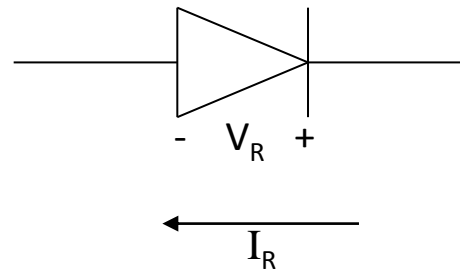
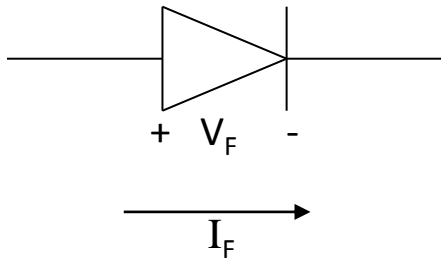


DIODO

Definición:

- Dispositivo Semiconductor
- Dos terminales
- Permite la Circulación de corriente (I) en un solo sentido

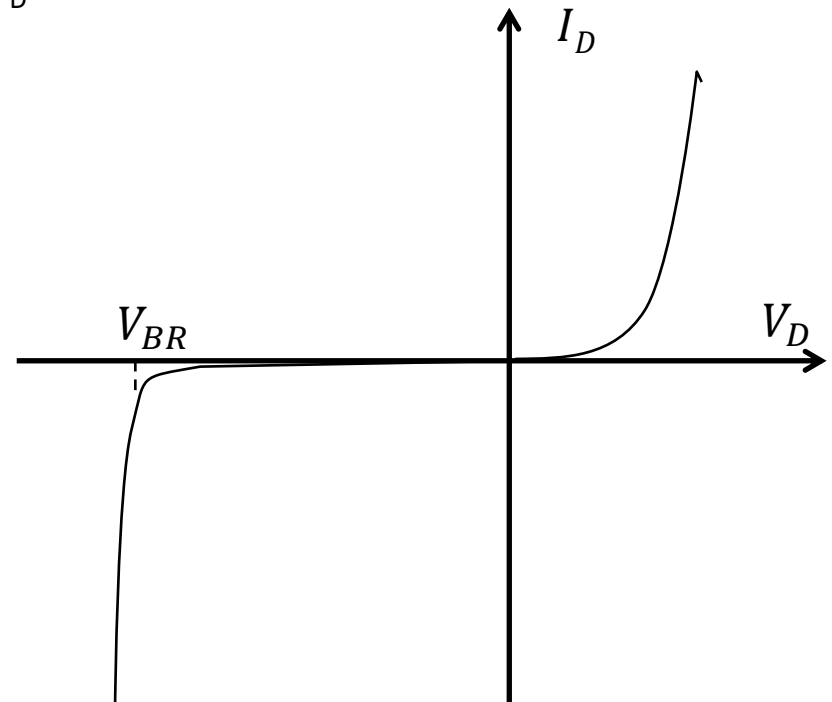
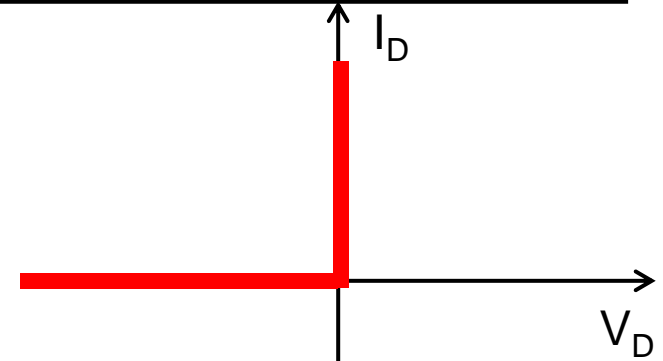
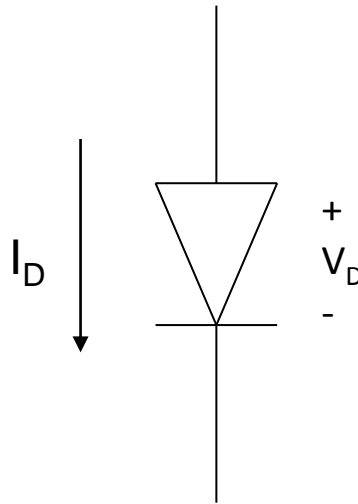
Símbolo y convenciones $V - I$:



DIODO Ideal vs. Semiconductor

DIODO IDEAL

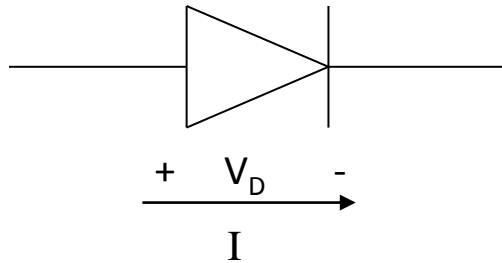
$$V_D > 0 \Rightarrow I_D \rightarrow \infty$$



