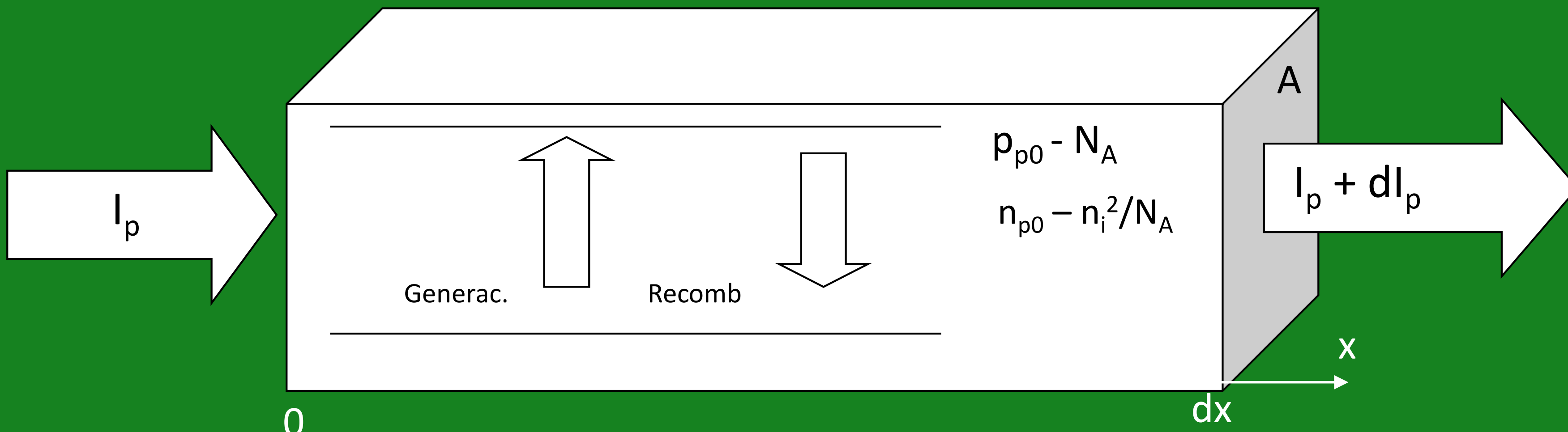
ECUACION DE CONTINUIDAD

- 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



Semiconductor tipo N con N_D impurezas donadoras

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

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

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

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

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:

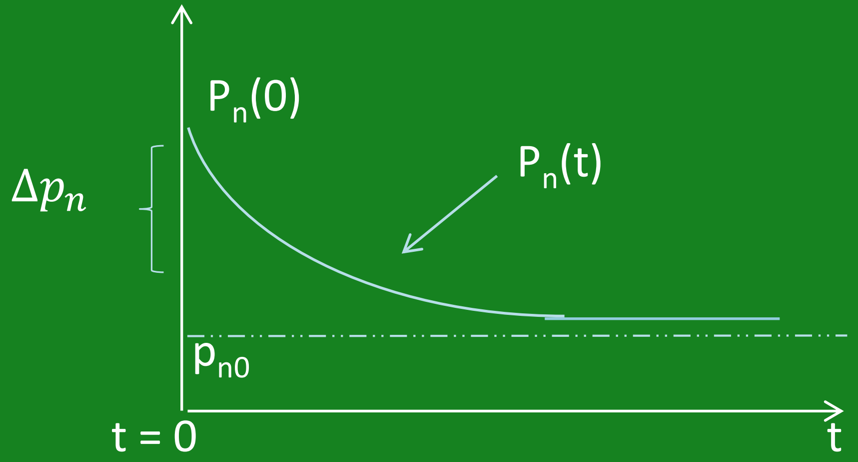
- Densidad espacial de portadores constante $\frac{dp_n(x)}{dx} = 0$
- Sin campo eléctrico aplicado E = 0
- Se aplica un transitorio temporal de energía

