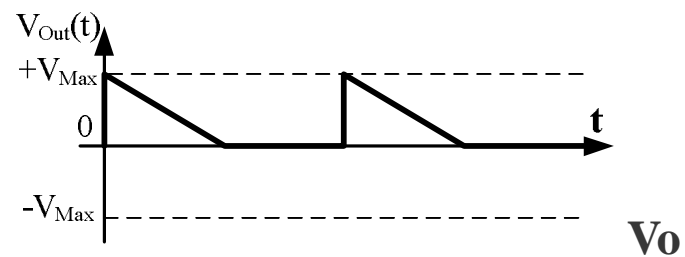
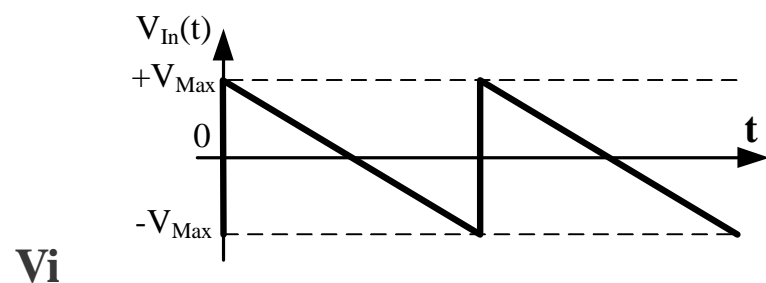
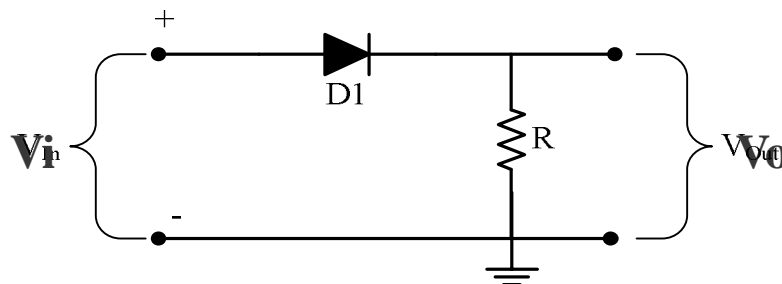
$$I_{DC_{DIODE}} = \frac{I_{DC}}{2}$$

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

$$PIV = V_{im} - V_\gamma$$

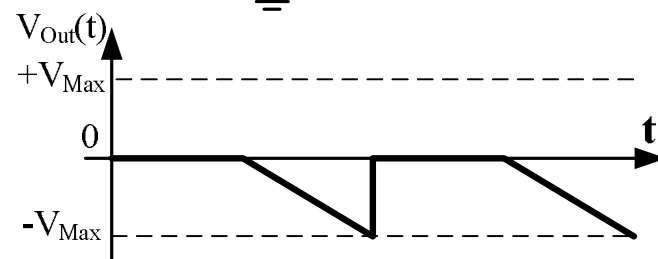
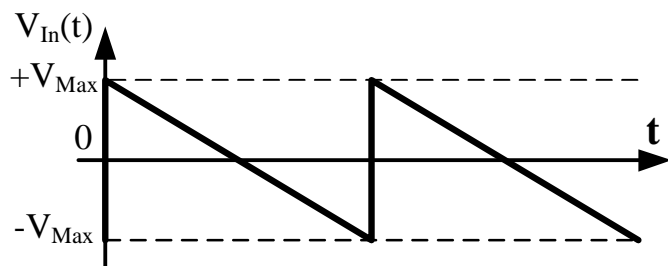
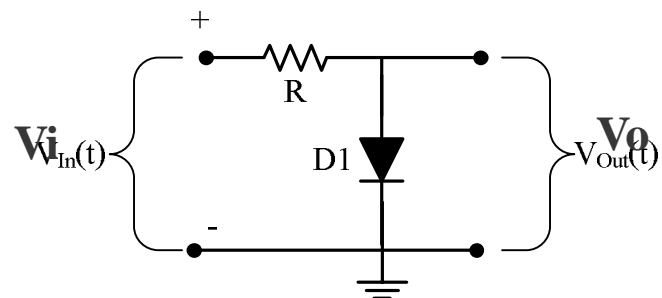
2.3.3. Mạch xén

