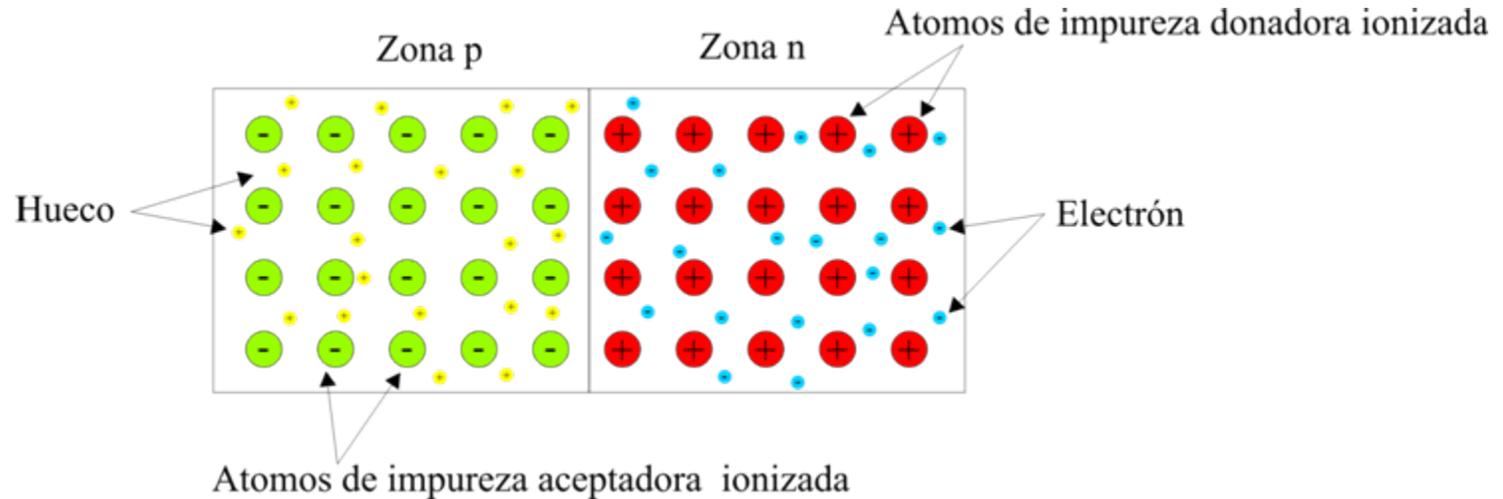


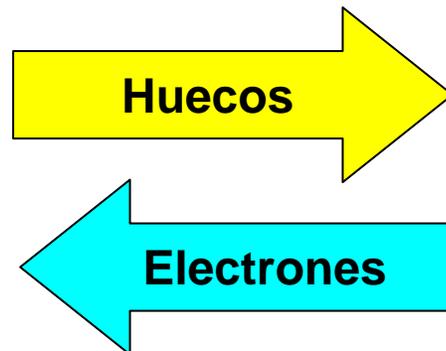
TEORÍA DEL DIODO.

- 1.- Unión p-n. Diodo sin polarizar
- 2.- Polarización del diodo.
 - 2.1.- Polarización inversa.
 - 2.2.- Polarización directa.
- 3.- Curva característica del diodo.
- 4.- El diodo como elemento de un circuito.
- 5.- Aproximaciones del diodo.
 - 5.1.- Primera aproximación.
 - 5.2.- Segunda aproximación.
 - 5.3.- Tercera aproximación.
 - 5.4.- Cuarta aproximación. Diodo ideal
- 6.- Capacidades y tiempo de conmutación en el diodo.
- 7.- Diodos LED y diodos Zener.

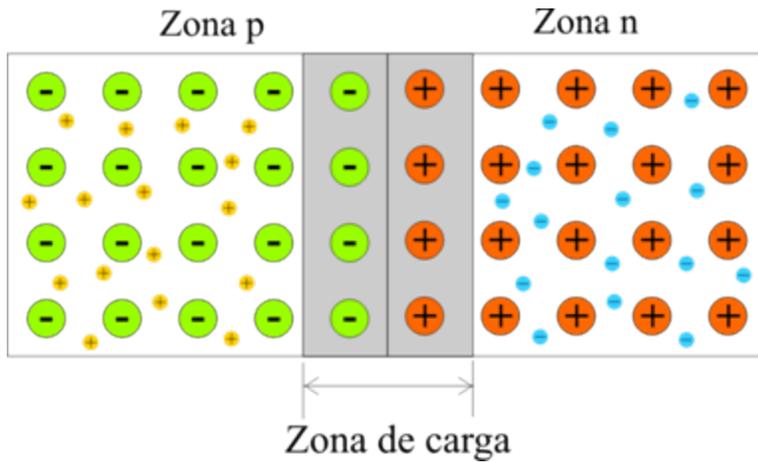
1.- Unión p-n. Diodo sin polarizar



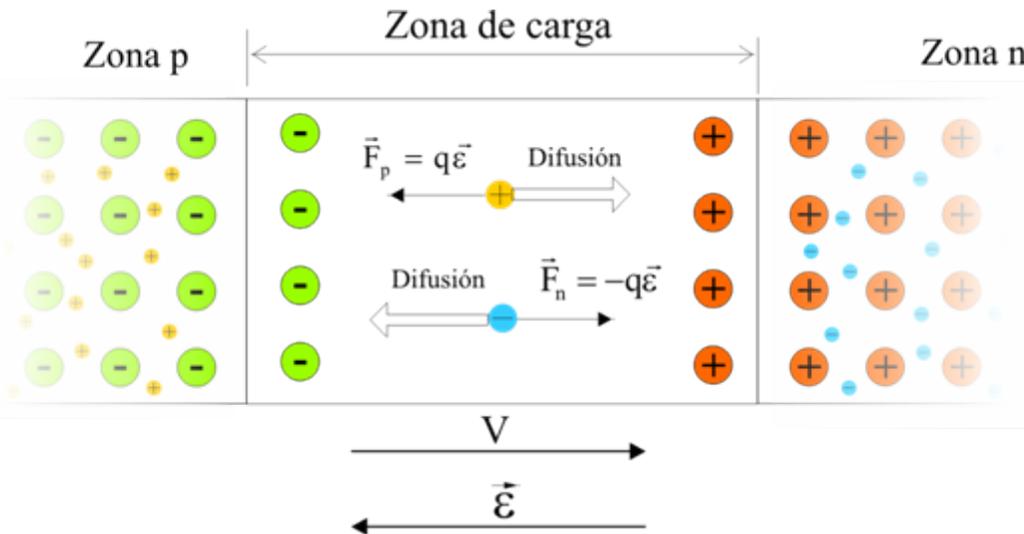
Proceso de difusión de portadores debido a las diferencias de concentraciones



