
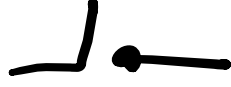


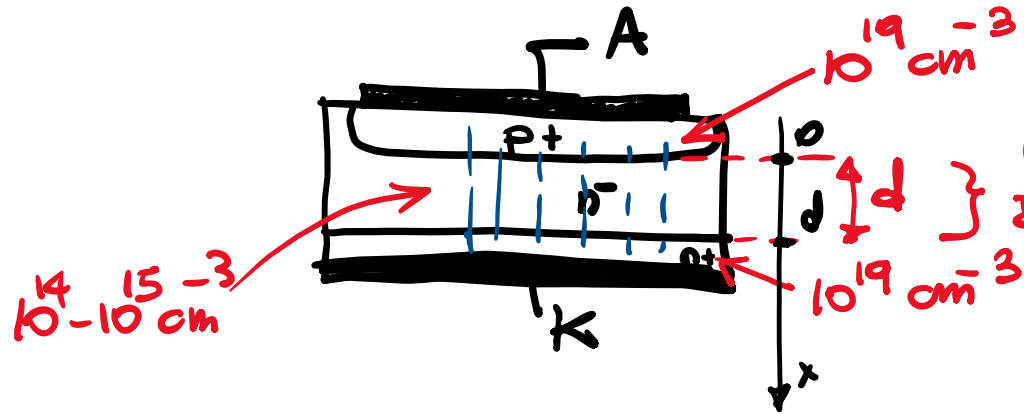
# DISPOSITIVI DI POTENZA

Classificazione in base al grado di controllabilità

 ON	 OFF	
CIRCUITO	CIRCUITO	<u>DIODO</u> { PIN Schottky
TERMINALE DI CONTROLLO	CIRCUITO	TIRISTORE (SCR Silicon-Controlled Rectifier)
TERMINALE DI CONTROLLO	TERMINALE DI CONTROLLO	INTERRUTTORI CONTROLLATI [BJT, FET, <u>IGBT</u> , <u>GTO</u> ]

# DIODO DI POTENZA

VERTICALE



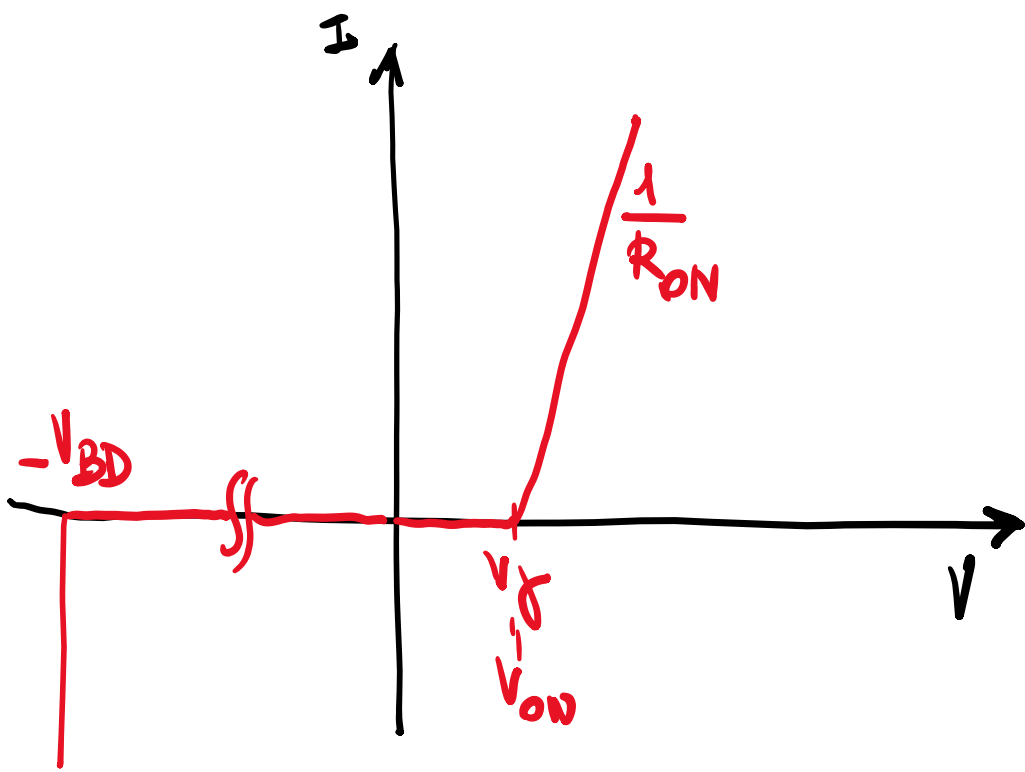
REGIONE DI DERIVA [DRIFT REGION]

