

CORRENTE DI DIFFUSIONE

$\vec{J}_{tot, diff} = \vec{J}_{n, diff} + \vec{J}_{p, diff}$ coeff. di diffusione degli elettroni

$\vec{J}_{n, diff} = (-q) D_n [-grad n(x)]$

CORRENTE DI DIFFUSIONE DEGLI ELETTRONI

CORRENTE DI DIFFUSIONE DELLE LACUNE
(materiale drogato P)

$\vec{J}_{p, diff} = (+q) D_p [-grad p(x)]$

coeff. di diffusione delle lacune

$D_n = 32 \text{ cm}^2/\text{s}$ Relazione di Einstein
 $D_p = 12 \text{ cm}^2/\text{s}$ $D_n = \frac{k_B T}{q} \mu_n$
 $V_{TH} = \frac{k_B T}{q} = 25 \text{ mV}$ $D_p = \frac{k_B T}{q} \mu_p$
 TENSIONE TERMICA @ T_{amb}

GIUNZIONE pn all'equilibrio

$N_A > N_D$ $\mu_p < \mu_n$

N_p : conc. elettroni minoritari in zona p
 N_p : conc. lacune maggioritarie in zona p
 N_m : conc. lacune minoritarie in zona n
 N_m : conc. elettroni maggioritari in zona n

J_D : DIFFUSIONE
 J_S : DRIFT

Teorema di Gauss: $\int_{\Sigma} \vec{E} \cdot \vec{m} d\vec{\sigma} = \int_{\Sigma} \rho / \epsilon dV$

$q N_A x_p A = q N_D x_n A \rightarrow N_A x_p = N_D x_n$
 $x_p = \frac{N_D}{N_A} x_n$

- $x \leq -x_p$ $\rho_{TOT} = 0 \Rightarrow \vec{E} = 0$
- $-x_p \leq x \leq 0$ $\rho(x) = -q N_A A (x + x_p)$
 $\vec{E}(x) = -\frac{q N_A}{\epsilon} (x + x_p)$
- $0 \leq x \leq x_n$ $\rho(x) = -q N_A A x_p + q N_D A x$
 $\vec{E}(x) = -\frac{q N_A}{\epsilon} x_p + \frac{q N_D}{\epsilon} x$
- $x \geq x_n$ $\rho(x) = 0 = -q N_A A x_p + q N_D A x_n$
 $\vec{E}(x) = 0$

bilancio dettagliato

$\vec{J}_n = \vec{J}_{n, diff} + \vec{J}_{n, drift} = (-q) D_n [grad n(x)] - q \mu_n n E = 0$

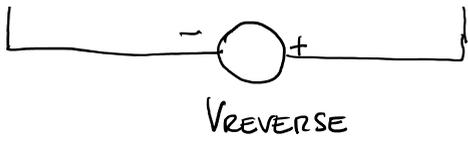
$\vec{J}_p = \vec{J}_{p, diff} + \vec{J}_{p, drift} = (+q) D_p [-grad p(x)] + q \mu_p p E = 0$

GIUNZIONE pn IN POLARIZZAZIONE INVERSA (REVERSE BIAS)

$I < I_{drift}$

$|V_{REVERSE}| < |V_{BD}|$ TENSIONE DI BREAKDOWN

$I_{drift} - I_{diffusione} = I$



$$I_{drift} - I_{diffusione} = I$$

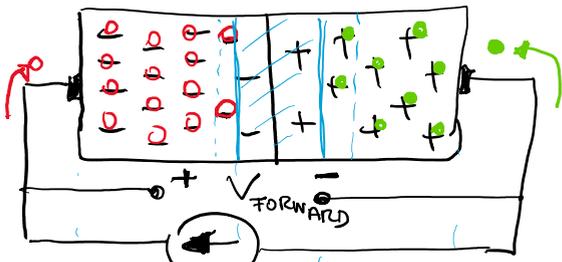
$V_{REVERSE}$

BREAKDOWN: \rightarrow flusso di corrente anche se in polarizzazione inversa

* ZENER: rottura dei legami covalenti \rightarrow portatori disponibili per la conduzione

* AVALANCA: campo elettrico elevato attribuisce sufficiente energia a un portatore per ionizzare

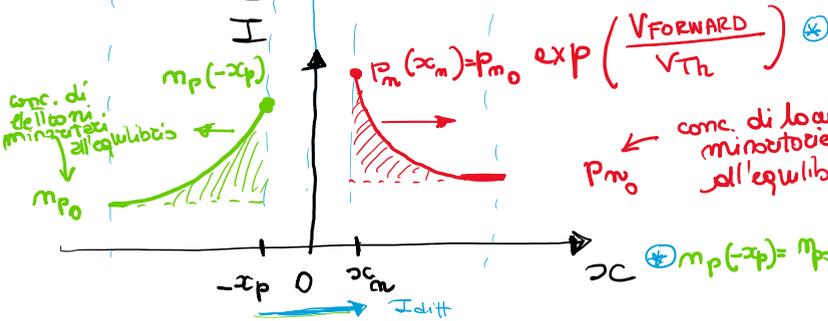
GIUNZIONE pn IN POLARIZZAZIONE DIRETTA (FORWARD BIAS)



$$N_A > N_D$$

polarizzazione diretta:
regione p a potenziale più positivo rispetto alle regione di tipo n