1.- Unión p-n. Diodo sin polarizar



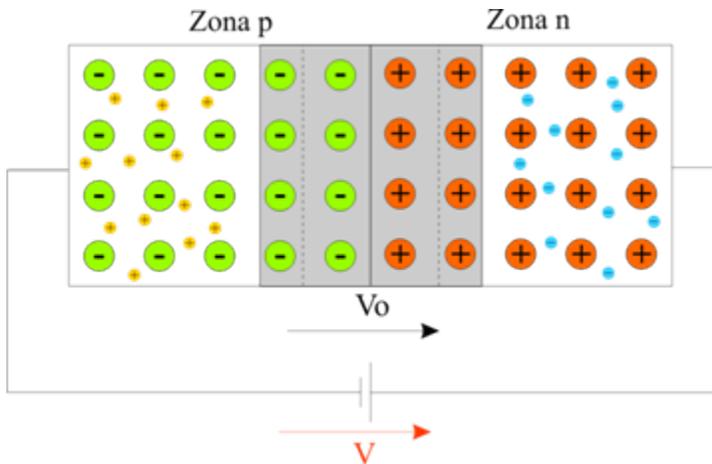
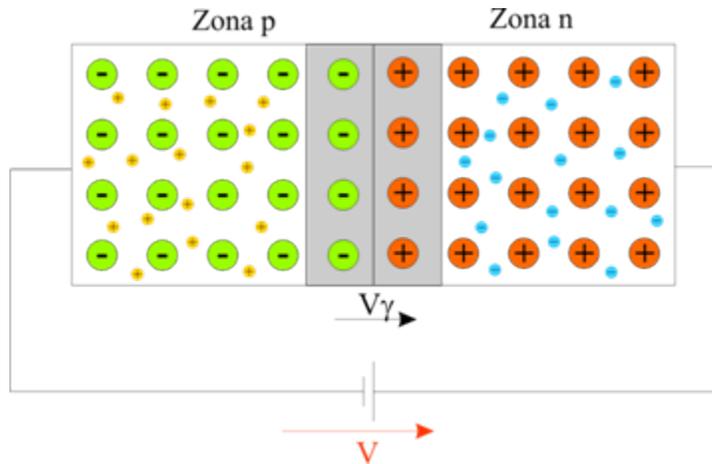
Al poner en contacto una zona p con una zona n, aparece en las proximidades de la unión una zona en la que no existen cargas libres. Es la **zona de carga espacial**



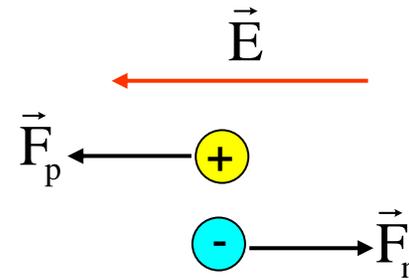
En la zona de carga aparece un campo eléctrico que se opone al movimiento por difusión de h^+ y e^-

2.- Polarización del diodo.

2.1.- Polarización inversa.



La polarización inversa aplicada aleja a los portadores de la unión



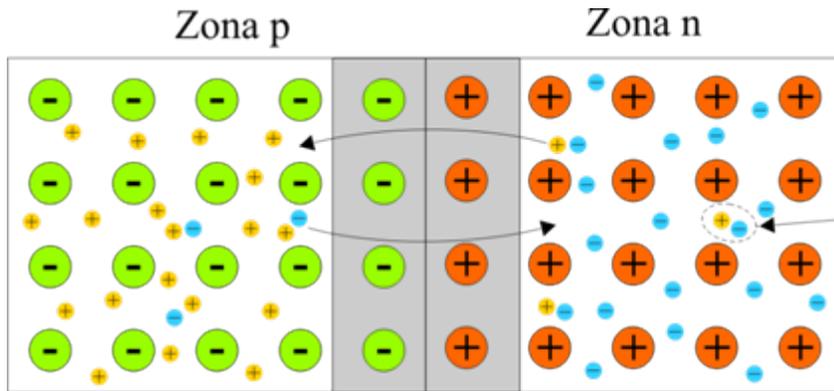
La zona de carga espacial aumenta hasta que la tensión interna que aparece se iguale a la externa aplicada

2.- Polarización del diodo.

2.1.- Polarización inversa.

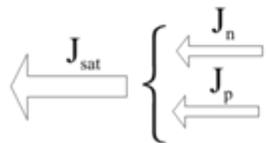


La zce penetra más en las zonas menos dopadas



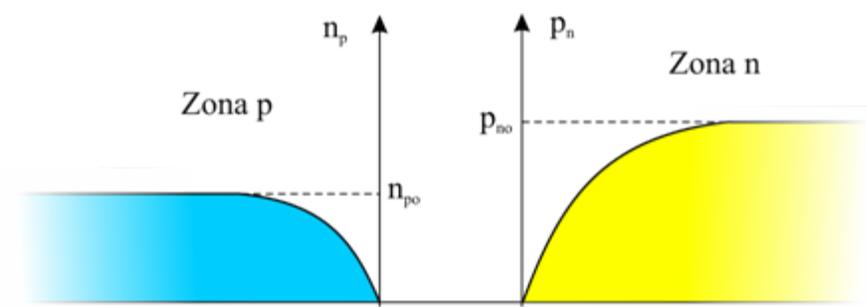
Pares e^- / h^+ de origen térmico

Hay una pequeña corriente debida a los portadores minoritarios



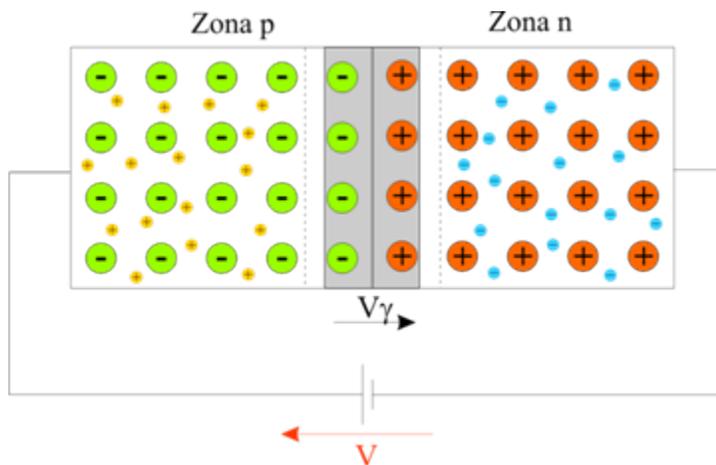
Corriente inversa de saturación
Corriente de fugas

Perfiles de minoritarios en inversa



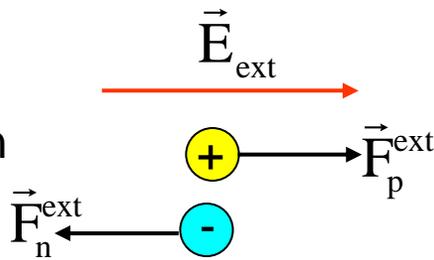
2.- Polarización del diodo.

2.2.- Polarización directa.

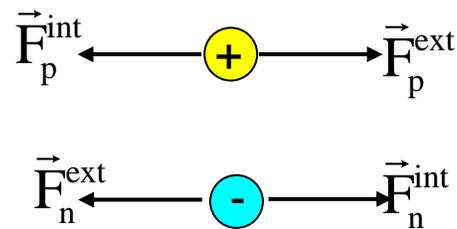
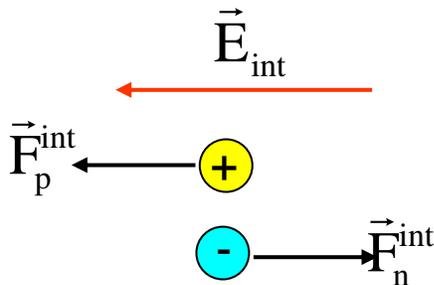


La zce es más estrecha que la que teníamos con la unión sin polarizar

Campo eléctrico debido a la polarización aplicada



Campo eléctrico existente en la zce.

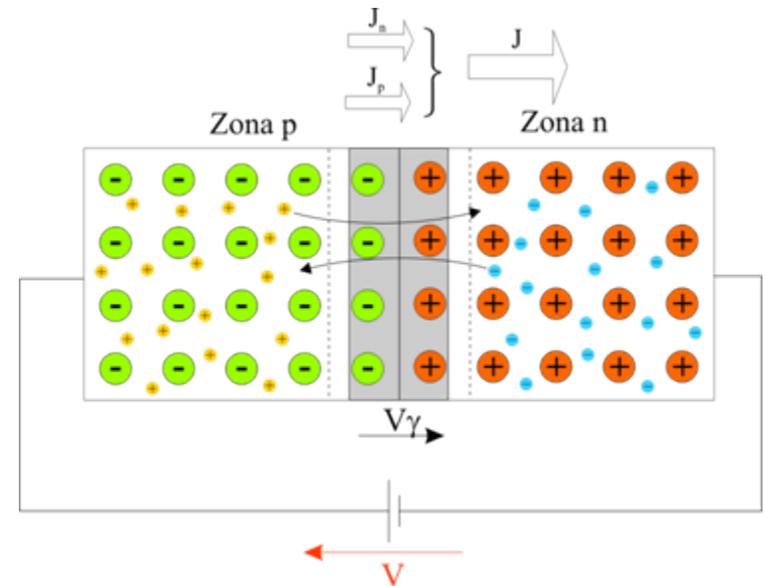


2.- Polarización del diodo.