DIODO Semiconductor

$$I_D = I_s \left[\exp \left(\frac{V_D}{U_T} \right) - 1 \right]$$

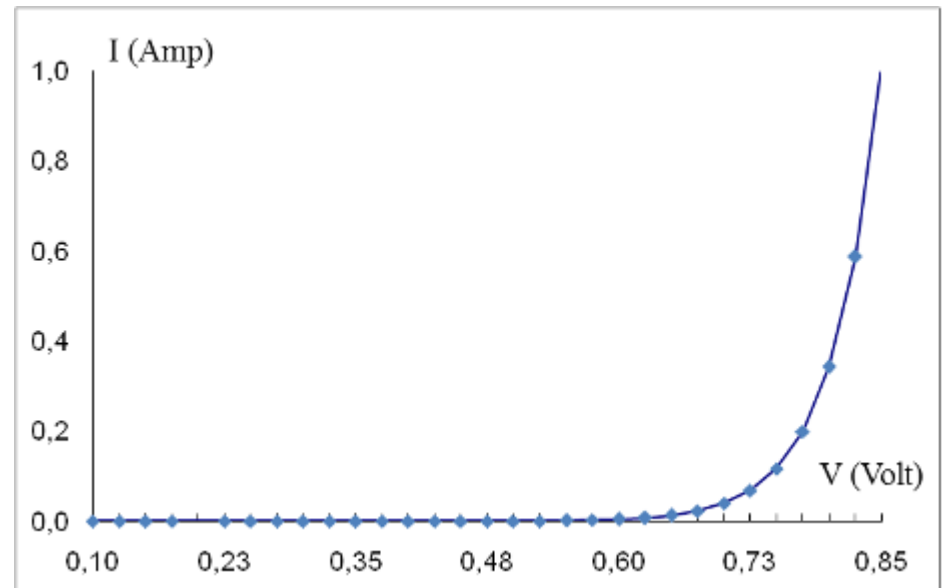
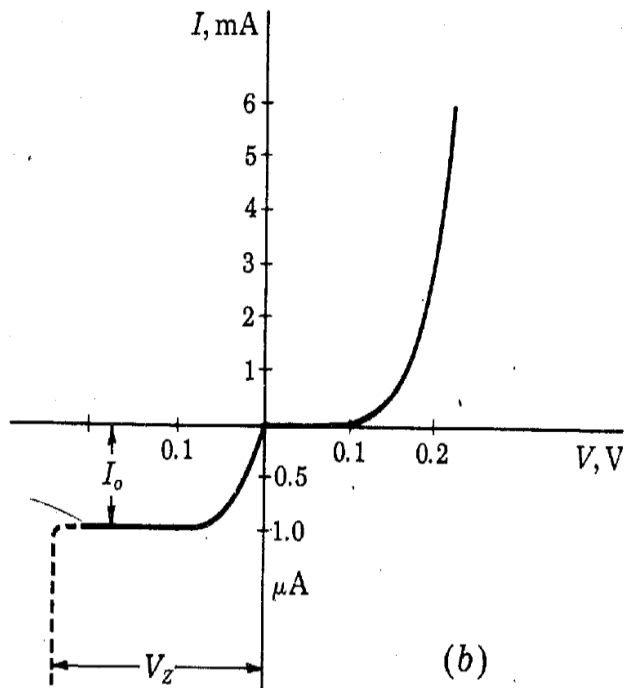
Relación V – I (Modelo Diodo Ideal Semiconductor)



