

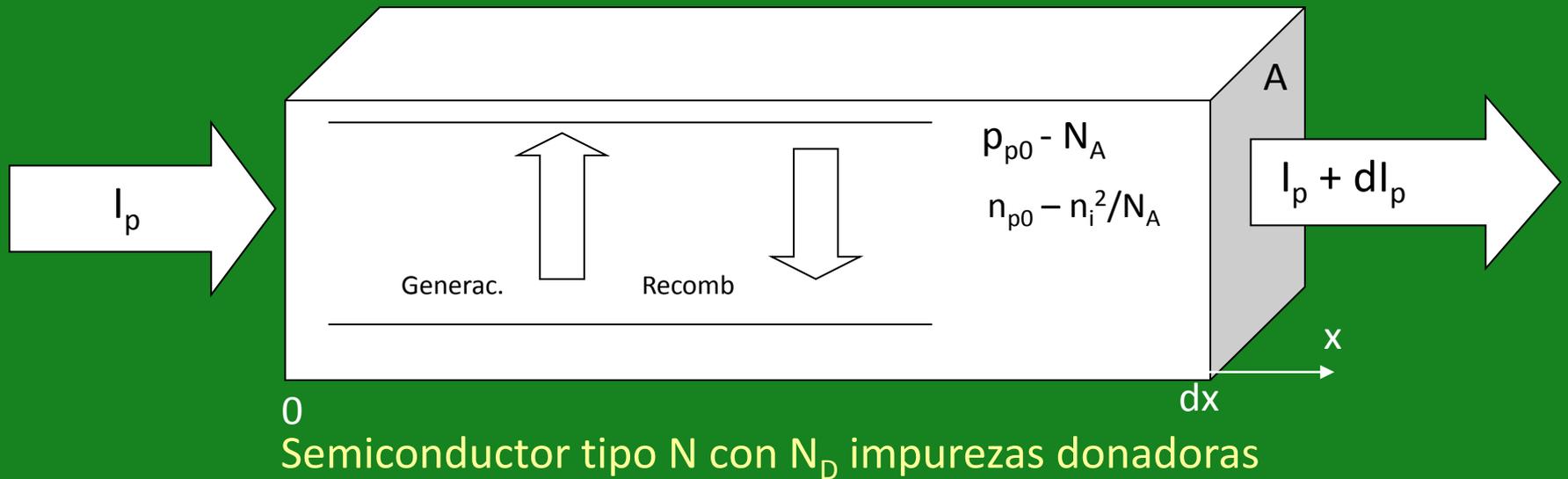
# ECUACION DE CONTINUIDAD

- Como la conductividad depende de la concentración de portadores
- Para un semiconductor necesitamos calcular la variación de concentración de portadores de cargas (huecos o electrones)

- La variación puede ser
  - Temporal   $n(t)$  o  $p(t)$
  - Espacial   $n(x)$  o  $p(x)$

- Fenómenos que afectan la concentración
  - Generación
  - Recombinación
  - Corriente





$$\frac{dp_n}{dt} = \text{Generación} - \text{Recombinación} + \text{Corriente entrante} - \text{Corriente saliente}$$

**Variación de la concentración de electrones en un semiconductor tipo P por efecto de Generación, Recombinación y Corriente**

$$\frac{dn_p(x, t)}{dt} = \frac{n_{p0} - n_p(x, t)}{\tau_n} - \mu_n \frac{d[n_p(x, t) E(x, t)]}{dx} - D_n \frac{d^2 n_p(x, t)}{dx^2}$$



$$\frac{dp_n(x, t)}{dt} = \frac{p_{n0} - p_n(x, t)}{\tau_p} - \mu_p \frac{d[p_n(x, t) E(x, t)]}{dx} + D_p \frac{d^2 p_n(x, t)}{dx^2}$$

**Variación de la concentración de huecos en un semiconductor tipo N por efecto de Generación, Recombinación y Corriente**