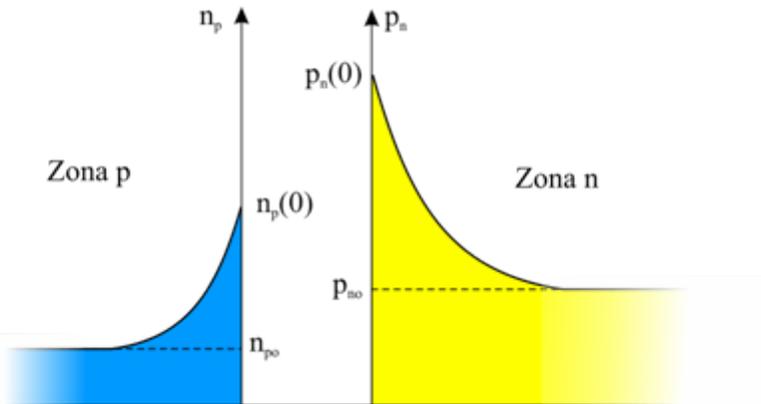
2.2.- Polarización directa.

Cuando $V > V_\gamma$; $E_{ext} > E_{int} \Rightarrow$ habrá circulación de corriente

Para que por un diodo circule corriente, no basta con polarizarlo en directa. *La tensión aplicada debe superar la tensión umbral*



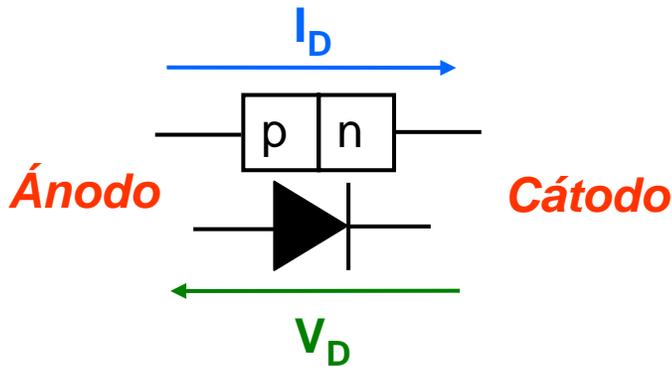
Perfiles de minoritarios en directa



3.- Curva Característica del diodo.

Ecuación de Shockley

$$I_D = I_S \left[\exp \frac{q \cdot V_D}{\eta \cdot K \cdot T} - 1 \right]$$



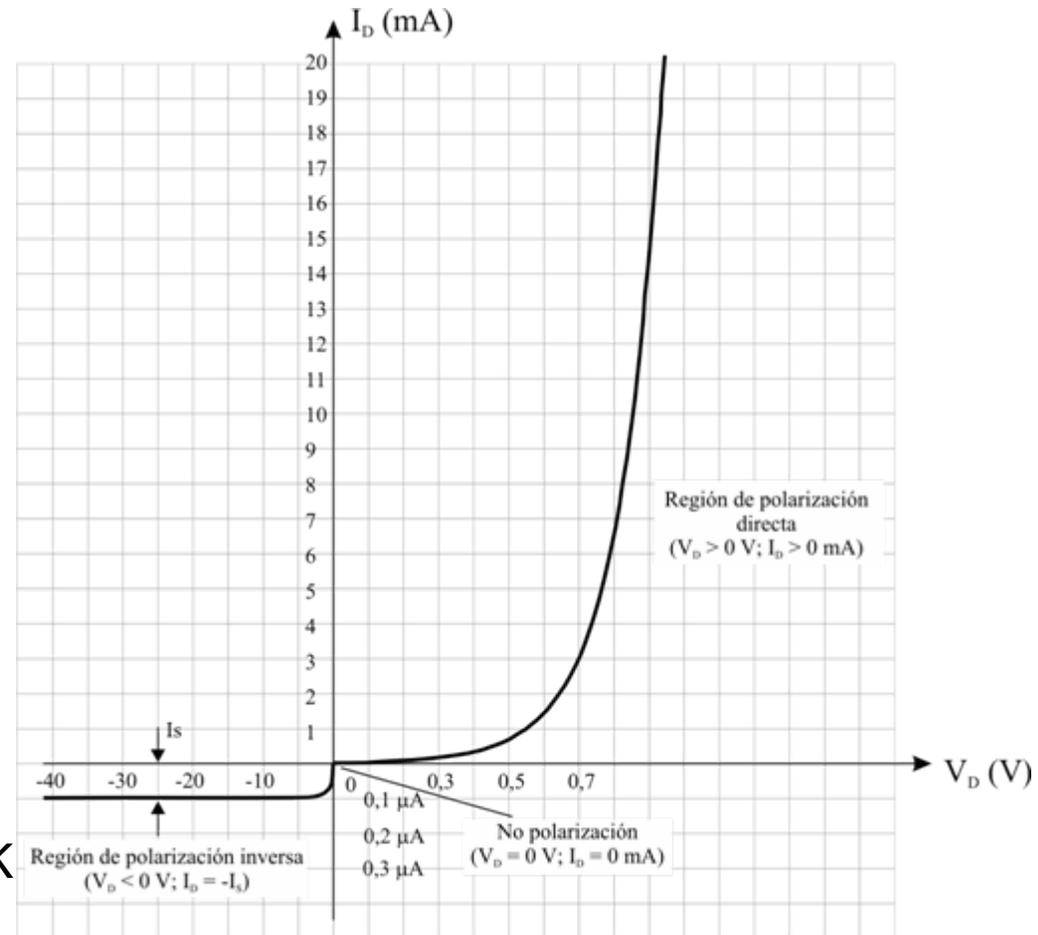
I_D = Corriente que atraviesa el diodo

V_D = Caída de tensión en el diodo

q = Carga del electrón = $1,6 \text{ E-}19 \text{ C}$

K = Cte. de Boltzman = $8,62 \text{ E-}5 \text{ eV/K}$

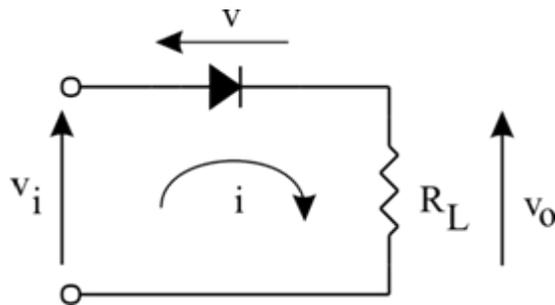
T = Temperatura en Kelvin



(Ge) $\eta = 1$ en toda la curva

(Si) $\eta = 2$ valores bajos de tensión
 $\eta = 1$ zona de ascenso rápido

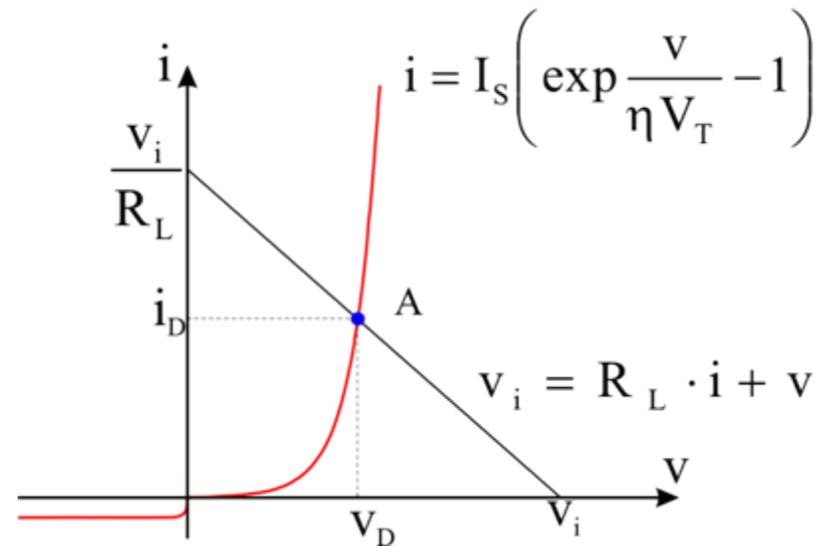
4.- El diodo como elemento de un circuito.