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

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

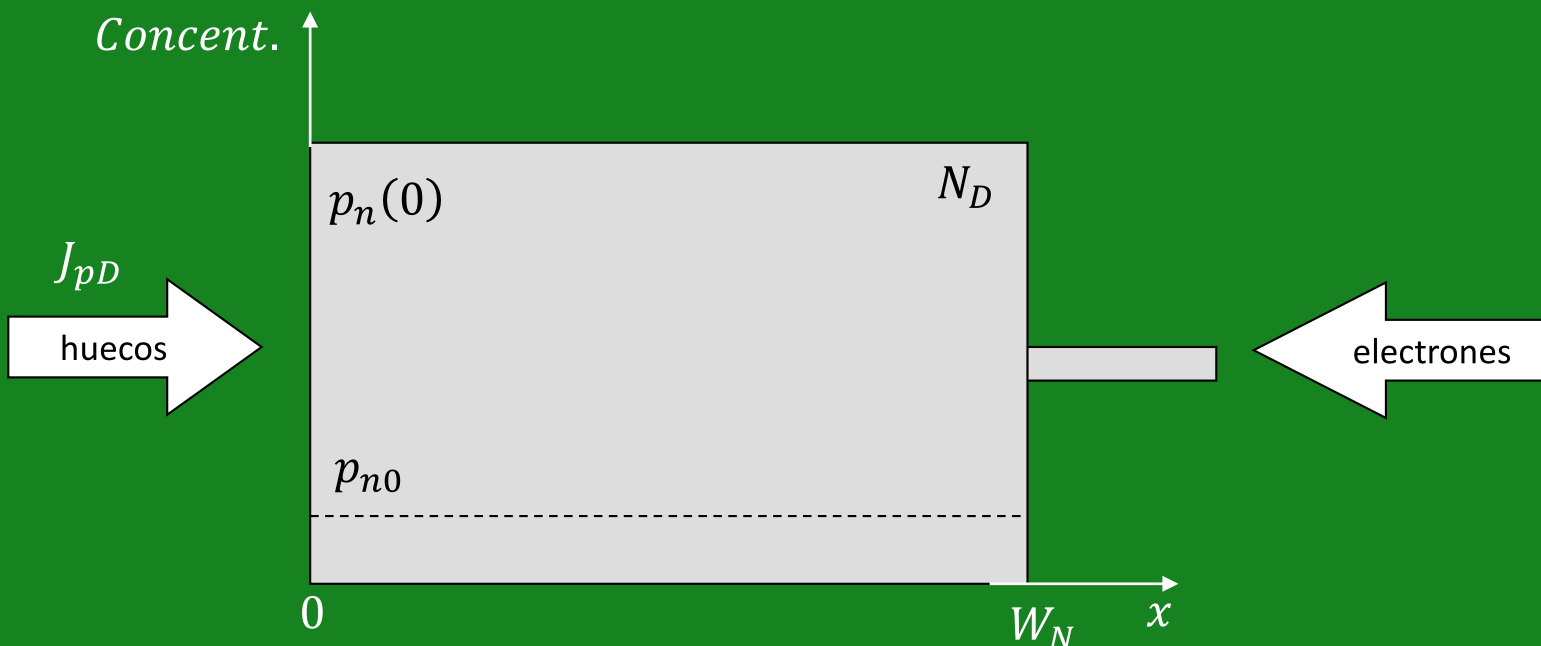
SOLUCION

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



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 → $\tau_p D_p = L_p^2$

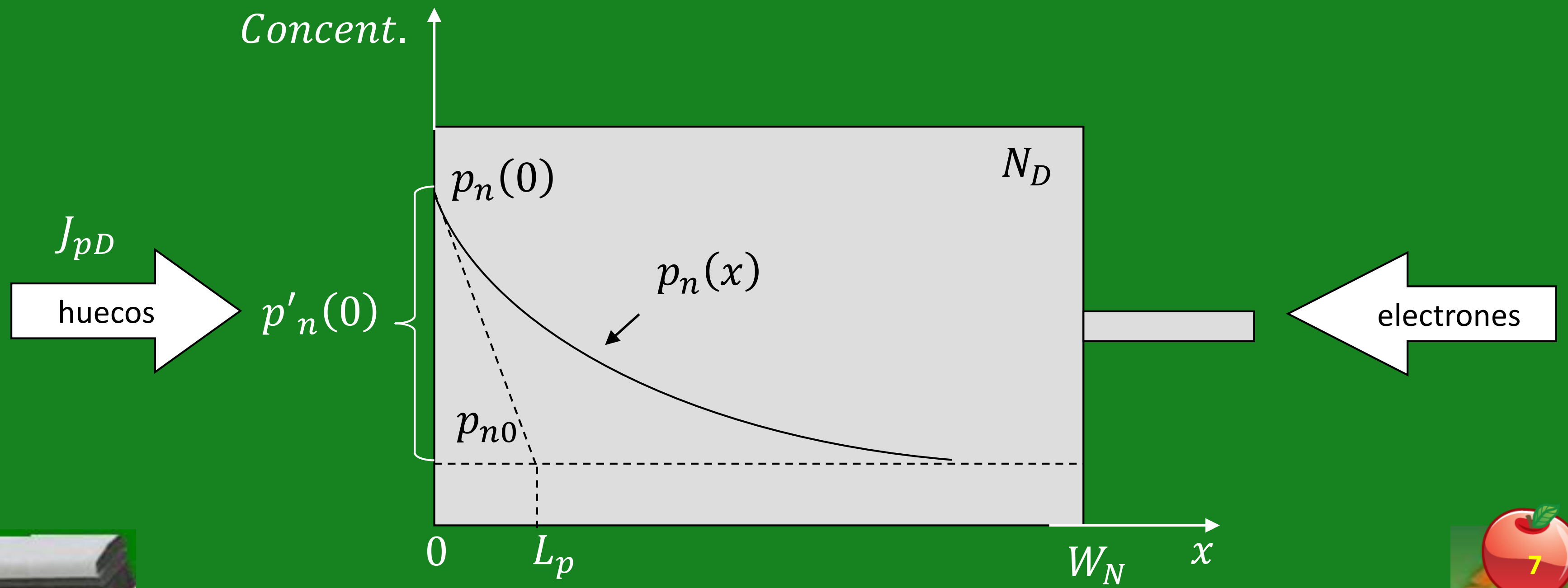
$$\frac{d^2 p'_n(x)}{dx^2} = \frac{p'_n(x)}{L_p^2}$$

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

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

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

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



- $L_p = \sqrt{D_p \tau_p}$
- $L_p \rightarrow Longitud\ de\ Difusion\ de\ huecos$

Longitud de difusión → Distancia promedio que recorre un hueco dentro de la barra semiconductora antes de recombinarse con un electrón

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

→

- Tendremos una corriente por difusión que se calcula como

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

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

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

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

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

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

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

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

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