

EL3004-Circuitos Electrónicos Analógicos

Clase No. 6: Junturas np: función I-V

Marcos Diaz

Departamento de Ingeniería Eléctrica (DIE)
Universidad de Chile

13 de agosto de 2009

1 Repaso Clase #5

2 Diodos de Juntura

- Juntura pn en equilibrio sin voltaje aplicado
- Flujo de corriente en una juntura pn en polarización directa
- Corriente en una juntura pn con polarización inversa

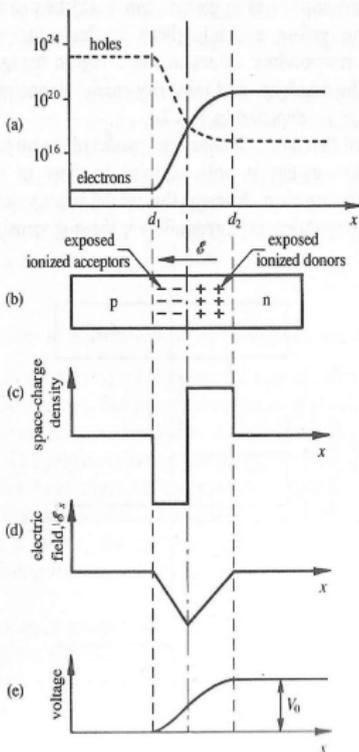
3 Resumen Clase #6

Repaso Clase #5

- Bandas de energía
- Propiedades y tipos de semiconductores
- Introducción a las junturas pn

Junturas pn

Región de Empobrecimiento



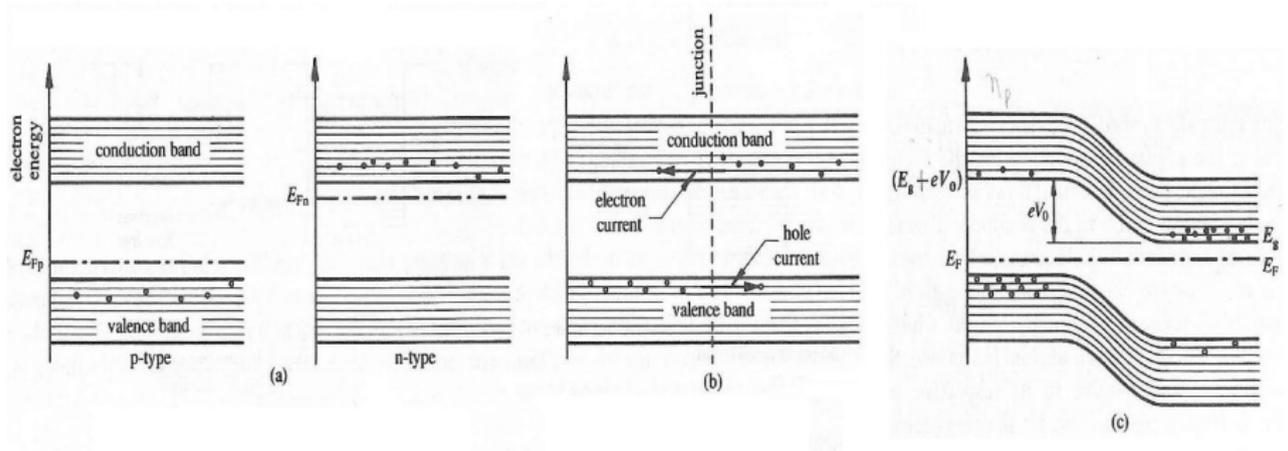
$$eV_{d_1-d_2} = eV_0 = -k_b T \ln \left(\frac{\rho_n}{\rho_p} \right) \quad (112)$$