$$v_i = v_o + v$$

$$v_o = R_L \cdot i$$

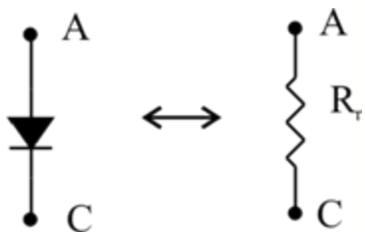
$$\left. \begin{aligned} i &= I_S \left(\exp \frac{v}{\eta V_T} - 1 \right) \\ v_i &= R_L \cdot i + v \end{aligned} \right\}$$



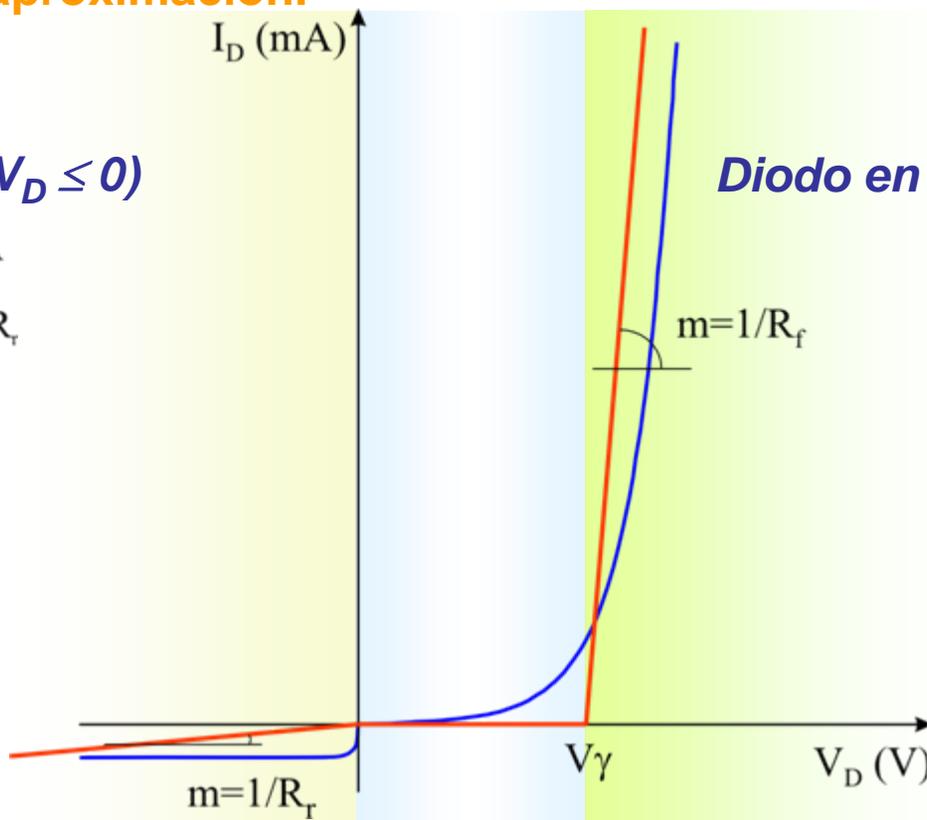
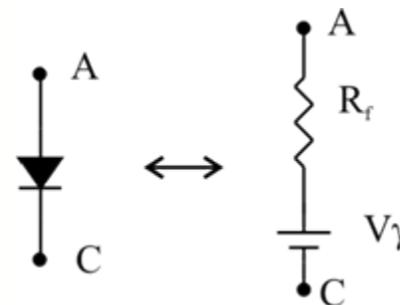
5.- Aproximaciones del diodo.

5.1.- Primera aproximación.

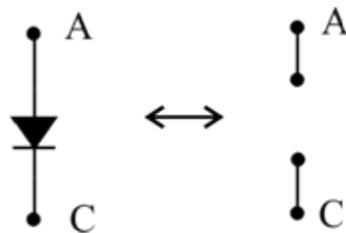
Diodo en inversa ($V_D \leq 0$)



Diodo en conducción ($V_D \geq V_\gamma$)

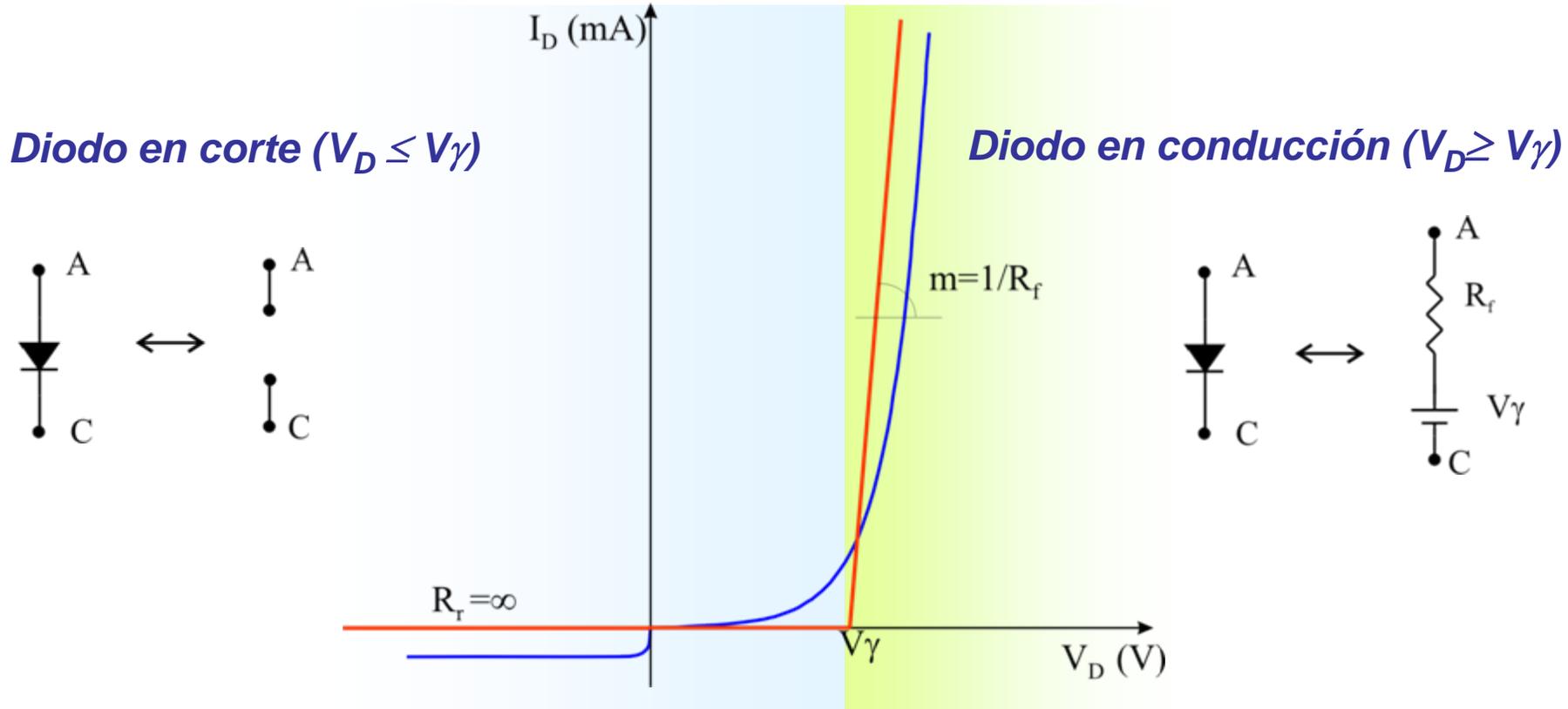


Diodo en corte ($0 \leq V_D \leq V_\gamma$)



5.- Aproximaciones del diodo.