STRATO EPITASSIALE  
[alta qualità cristallina  
per massimizzare il  
campo elettrico di  
Breakdown]

SPESORE "d"  
DELLA REGIONE  
DI DERIVA

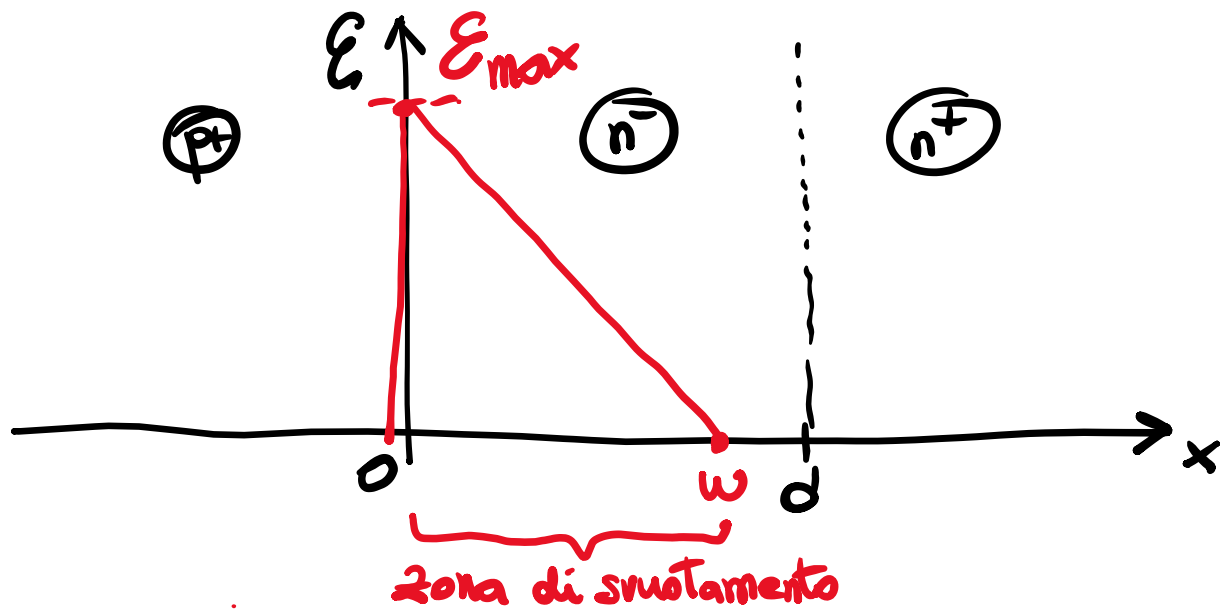
⊕ ALTA  $V_{BD}$   
ALTA  $R_{ON}$

⊖ BASSA  $V_{BD}$   
BASSA  $R_{ON}$



# 1) DIODO SENZA PUNCHTHROUGH

[la zona di svuotamento in regione di deriva NON raggiunge la regione  $n^+$ ]