## APLICACIÓN DE LA ECUACION

1- Supongo un semiconductor tipo N con:

- Densidad espacial de portadores constante  $\frac{dp_n(x)}{dx} = 0$
- Sin campo eléctrico aplicado  $E = 0$
- Se aplica un transitorio temporal de energía



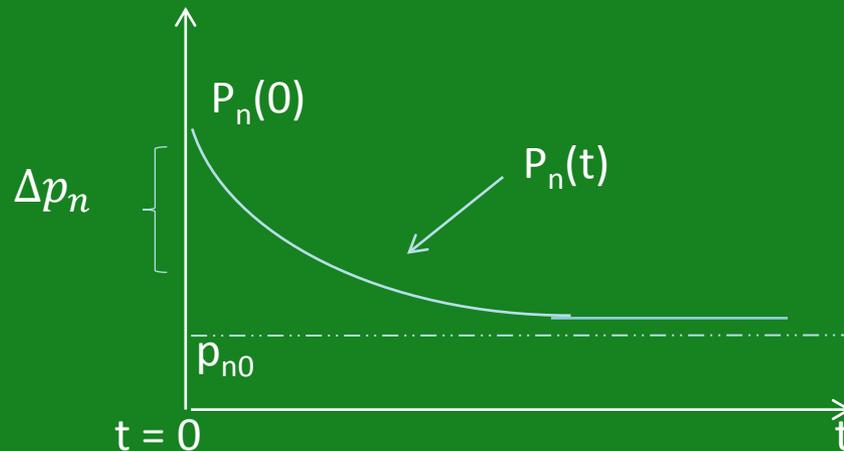
$$\frac{dp_n(x, t)}{dt} = \frac{p_{n0} - p_n(x, t)}{\tau_p} - \mu_p \frac{d[p_n(x, t) E(x, t)]}{dx} + D_p \frac{d^2 p_n(x, t)}{dx^2}$$