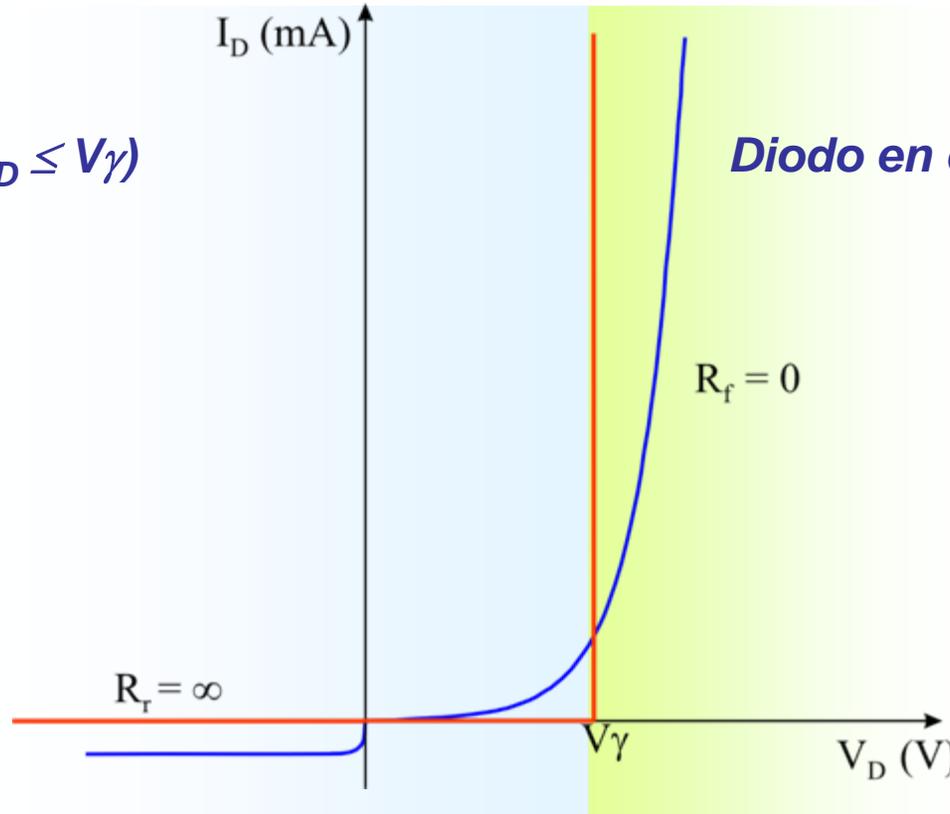
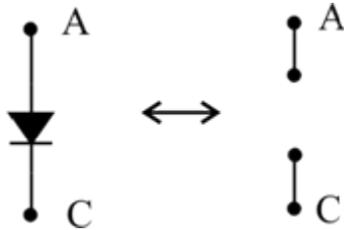
5.2.- Segunda aproximación.



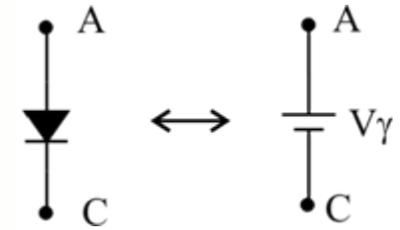
5.- Aproximaciones del diodo.

5.3.- Tercera aproximación.

Diodo en corte ($V_D \leq V_\gamma$)

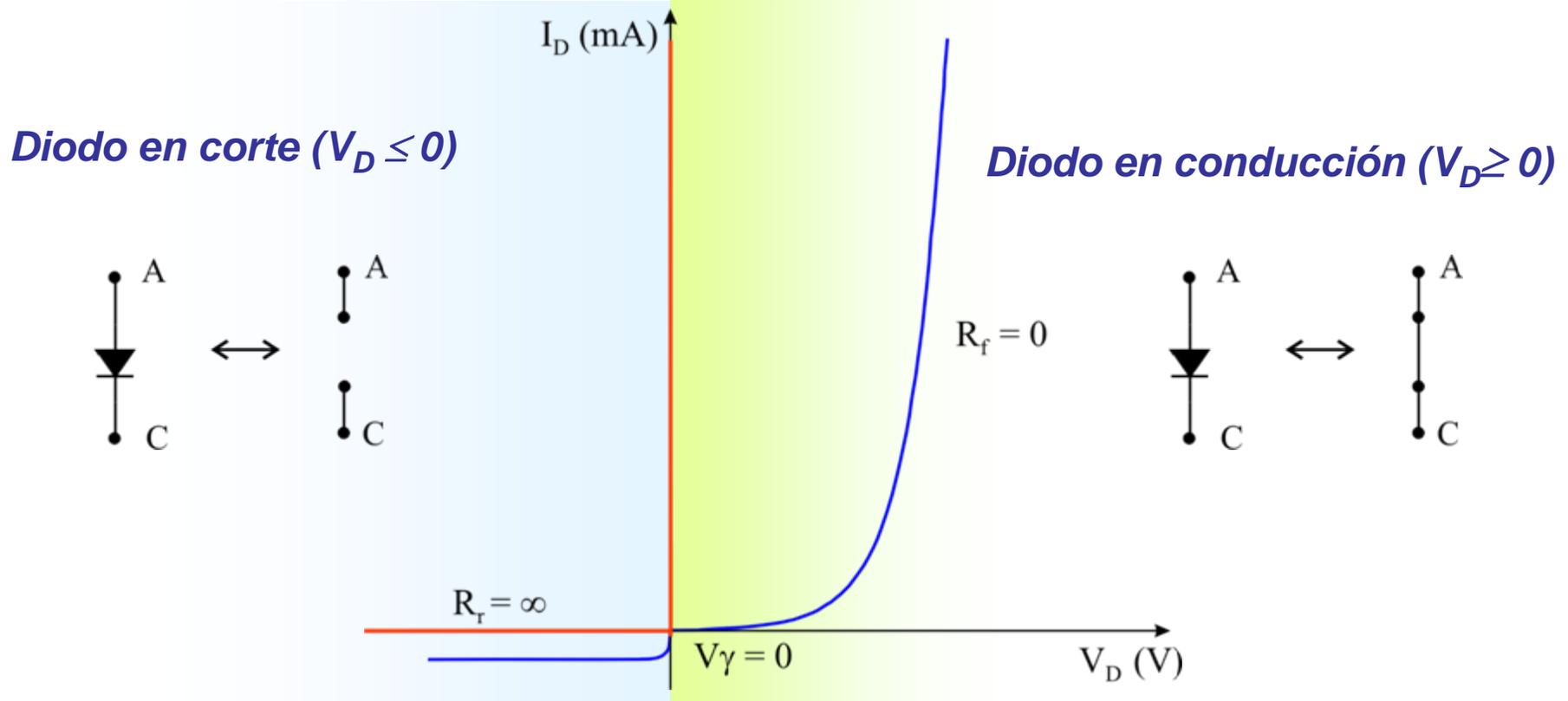


Diodo en conducción ($V_D \geq V_\gamma$)



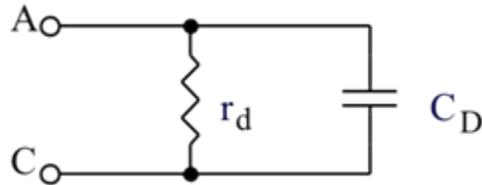
5.- Aproximaciones del diodo.