$$I = I_s [\exp (V_D/U_T) - 1]$$

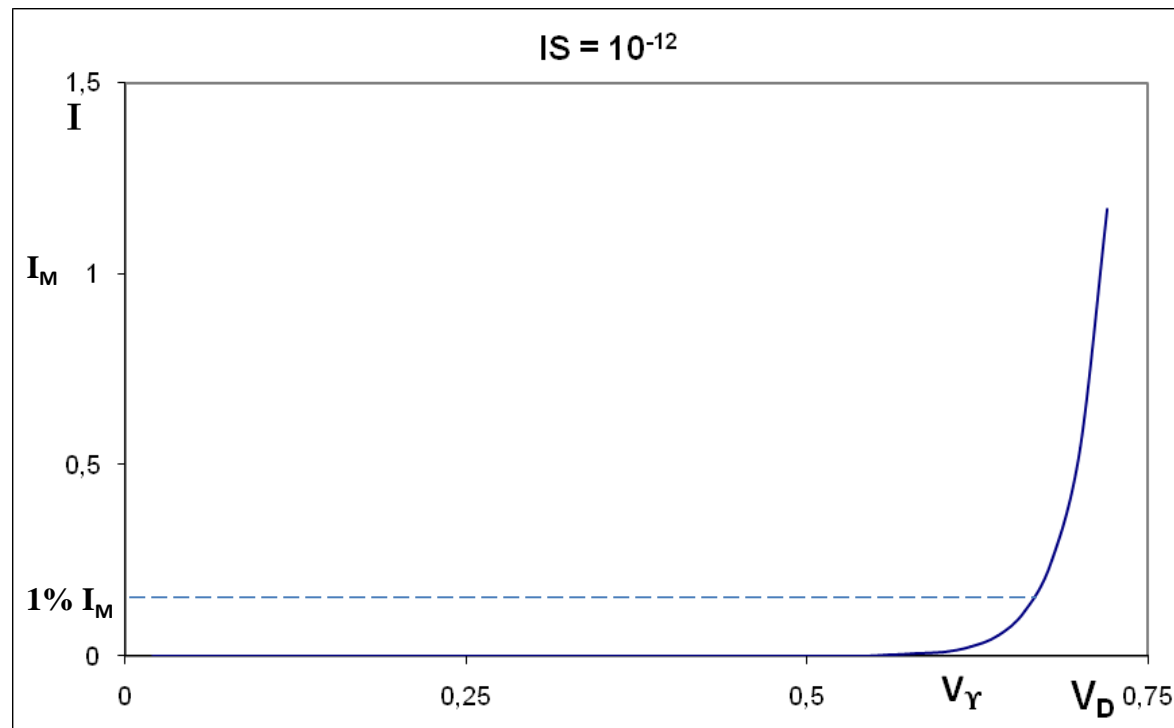
$I_s \longrightarrow$ Fabricación

$$U_T = k T / q$$



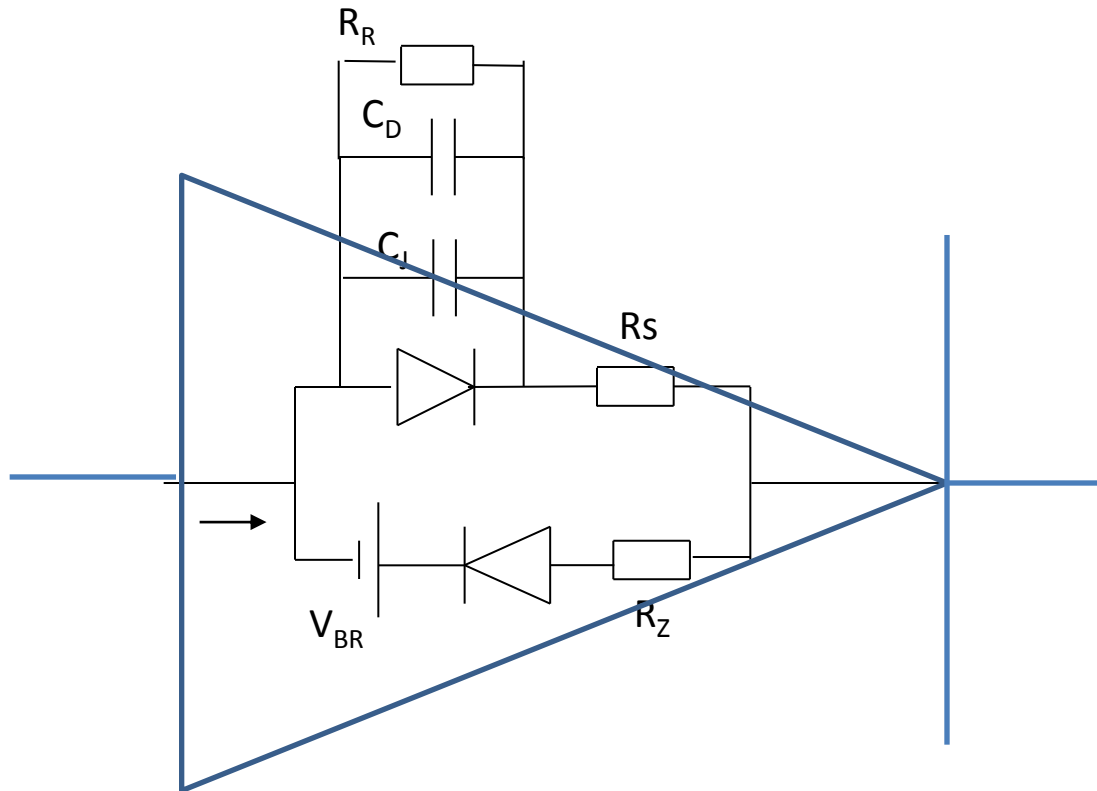
$$I = I_s [\exp (V_D/U_T) - 1]$$

- Dos diodos se diferencian entre si a través del valor de I_s
- I_s refleja el proceso de fabricación (material, concentraciones, dimensiones)
- I_s depende de la temperatura.
- La V_γ (Tensión umbral) se define como la tensión que produce el 1% del valor de corriente máxima que puede conducir el Diodo