$$\frac{dp_n(x, t)}{dt} = \frac{p_{n0} - p_n(x, t)}{\tau_p}$$

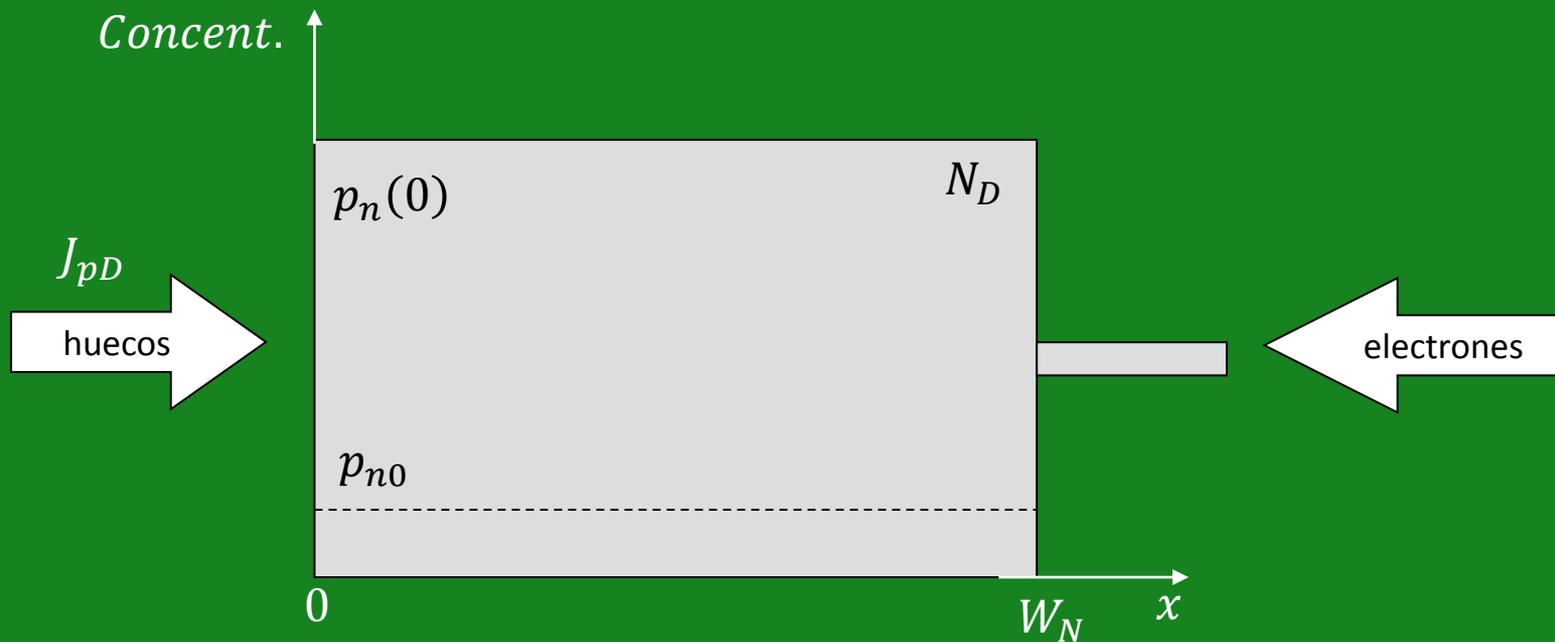
## SOLUCION

$$p_n(t) = [p_n(0) - p_{n0}]e^{-t/\tau_p} + p_{n0}$$



## 2 - Supongo una barra de semiconductor tipo N con:

- Densidad temporal de portadores constante  $\frac{dp_n(t)}{dt} = 0$
- Sin campo eléctrico aplicado  $E = 0$
- Se inyecta una concentración  $p_n(0)$  huecos en  $x = 0$
- $p_n(0) \ll n_{n0} \approx N_D$



- Como es la distribución espacial  $p_n(x)$  de los huecos en la barra



$$\frac{dp_n(x, t)}{dt} = \frac{p_{n0} - p_n(x, t)}{\tau_p} - \mu_p \frac{d[p_n(x, t) E(x, t)]}{dx} + D_p \frac{d^2 p_n(x, t)}{dx^2}$$