5.4.- Cuarta aproximación. Diodo Ideal

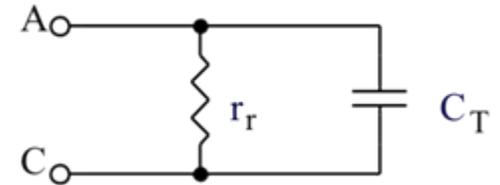


6.- Capacidades y tiempos de conmutación.

Modelos de pequeña señal



Diodo en directa



Diodo en inversa

r_d = resistencia incremental o dinámica en directa.

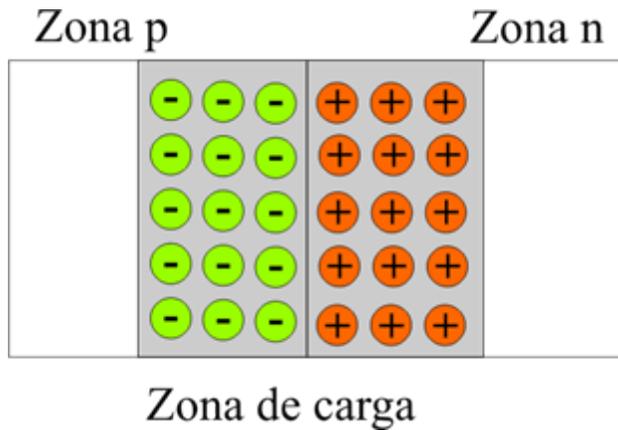
r_r = resistencia incremental o dinámica en inversa.

C_D = capacidad de difusión

C_T = capacidad de transición o de unión.

6.- Capacidades y tiempos de conmutación.

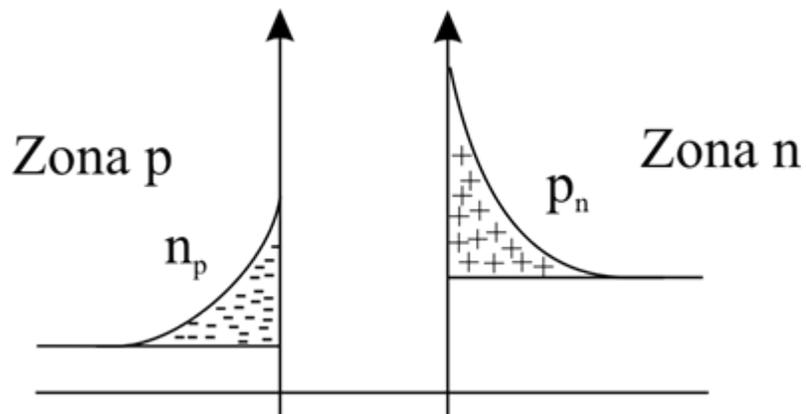
6.1.- Capacidad de transición o de unión.



$$C_T = \left| \frac{dQ}{dV} \right|$$

$$C_T = \frac{\epsilon \cdot A}{W}$$

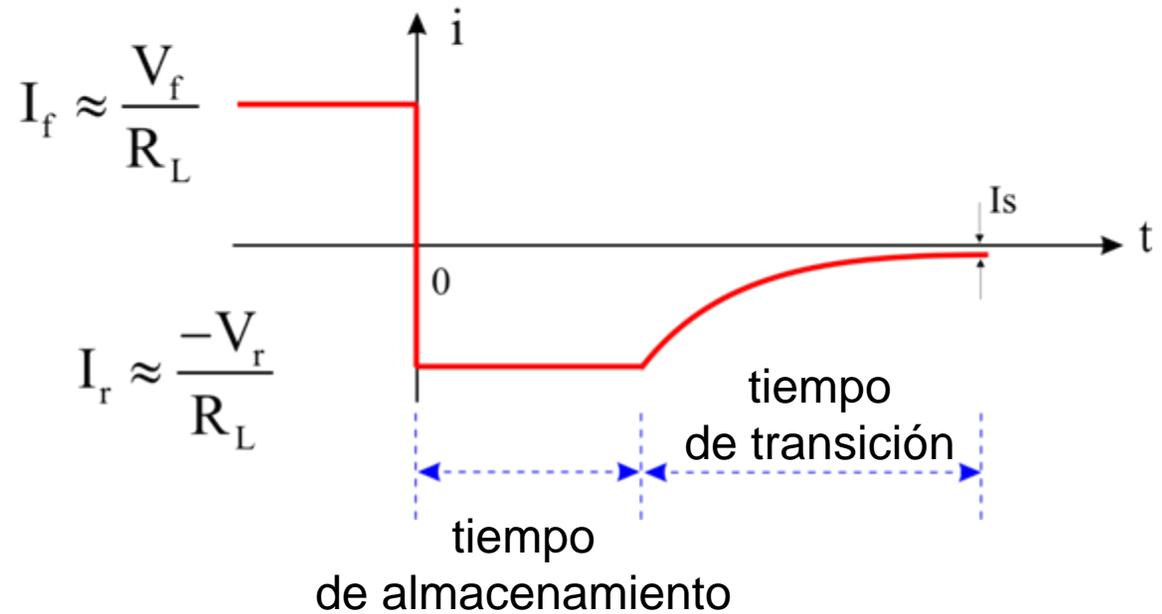
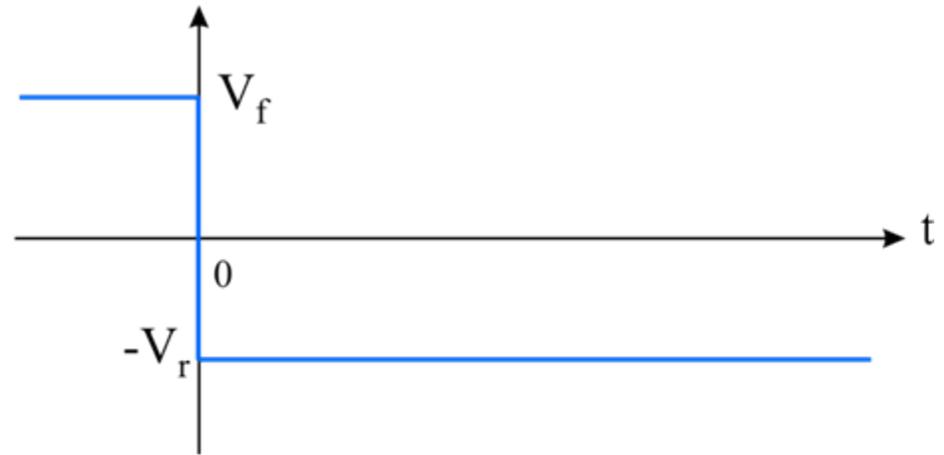
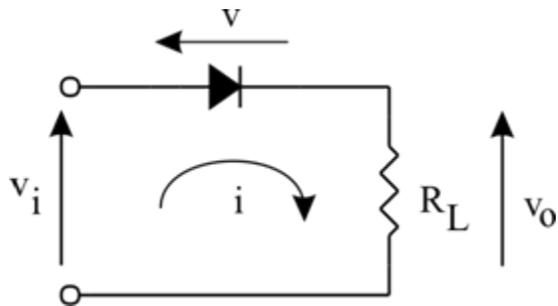
6.2.- Capacidad de difusión.