$$\rho_p = \rho_n e^{\frac{eV_0}{k_b T}} \quad (113)$$

$$n_n = n_p e^{\frac{eV_0}{k_b T}} \quad (114)$$

Junturas pn

Región de Empobrecimiento



Junturas pn

Potencial en la Juntura

$$n_n = N_c e^{-\frac{E_g - E_F}{k_b T}} \quad (115)$$

$$n_p = N_c e^{-\frac{(E_g + eV_0) - E_F}{k_b T}} \quad (116)$$

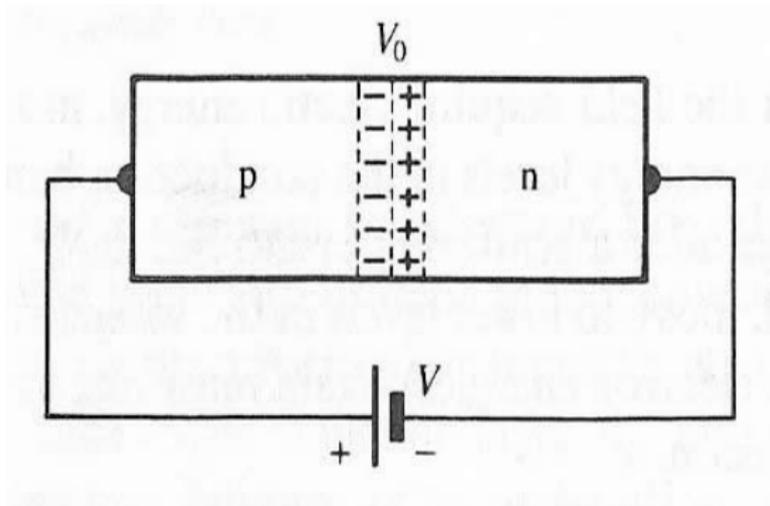
$$\frac{n_n}{n_p} = e^{-\frac{eV_0}{k_b T}} \quad (117)$$

$$V_0 = \frac{k_b T}{e} \ln \left(\frac{n_n}{n_p} \right) = \frac{k_b T}{e} \ln \left(\frac{n_n p_p}{n_i^2} \right) \quad (118)$$

$$V_0 \simeq \frac{k_b T}{e} \ln \left(\frac{n_n p_p}{n_i^2} \right) \quad (119)$$