Mạch xén nối tiếp

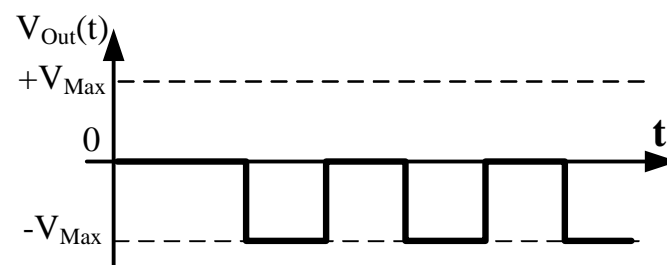
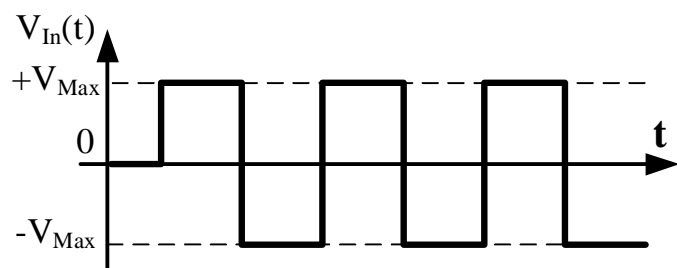


2.3.3. Mạch xén

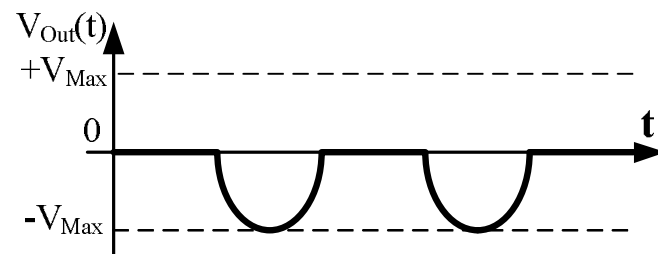
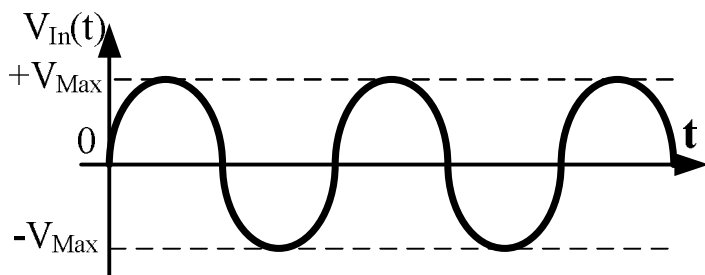
Mạch xén song song



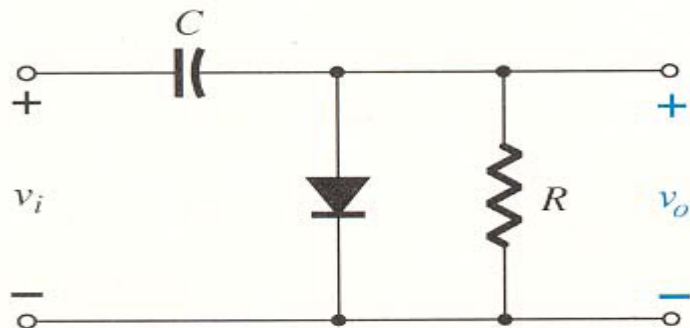
V_i



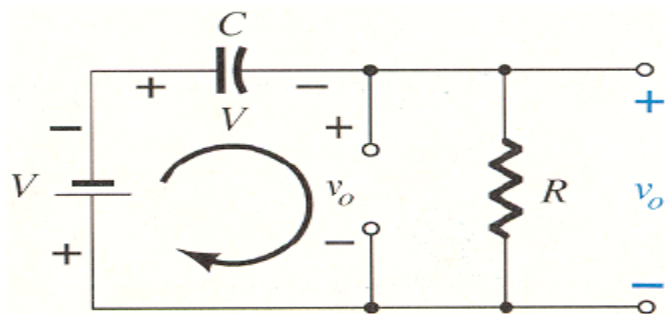
V_o



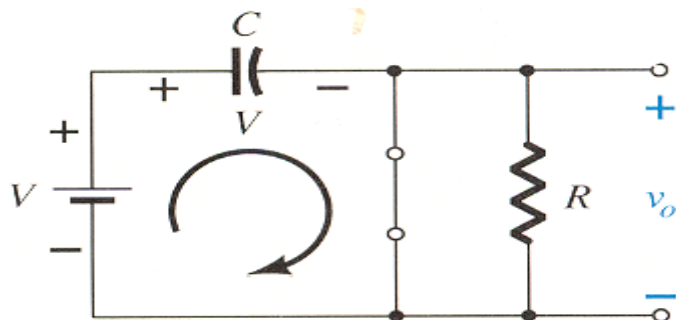
2.3.4. Mạch kẹp – Mạch dời mức DC (Clampers)