$$C_D = \frac{\tau I}{\eta V_T}$$

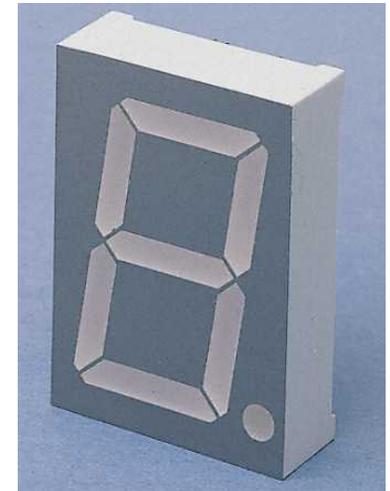
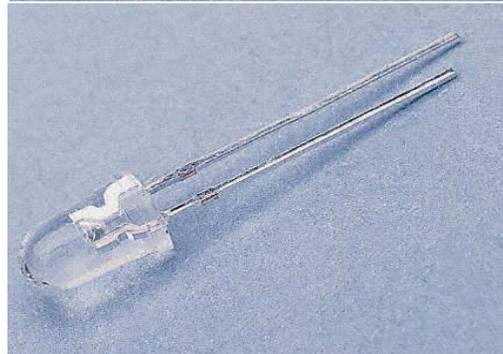
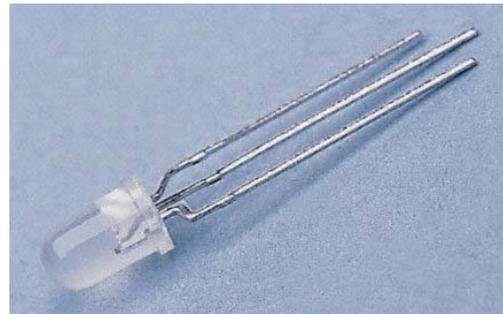
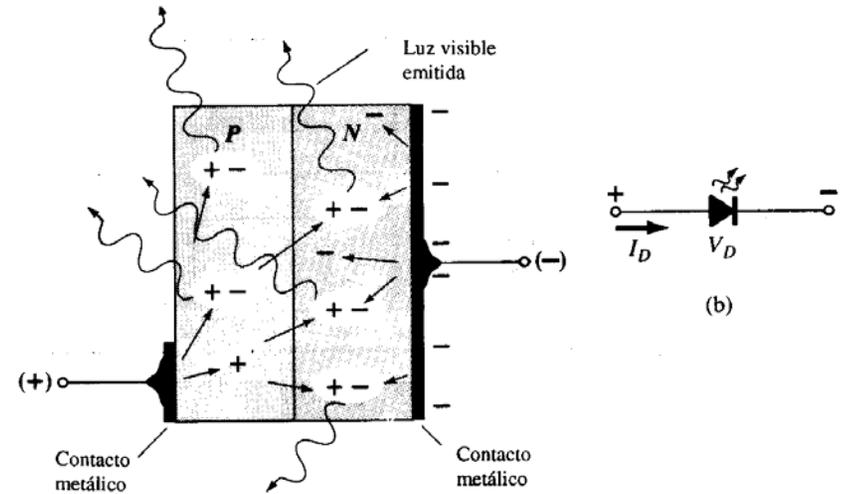
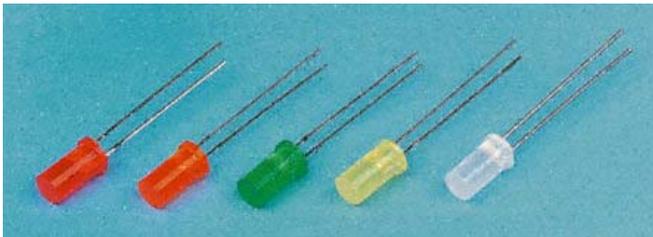
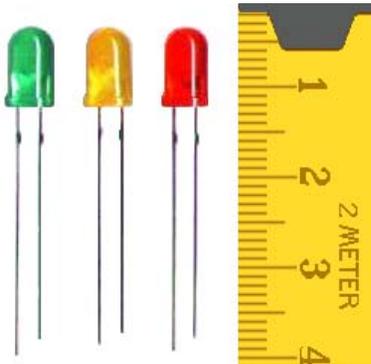
6.- Capacidades y tiempos de conmutación.

6.3.- Tiempo de conmutación del diodo.

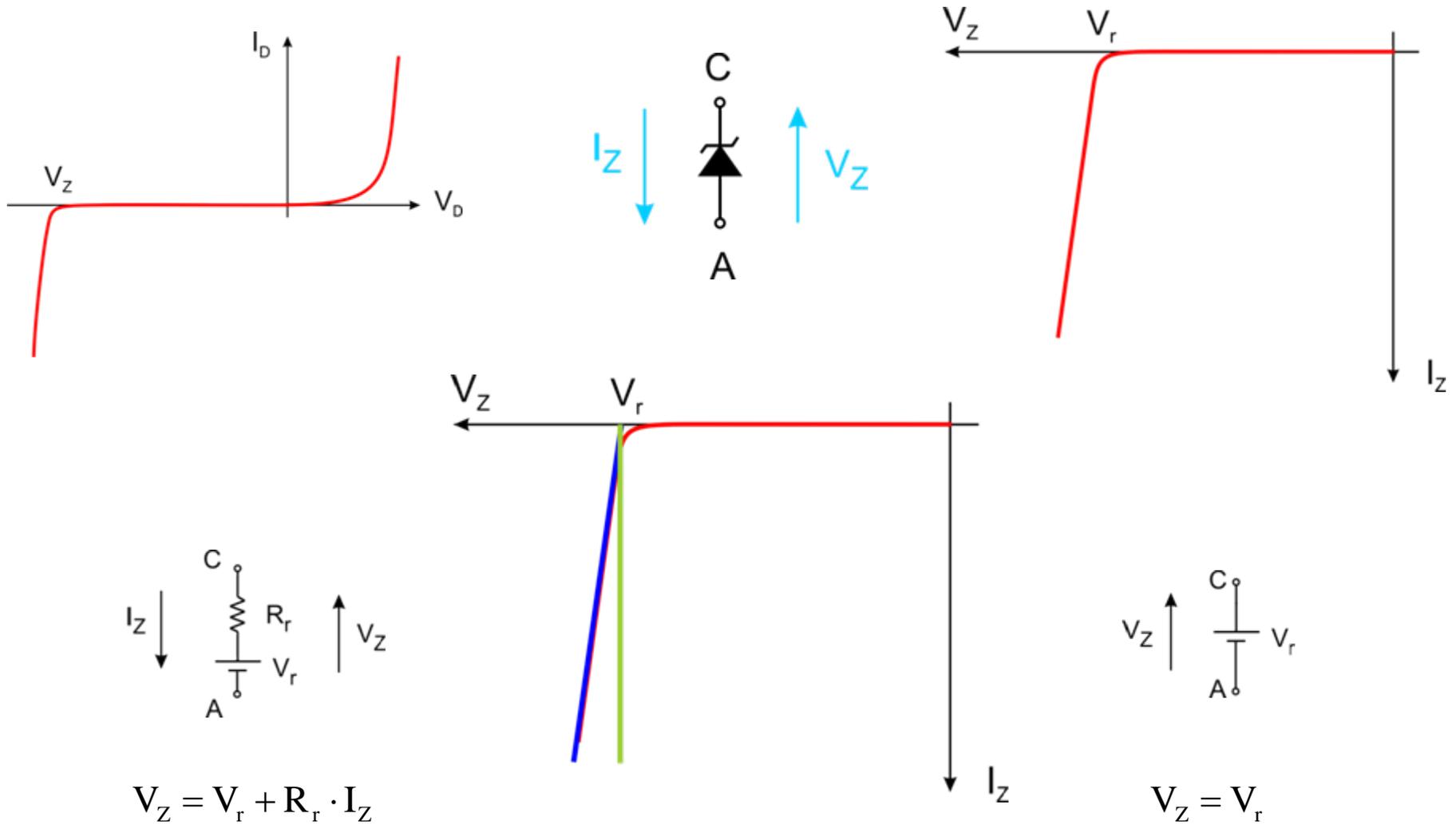


7.- Diodos led y diodos zener.