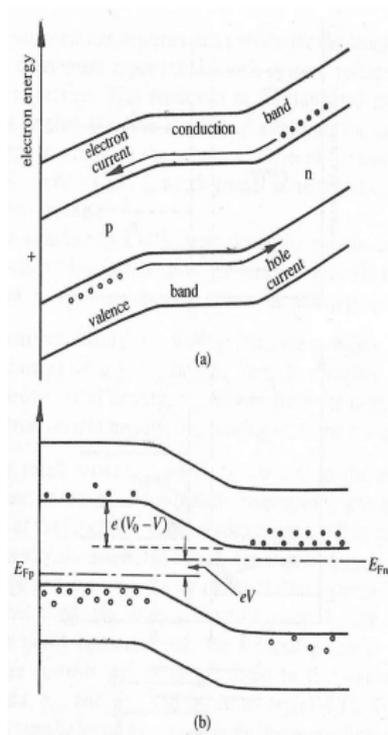
Junturas pn

Polarización directa



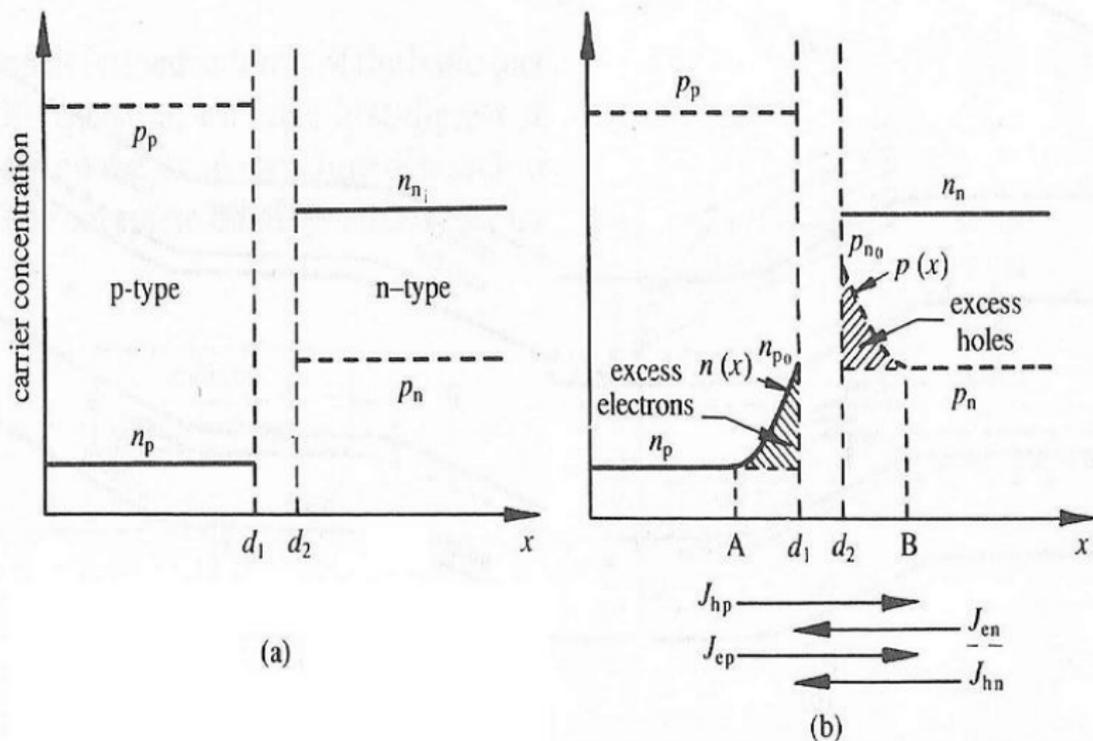
Junturas pn

Polarización directa (banda de energía)



Junturas pn

Corrientes por la juntura



Junturas pn

Corriente por la juntura

Para los huecos:

$$e(V_0 - V) = -kT \ln \left(\frac{p_{n0}}{p_p} \right) \quad (120)$$

o

$$p_{n0} = p_p e^{\frac{e(V-V_0)}{k_b T}} \quad (121)$$

Cuando $V = 0$ y $p_{n0} = p_n$ implica,

$$p_{n0} = p_n e^{\frac{eV}{k_b T}} \quad (122)$$

Para los electrones:

$$n_{p0} = n_p e^{\frac{eV}{k_b T}} \quad (123)$$

Junturas pn

Corriente por la juntura

- Una densidad de corriente de huecos J_{hp} desde la region p,
- una densidad de corriente de huecos J_{hn} desde la region n,
- una densidad de corriente de electrones J_{en} desde la region n, y
- una densidad de corriente de electrones J_{ep} desde la region p.

En $V = 0$ se cumple que

$$J_{hp} = J_{hn} \quad (124)$$

$$J_{ep} = J_{en} \quad (125)$$

En $V \neq 0$ se cumple que

$$J_{hp} = J_{hn} e^{\frac{eV}{k_b T}} \quad (126)$$

$$J_{en} = J_{ep} e^{\frac{eV}{k_b T}} \quad (127)$$

Junturas pn

Corriente por la juntura

Por lo tanto la densidad de corriente por huecos es

$$J_h = J_{hp} - J_{hn} = J_{hn} \left[e^{\frac{eV}{k_b T}} - 1 \right] \quad (128)$$

la densidad de corriente por electrones es

$$J_e = J_{en} - J_{ep} = J_{ep} \left[e^{\frac{eV}{k_b T}} - 1 \right] \quad (129)$$

Y finalmente la densidad total de corriente es

$$J = J_h + J_e = (J_{hn} + J_{ep}) \left[e^{\frac{eV}{k_b T}} - 1 \right] \quad (130)$$