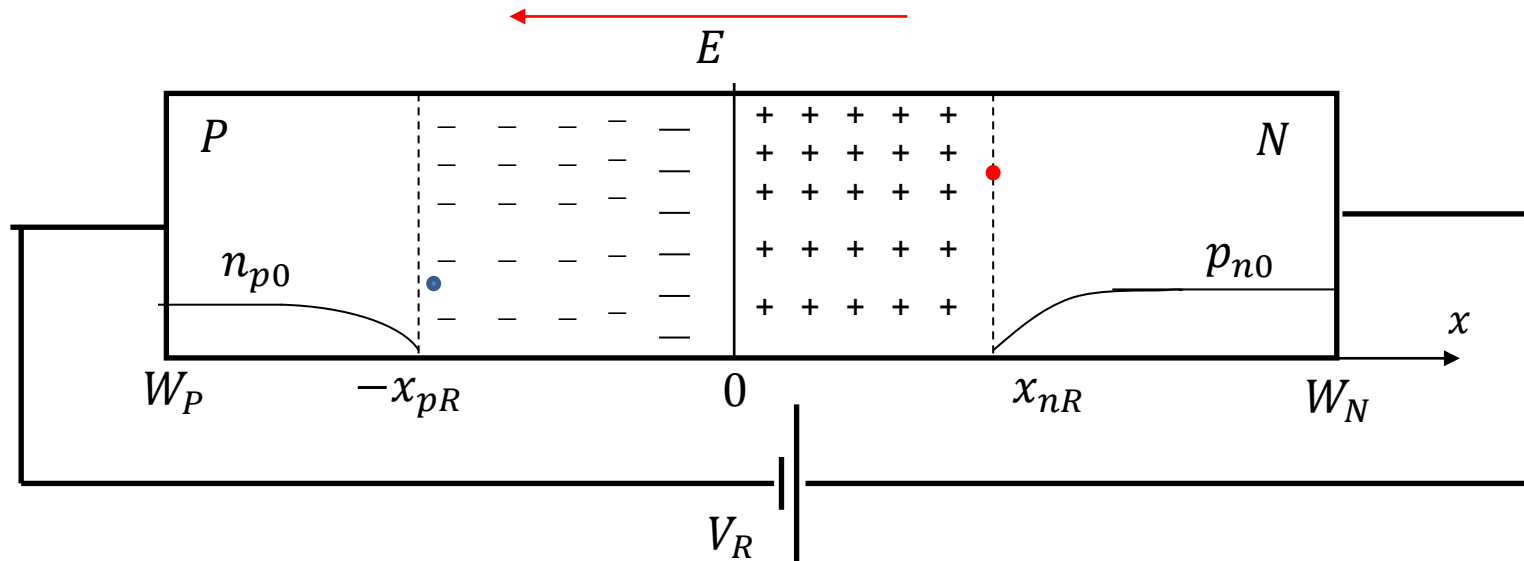


Limitaciones del modelo del Diodo Ideal

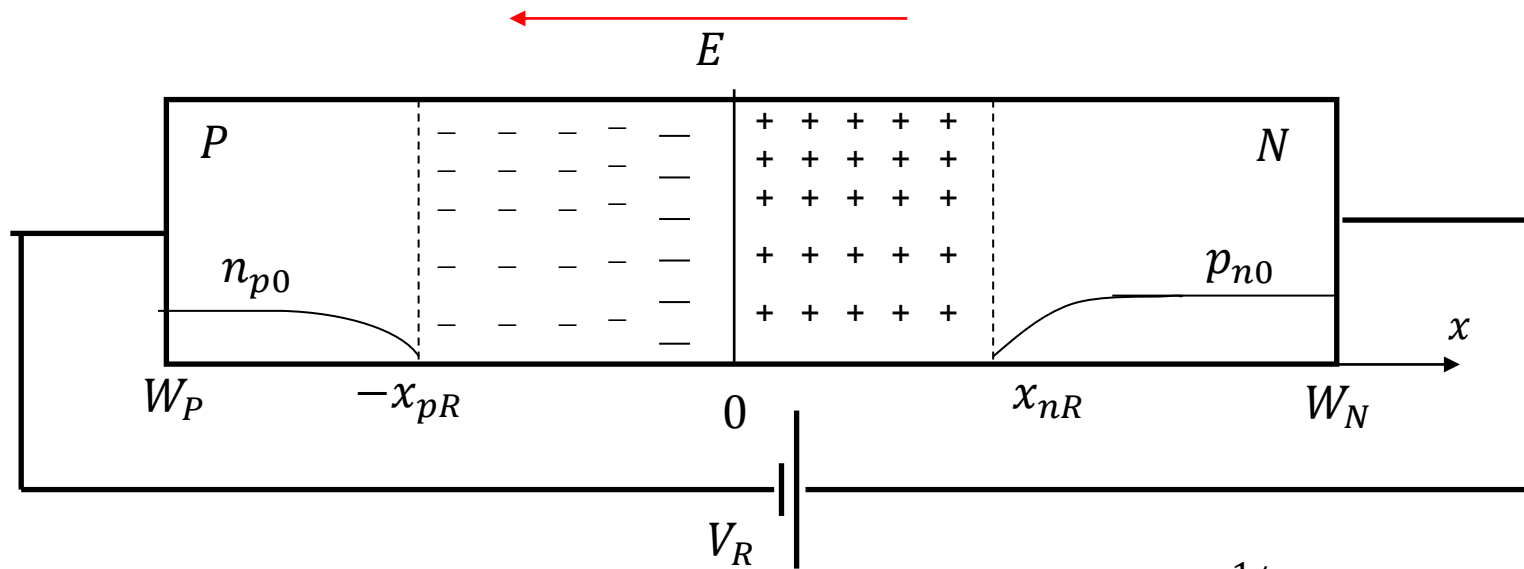
1. Resistencia serie (R_s)
2. Máxima Tensión Inversa (V_{BR})
3. Capacidad de Juntura (C_j)
4. Capacidad de difusión (C_D)
5. Generación en zona de deplexion (R_R)



2. MAXIMA TENSION INVERSA



- Los portadores minoritarios que atraviesan la Zona de deplexion son acelerados por el campo.
- Al atravesar la ZD los portadores chocan con los átomos, en estos choques, si los portadores tienen la energía cinética suficiente, pueden liberar electrones de la ligaduras covalentes de los átomos. Estos electrones son nuevos portadores
- El proceso de generación de portadores por choque en la ZD se llama “Avalancha” y se produce cuando el campo (E_{MAX}) en la ZD alcanza el valor necesario para que la energía cinética de los portadores produzca la liberación de electrones de las ligaduras covalentes