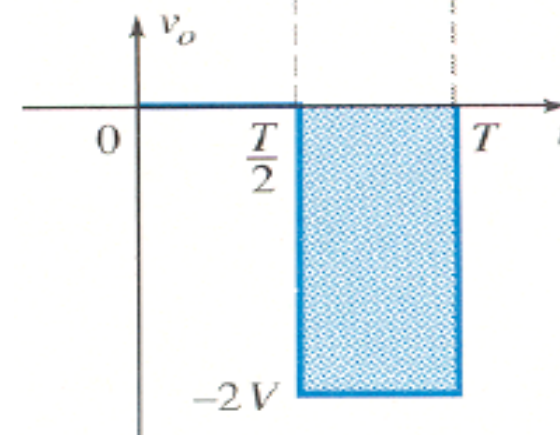
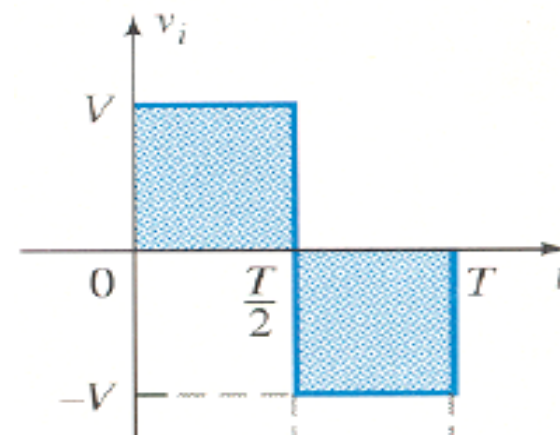
Mạch kẹp