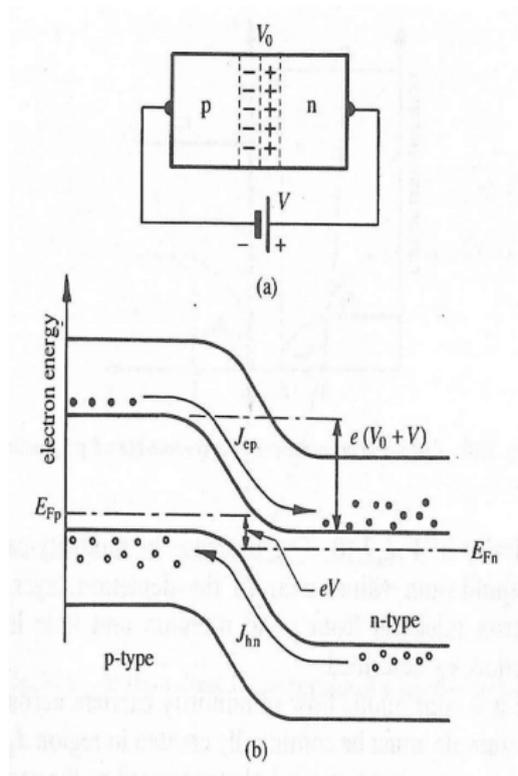
o equivalentemente

$$J = J_0 \left[e^{\frac{eV}{k_b T}} - 1 \right] \quad (131)$$

$$J \simeq J_0 e^{\frac{eV}{k_b T}} \quad (132)$$

Junturas pn

Corriente por la juntura



Junturas pn

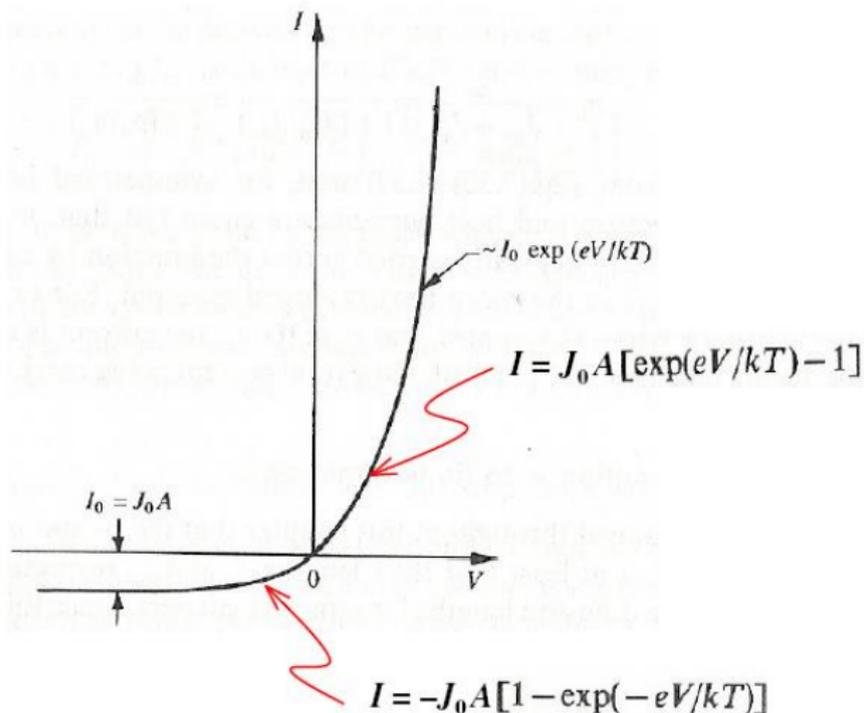
Corriente por la juntura

$$J = J_0 \left[e^{\frac{-eV}{kT}} - 1 \right] = -J_0 \left[1 - e^{\frac{-eV}{k_b T}} \right] \quad (133)$$

$$J \approx -J_0 \quad (134)$$

Junturas pn

Corriente por la juntura



Resumen Clase #6

- Junturas np sin polarización
- Junturas np con polarización en directa
- Junturas np con polarización en reversa