Campo eléctrico en $x = 0$ \longrightarrow
$$E_{MAX} = \left(\frac{2qN_A N_D}{\epsilon(N_A + N_D)} \right)^{1/2} (V_R + V_{j0})^{1/2} \left[\frac{V}{cm} \right]$$

Valor del campo eléctrico para el que comienza el proceso de "Avalancha" \longrightarrow
$$E_{critico} = \frac{4 \times 10^5}{1 - \frac{1}{3} \log \left(\frac{N}{10^{16}} \right)} \left[\frac{V}{cm} \right]$$

Cuando $\rightarrow E_{MAX} \geq E_{critico} \rightarrow$ Avalancha en la ZD

La tensión V_R que hace que $E_{MAX} = E_{critico}$

Es $V_{BR} \rightarrow$ Máxima tensión de bloqueo inversa

- Al aumentar la temperatura disminuye λ (camino libre medio)
- Esta disminución de λ (camino libre medio) implica una disminución de la energía cinética que adquieren los portadores antes de chocar
- Para compensar esta disminución de la energía cinética debo aumentar el campo que acelera los portadores
- Por tanto el aumento de temperatura hace necesario un campo mayor para provocar la avalancha

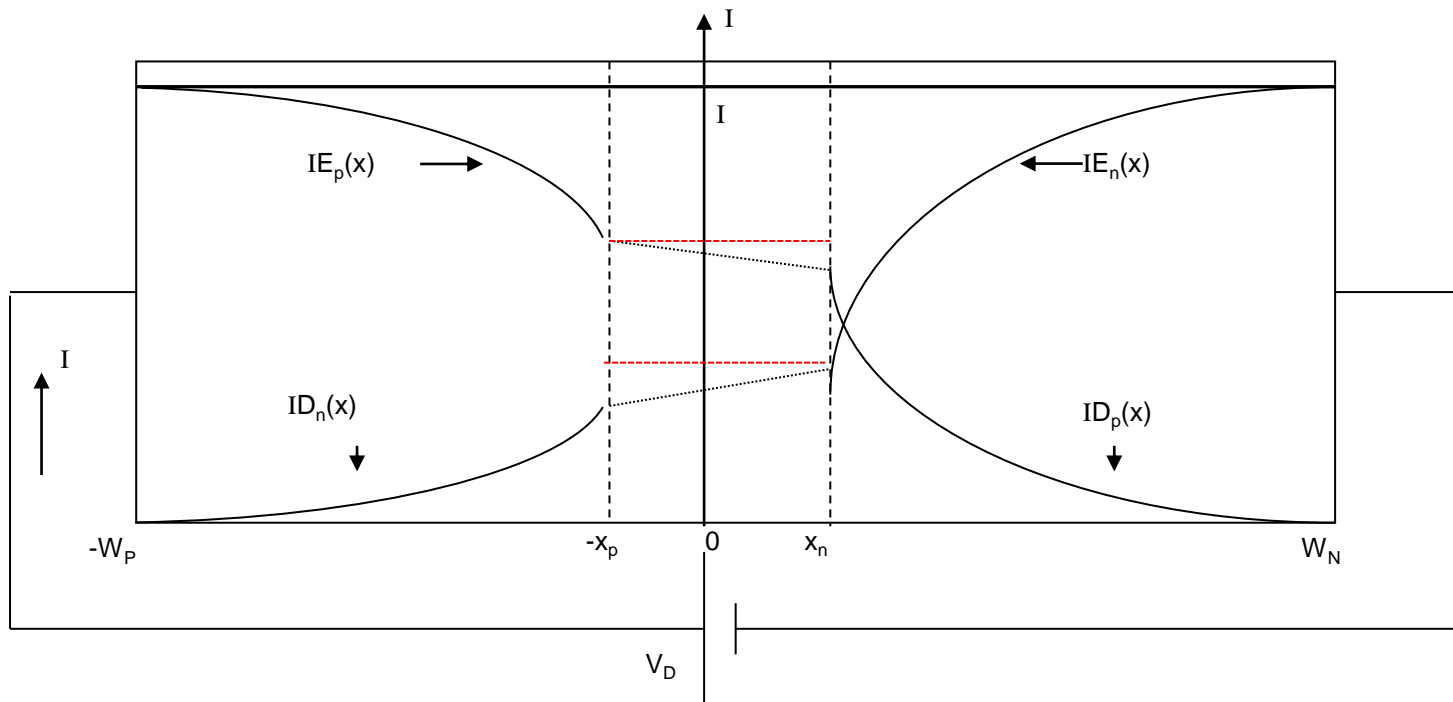
$T \uparrow \Rightarrow V_{BR} \uparrow \longrightarrow$ Para AVALANCHA