Bán kì âm

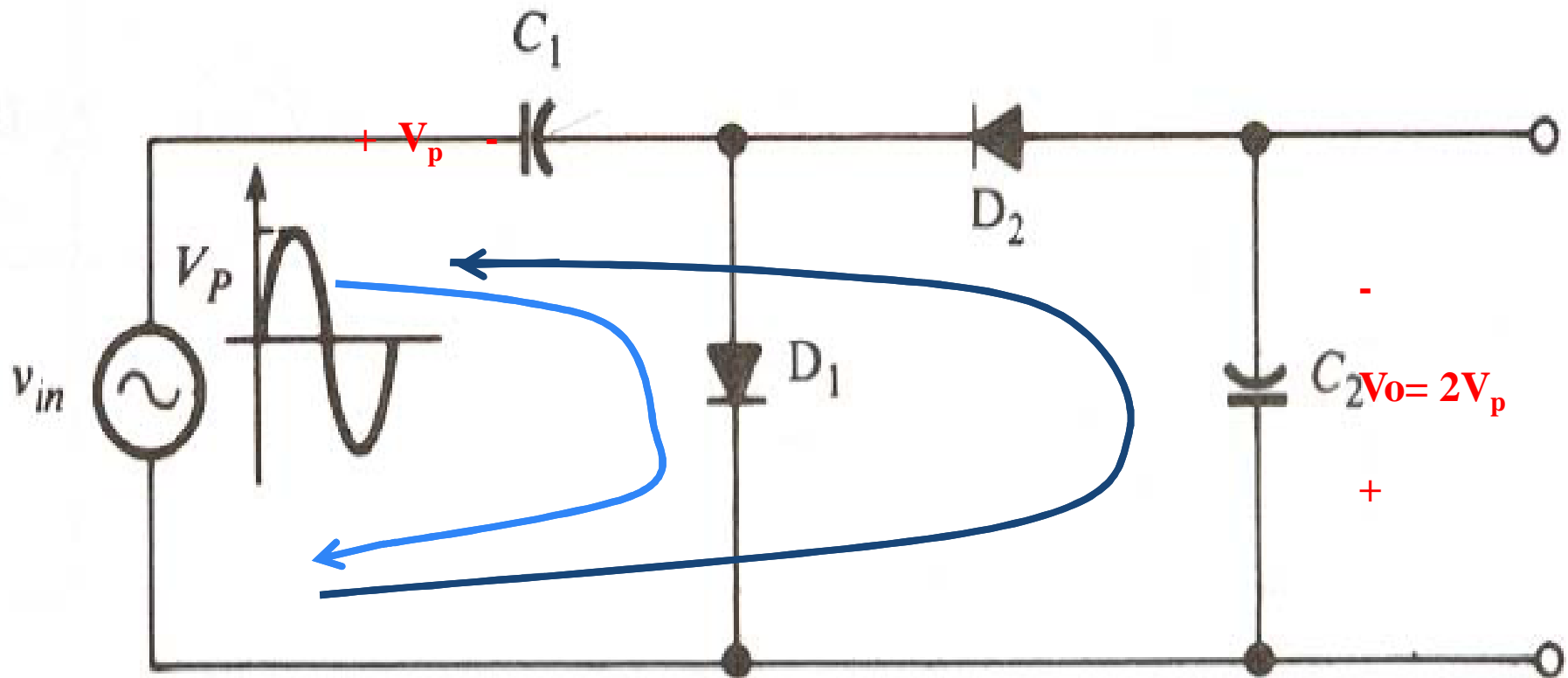


Bán kì dương

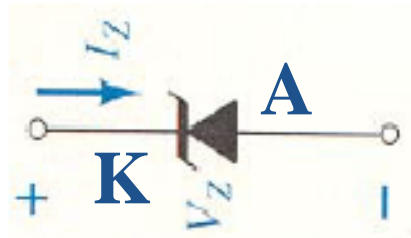


Mạch nhân áp

Mạch nhân áp bán kì



Diode zener

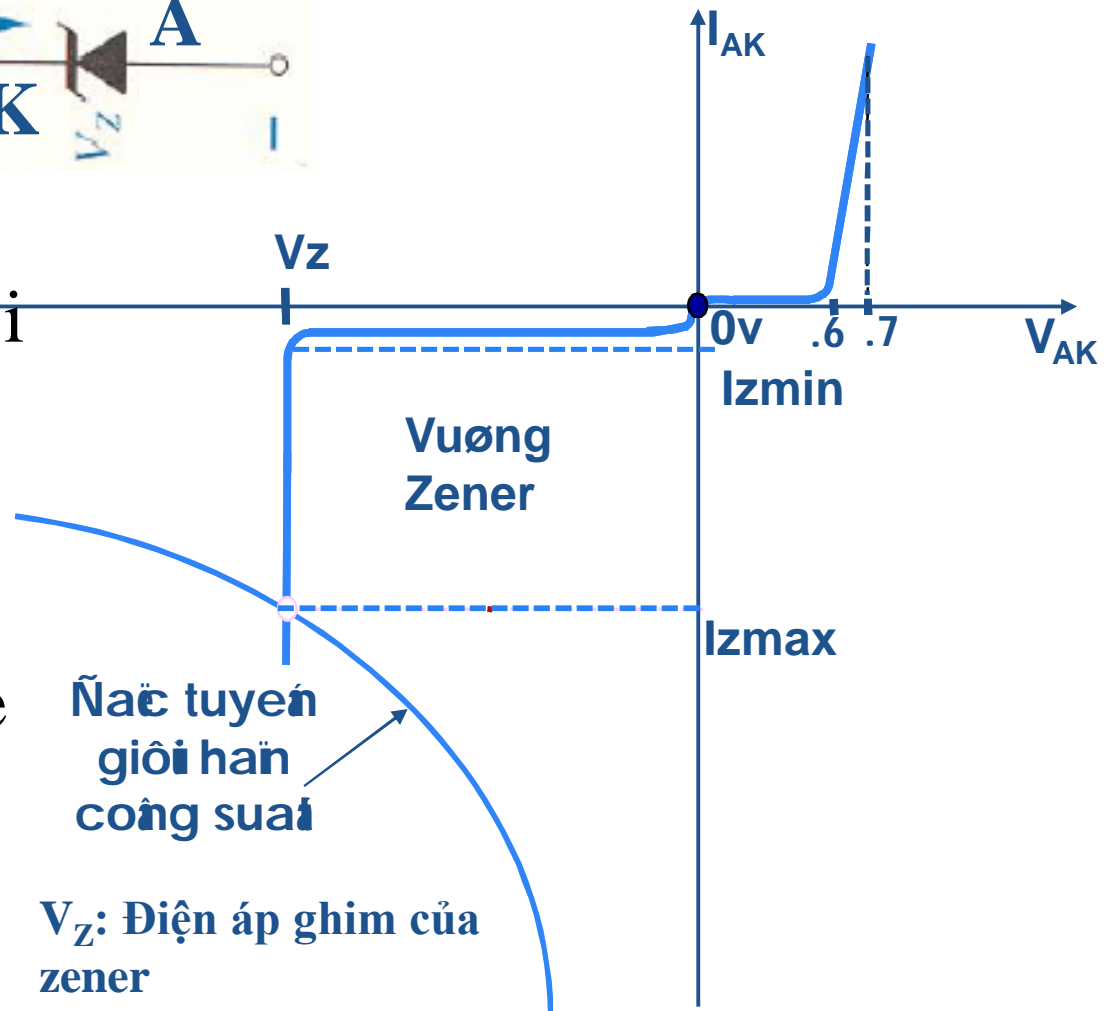


Cấu tạo

Thường cấu tạo bằng Si

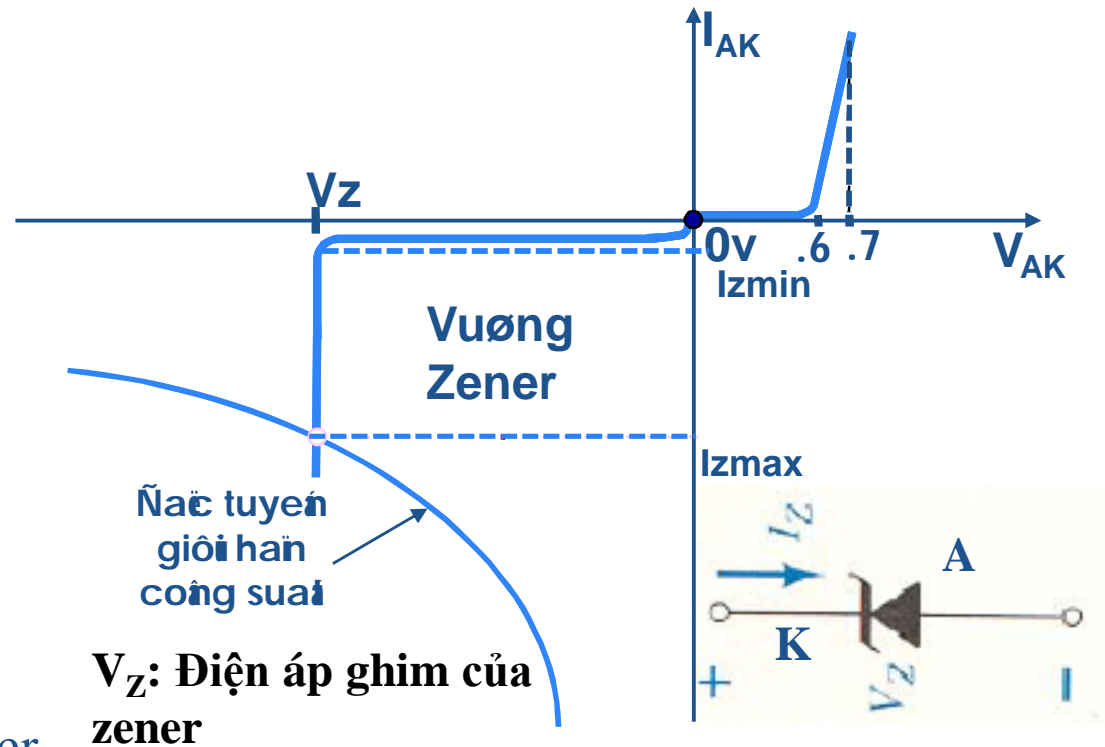
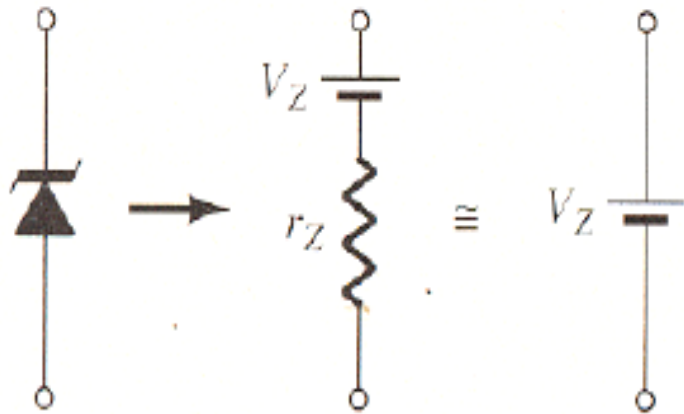
Phân cực thuận:

Hoạt động giống diode thường ($V_\gamma = 0.7V$, Si)



Diode zener

Phân cực ngược:



V_Z : Điện áp ghim của zener

$V_{KA} \geq V_Z$ và $I_{Zmin} \leq I_Z \leq I_{Zmax}$: zener dẫn ngược $\rightarrow V_{KA} = V_Z, I_Z \neq 0$

$V_{KA} < V_Z$: zener không dẫn, $I_Z = 0$

\rightarrow Ứng dụng phân cực ngược làm mạch ổn áp

\rightarrow Thực tế $1.8V \leq V_Z \leq 200V$, công suất $0.25W : 50W$

Thank You !