LED = Light Emitter Diode

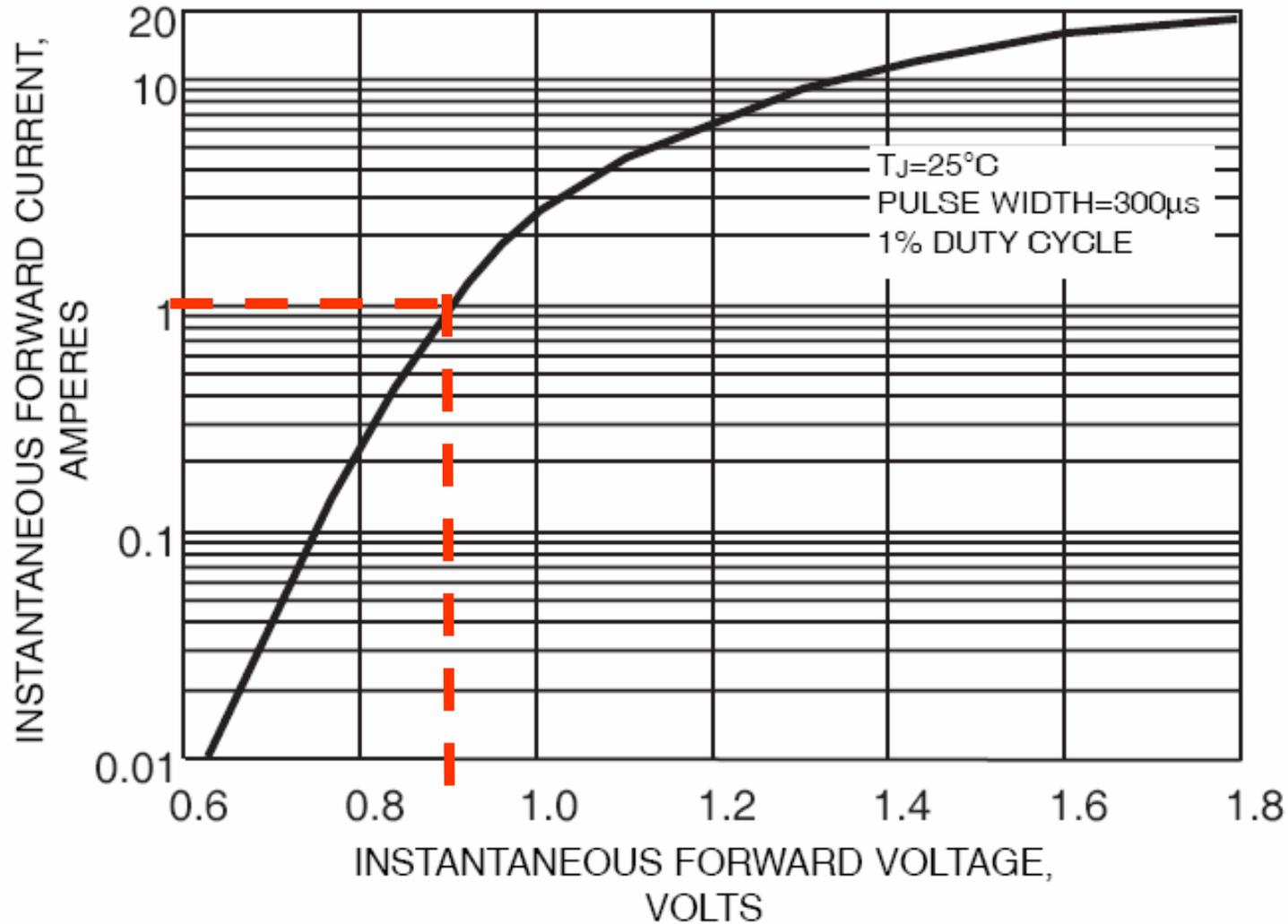


7.- Diodos led y diodos zener.



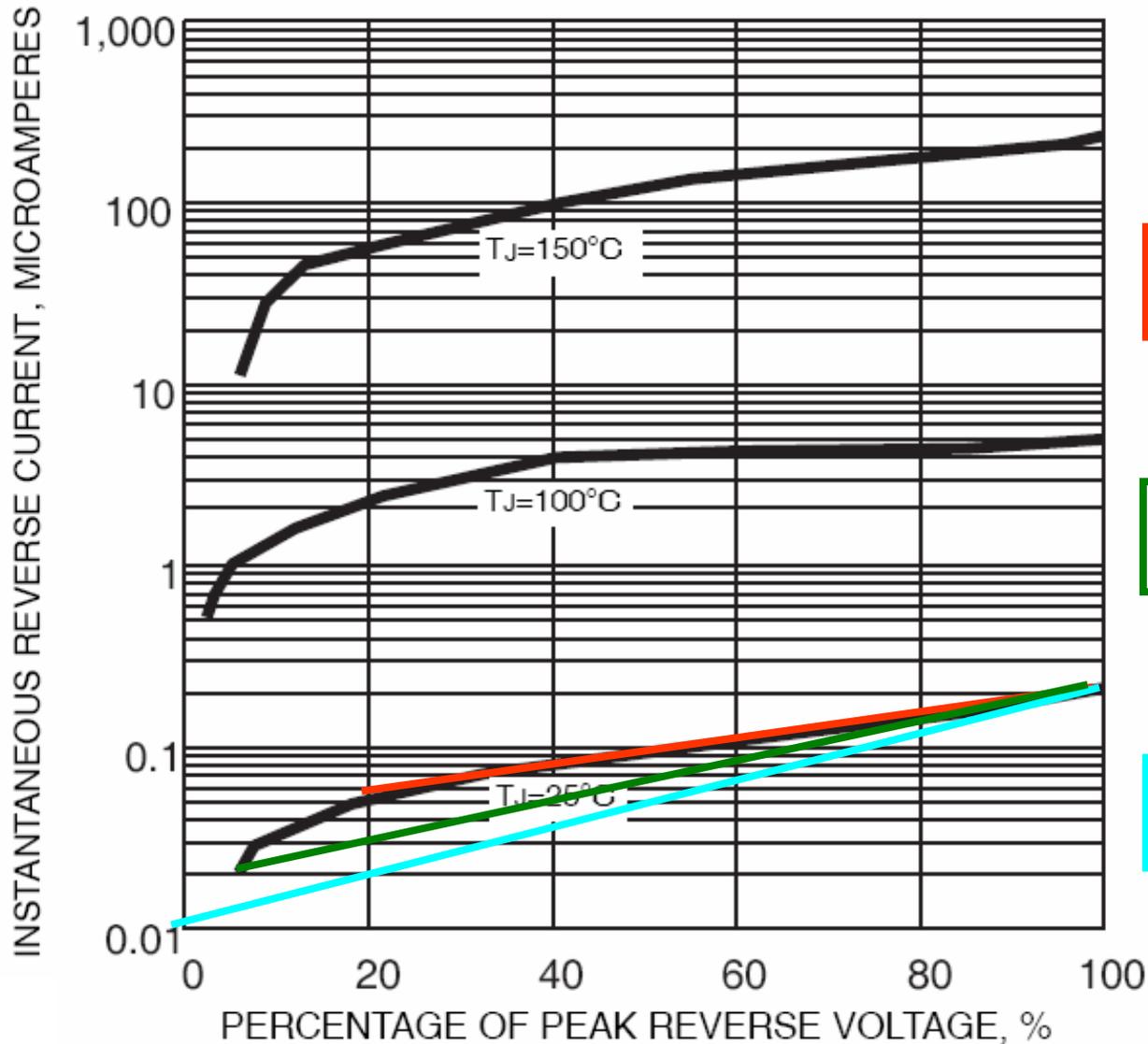
Característica directa.

FIG. 3 - TYPICAL INSTANTANEOUS FORWARD CHARACTERISTICS



Característica inversa.

FIG. 4 - TYPICAL REVERSE CHARACTERISTICS



$$R = \frac{V}{I} = \frac{800}{(0,2 - 0,05) \cdot 10^{-6}} = 5\,333 \text{ M}\Omega$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{995}{(0,2 - 0,02) \cdot 10^{-6}} = 5\,527 \text{ M}\Omega$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{1000}{(0,2 - 0,01) \cdot 10^{-6}} = 5\,236 \text{ M}\Omega$$