- Ruptura Zener

6. Recombinación en zona de deplexion

$$I = I_s \left[\exp \left(\frac{V_D}{\eta U_T} \right) - 1 \right]$$

$\eta \cong 2$
Para Si



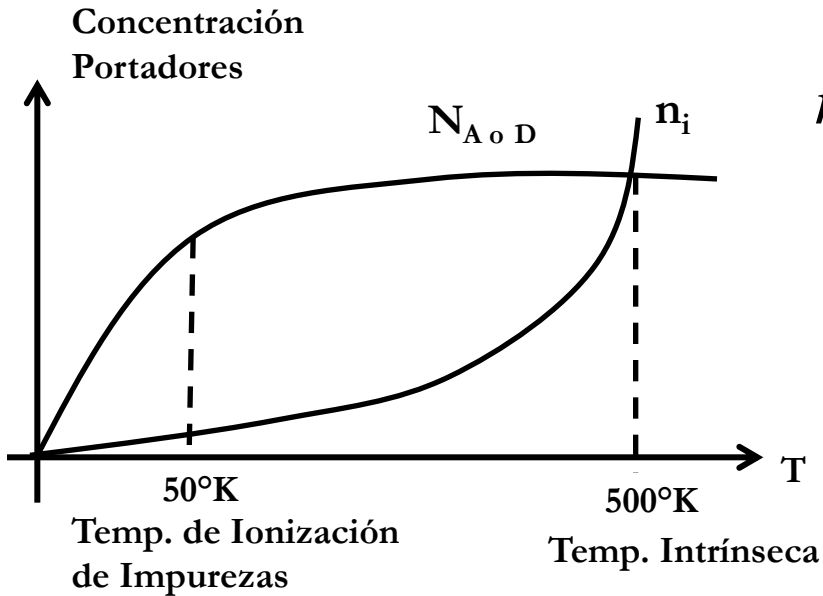
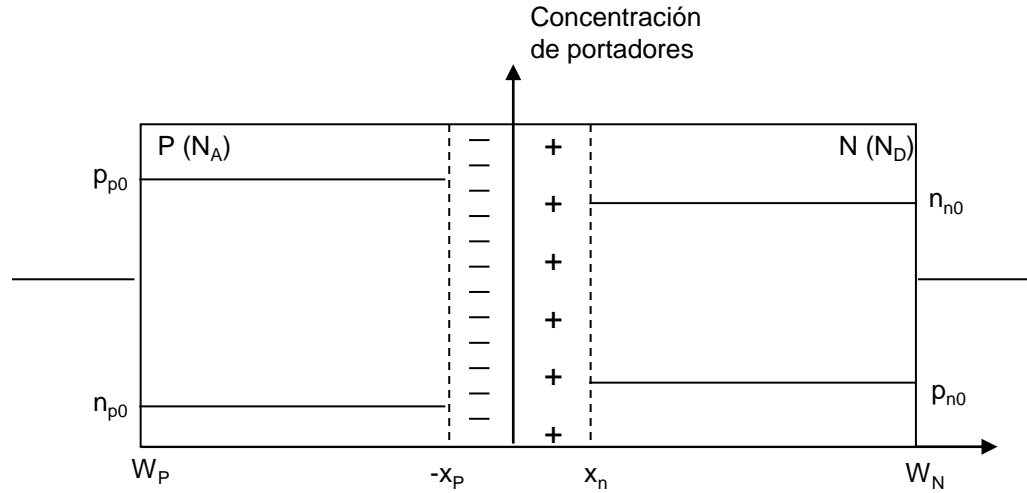
7. Máxima Temperatura de Juntura (T_{jM})