⊛ LEGGE DELLA GIUNZIONE

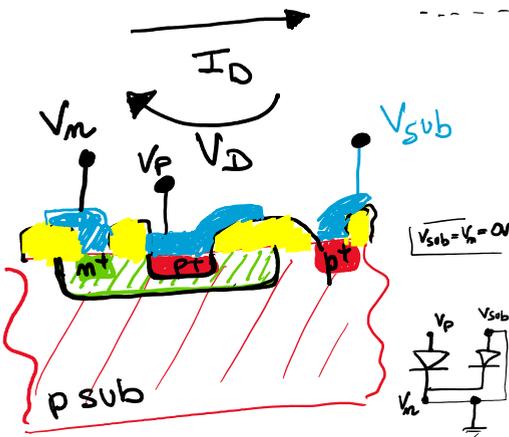


$$P_m(x_n) = P_{m0} \exp\left(\frac{V_{FORWARD}}{V_{Th}}\right) \quad \text{⊛}$$

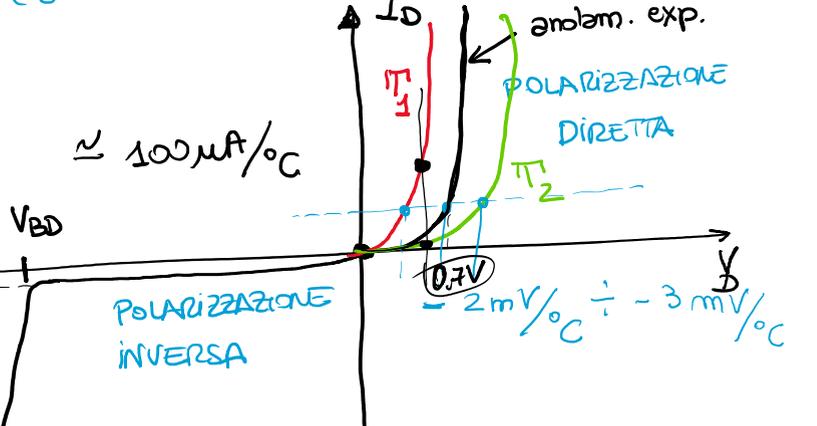
P_{m0} ← conc. di lacune minoritarie all'equilibrio

$$\text{⊛ } m_p(-x_p) = m_{p0} \exp\left(\frac{V_{FORWARD}}{V_{Th}}\right)$$

DIODO A GIUNZIONE (JUNCTION DIODE)



(JUNCTION DIODE)



$$I_D = I_S \left[\exp\left(\frac{V_D}{V_{Th}}\right) - 1 \right]$$

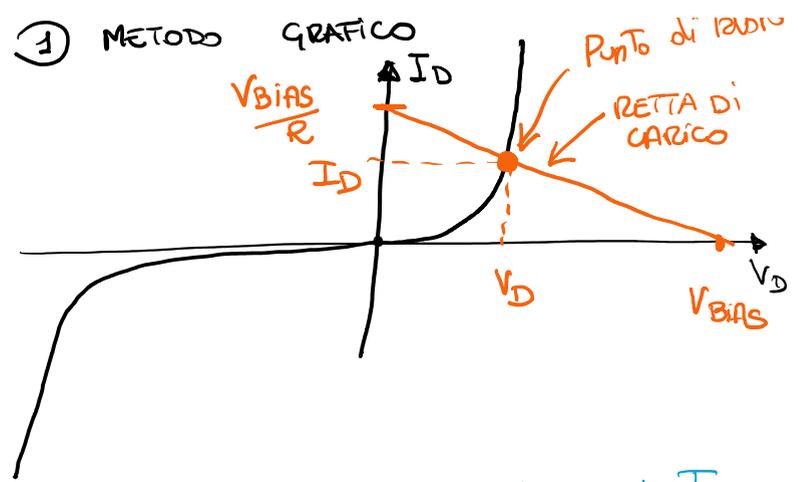
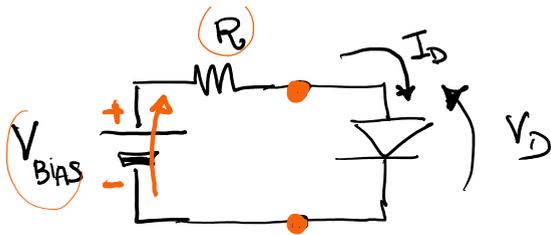
↑ CORRENTE DI SATURAZIONE INVERSA

Circuiti A DIODI E MODELIZZAZIONE DEL DIODO



Ⓛ METODO GRAFICO
 V_{BIAS} ↑ I_D

Punto di lavoro
RETTA DI



② METODO ANALITICO

$$\begin{cases} V_{BIAS} = I_D R + V_D \\ I_D = I_s \left[\exp\left(\frac{V_D}{V_{Th}}\right) - 1 \right] \end{cases}$$

eq. trascendente

$$V_{BIAS} = I_s R \left[\exp\left(\frac{V_D}{V_{Th}}\right) - 1 \right] + V_D$$

③ MODELIZZAZIONI DEL DIODO