$$0 = \frac{p_{n0} - p_n(x)}{\tau_p} + D_p \frac{d^2 p_n(x)}{dx^2}$$

$$\frac{p_{n0} - p_n(x)}{\tau_p} = -D_p \frac{d^2 p_n(x)}{dx^2}$$

$$\frac{d^2 p_n(x)}{dx^2} = \frac{p_n(x) - p_{n0}}{\tau_p D_p}$$

$$p'_n(x) = p_n(x) - p_{n0}$$

← Cambio de variables →

$$\tau_p D_p = L_p^2$$

$$\frac{d^2 p'_n(x)}{dx^2} = \frac{p'_n(x)}{L_p^2}$$

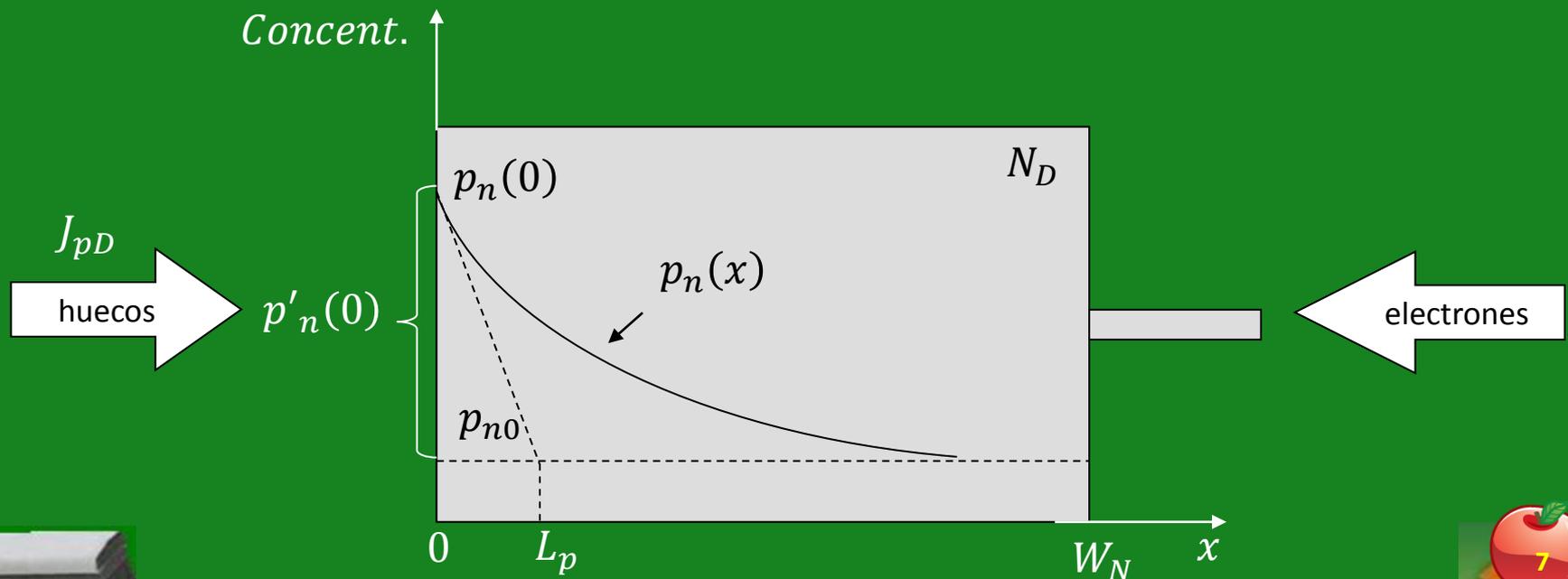


Solución de la Ecuación diferencial  $\rightarrow p'_n(x) = K_1 e^{(-x/L_p)} + K_2 e^{(x/L_p)}$

- Como  $p'_n(x)$  no puede ser  $\infty$  para  $x \rightarrow \infty$   $K_2 = 0$
- Cuando  $x = 0 \rightarrow p'_n(x) = p'_n(0) \Rightarrow K_1 = p'_n(0)$

$$p'_n(x) = p'_n(0) e^{(-x/L_p)}$$

$$p_n(x) = (p_n(0) - p_{n0}) e^{(-x/L_p)} + p_{n0}$$



- $L_p = \sqrt{D_p \tau_p}$

- $L_p \rightarrow$  Longitud de Difusion de huecos

Longitud  
de  
difusión



- Distancia promedio que recorre un hueco dentro de la barra semiconductor antes de recombinarse con un electrón

- La distribución de los huecos que ingresan en la barra semiconductor tipo N tiene un gradiente de concentración



- Tendremos una corriente por difusión que se calcula como

$$J_{Dp} = -q D_p \frac{dp_n(x)}{dx}$$

$$p'_n(x) = p'_n(0) e^{-(x/L_p)}$$



$$\frac{dp'_n(x)}{dx} = -\frac{p'_n(0)}{L_p} e^{-(x/L_p)}$$

$$J_{Dp}(x) = q D_p \frac{p'_n(0)}{L_p} e^{-(x/L_p)}$$



$$J_{Dp}(x) = qD_p \frac{p'_n(0)}{L_p} e^{-(x/L_p)}$$

$$J_{Dp}(0) = qD_p \frac{p'_n(0)}{L_p}$$

$$J_{Dp}(0) = q \frac{D_p}{L_p} [p_n(0) - p_{n0}]$$

$$J_{Dp}(0) = J_{\mu n}(W_N)$$

$$J_{\mu n}(W_N) = q n_{n0} \mu_n E$$

$$E = \frac{J_{Dp}(0)}{q n_{n0} \mu_n}$$