$$p_{p0} = N_A$$

$$n_{p0} = n_i^2 / N_A$$

$$n_{n0} = N_D$$

$$p_{n0} = n_i^2 / N_D$$



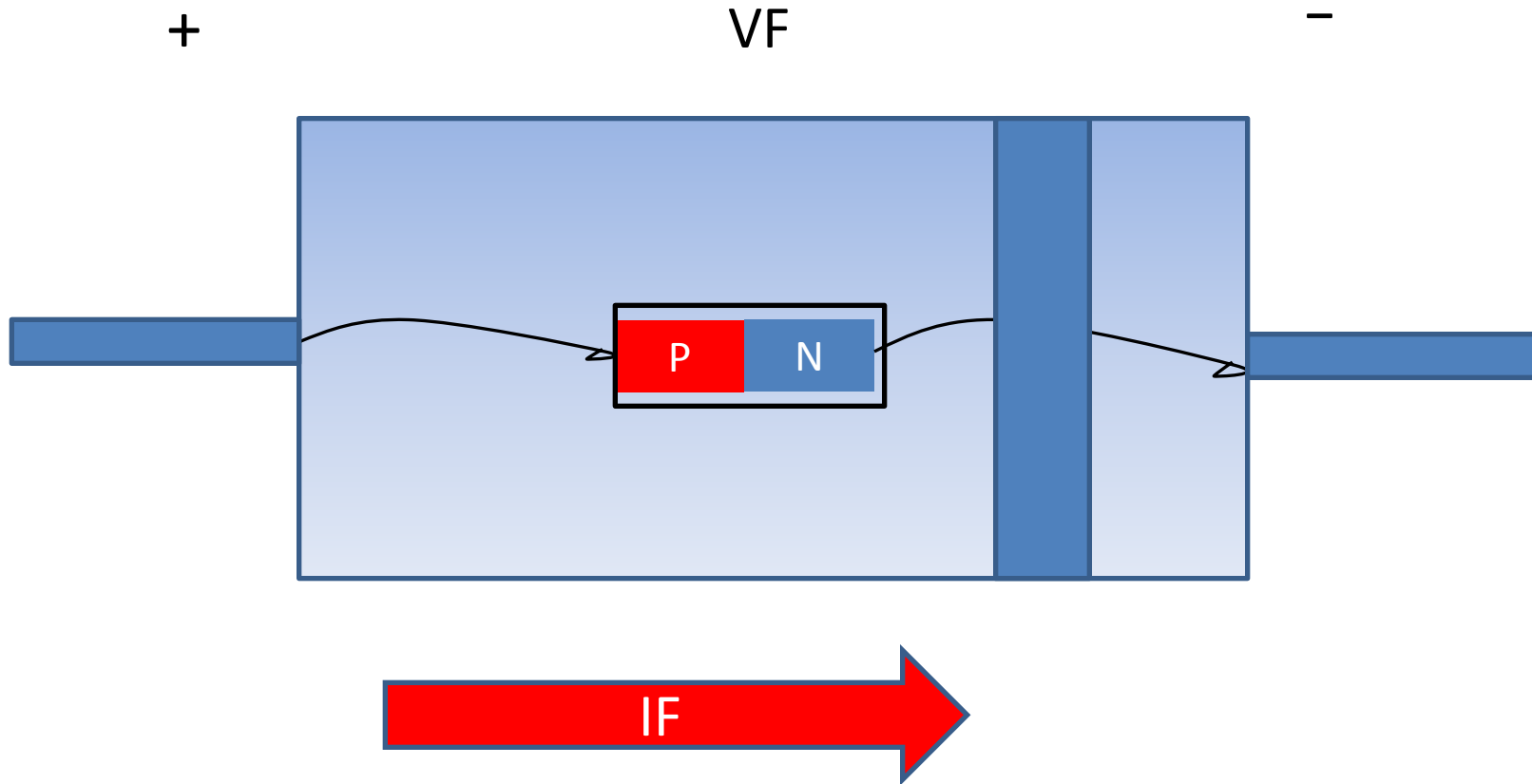
$$n_i^2 = A \cdot T^3 e^{-E_G/kT}$$

Para $T = T_{\text{Intrinseca}} \Rightarrow n_i \cong N_D \text{ o } N_A$

$$n_{n0} \cong p_{n0} \text{ o } p_{p0} \cong n_{p0}$$

El semiconductor deja de ser EXTRINSECO

8. Máxima Corriente Directa (I_{FM})



MODELO DEL DIODO

$$I = I_s \left[\exp \left(\frac{V_D}{\eta U_T} \right) - 1 \right]$$

$$I_R = M I_s$$

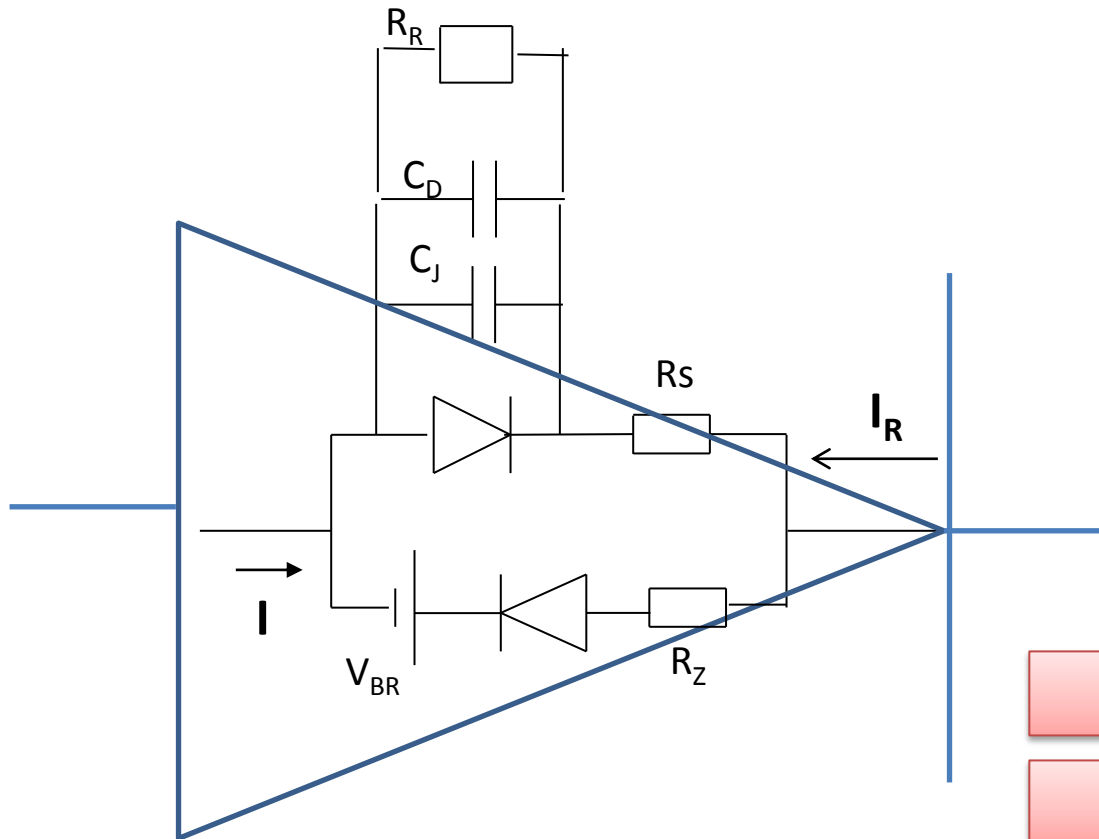
$$n \sim 3 \text{ a } 6$$

$$M = \frac{1}{1 - \left(\frac{V_R}{V_{BR}} \right)^n}$$

$$C_j = \frac{C_{j0}}{\sqrt[m]{1 + \frac{V_R}{V_{j0}}}}$$

$$m = 2 \rightarrow \text{Junt. abrupta}$$

$$m = 3 \rightarrow \text{Junt. gradual}$$



$$C_D = T_T \frac{I}{U_T}$$

PARAMETROS DEL MODELO

$$I_S$$

$$R_S$$

$$V_{BR}$$

$$C_{j0}$$

$$T_T$$

$$\eta$$

$$V_{j0}$$

ECUACIONES DEL MODELO

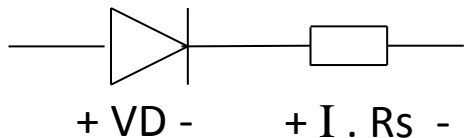
$$I = I_S \left[\exp \left(\frac{V_D}{\eta U_T} \right) - 1 \right]$$

$$I_R = M I_S$$

$$M = \frac{1}{1 - \left(\frac{V_R}{V_{BR}} \right)^n}$$

$$C_j = \frac{C_{j0}}{\sqrt{1 + \frac{V_R}{V_{j0}}}}$$

$$C_D = T_T \frac{I_D}{U_T}$$



+ VF -

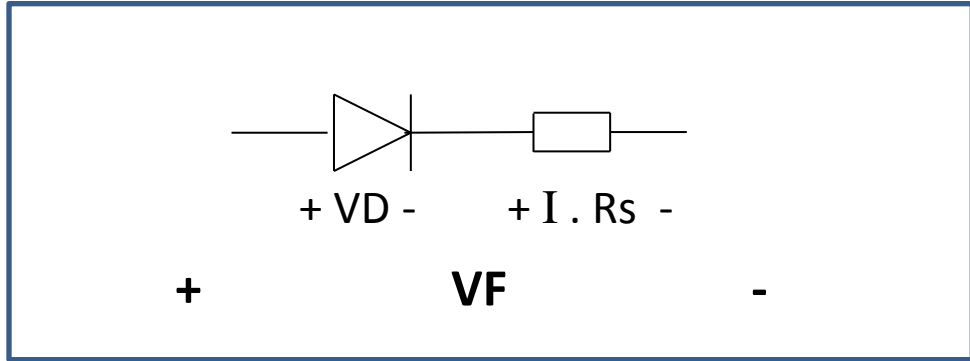
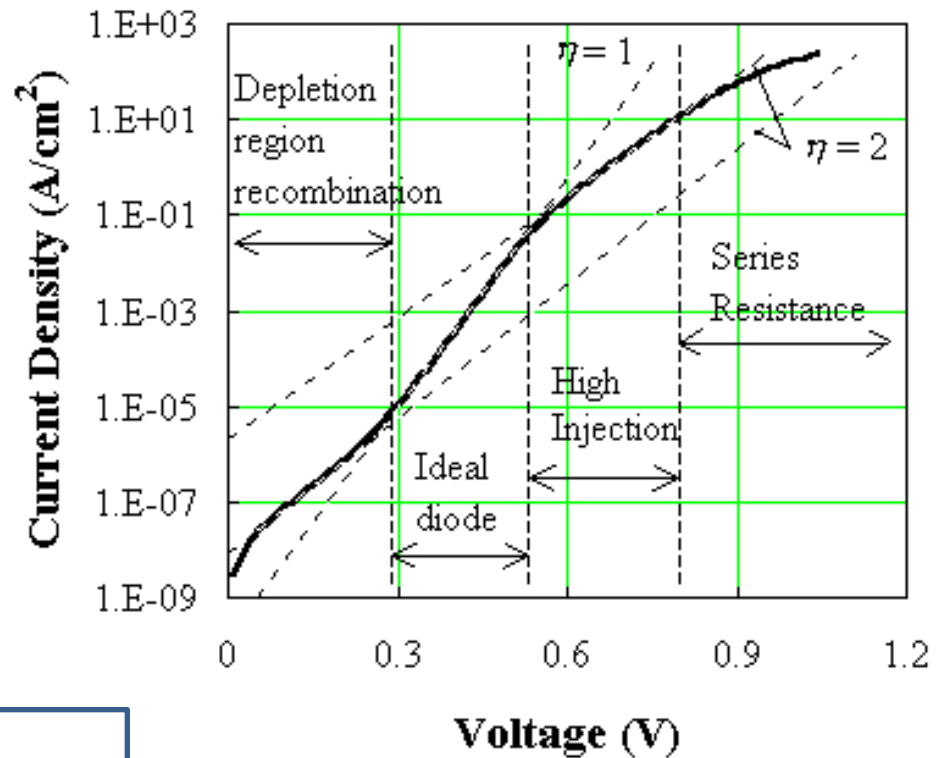


$$V_F = V_D + I \cdot R_S$$

$$I = I_s [\exp (V_D / \eta U_T) - 1]$$

$$\ln I/I_s = 1/\eta (V_D/U_T)$$

$$V_D = \eta U_T \ln (I/I_s)$$



$$V_F = V_D + I . R_s$$