Pol. inversa

$$E_{max} = \frac{q N_D w}{\epsilon_0 \epsilon_r}$$

carica nella zona di svuotamento

caduta di tensione nella zona di svuotamento - tensione ai capi del diodo

$$\phi = \int_0^w E(x) dx = \frac{E_{max} w}{2}$$

$$\phi = \frac{q N_D w^2}{2 \epsilon_0 \epsilon_r}$$

A.L BREAKDOWN:

$$E_{max} = E_{BD} \text{ (campo elettrico di Breakdown)}$$

$$\phi = V_{BD}$$

$$w = w_{BD}$$

$$V_{BD} = \frac{E_{BD} w_{BD}}{2}$$

$$[w_{BD} < d]$$

ES. NUM

$$\text{Si: } \epsilon_{BD} = 2 \cdot 10^5 \text{ V/cm}$$

SPECIFICHE:  $\underline{V_{BD} = 100 \text{ V}}$

diodo senza punch through

$$\hookrightarrow V_{BD} = \frac{\epsilon_{BD} W_{BD}}{2} \rightarrow W_{BD} = \frac{2V_{BD}}{\epsilon_{BD}} = \frac{2 \cdot 100}{2 \cdot 10^5 \cdot 10^2} = 10^{-5} = \underline{\underline{10 \mu\text{m}}}$$

↑  
dobbiamo scegliere  
 $\underline{\underline{d > 10 \mu\text{m}}}$

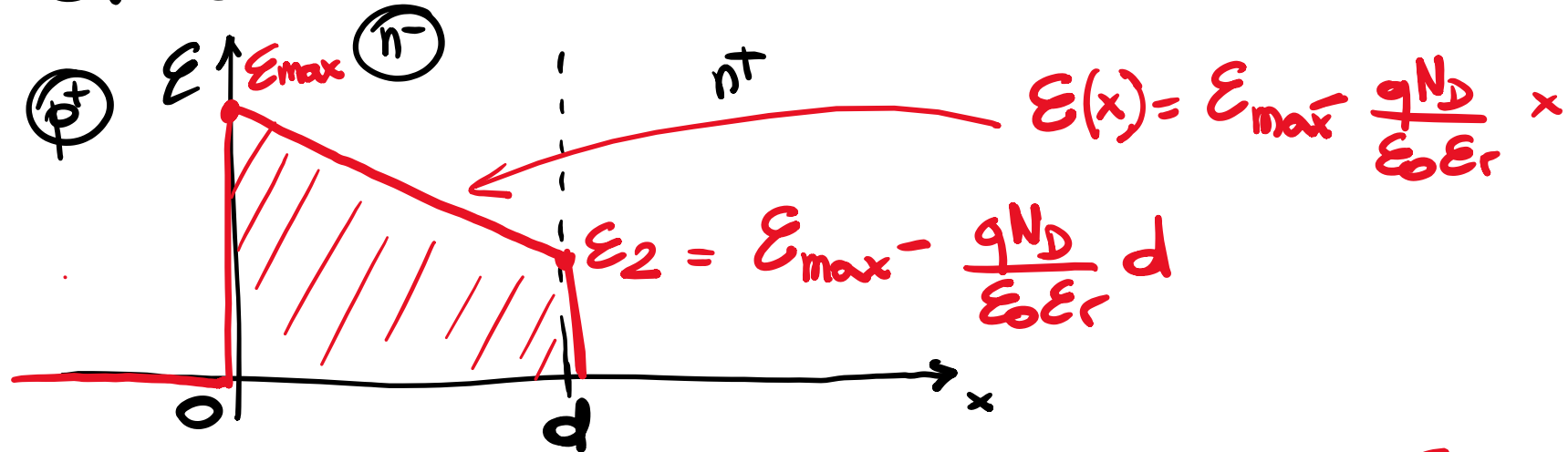
$$N_d = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r \epsilon_{BD}}{q W_{BD}} = \underline{\underline{1.3 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}}}$$

$$\hookrightarrow N_d = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r \epsilon_{BD}^2}{q 2V_{BD}} = \left[ \left( \frac{\epsilon_0 \epsilon_r}{2q} \right) \epsilon_{BD}^2 \right] \frac{1}{V_{BD}}$$

$$d > W_{BD} = \frac{2V_{BD}}{\epsilon_{BD}}$$



## 2) DIODO CON PUNCHTHROUGH



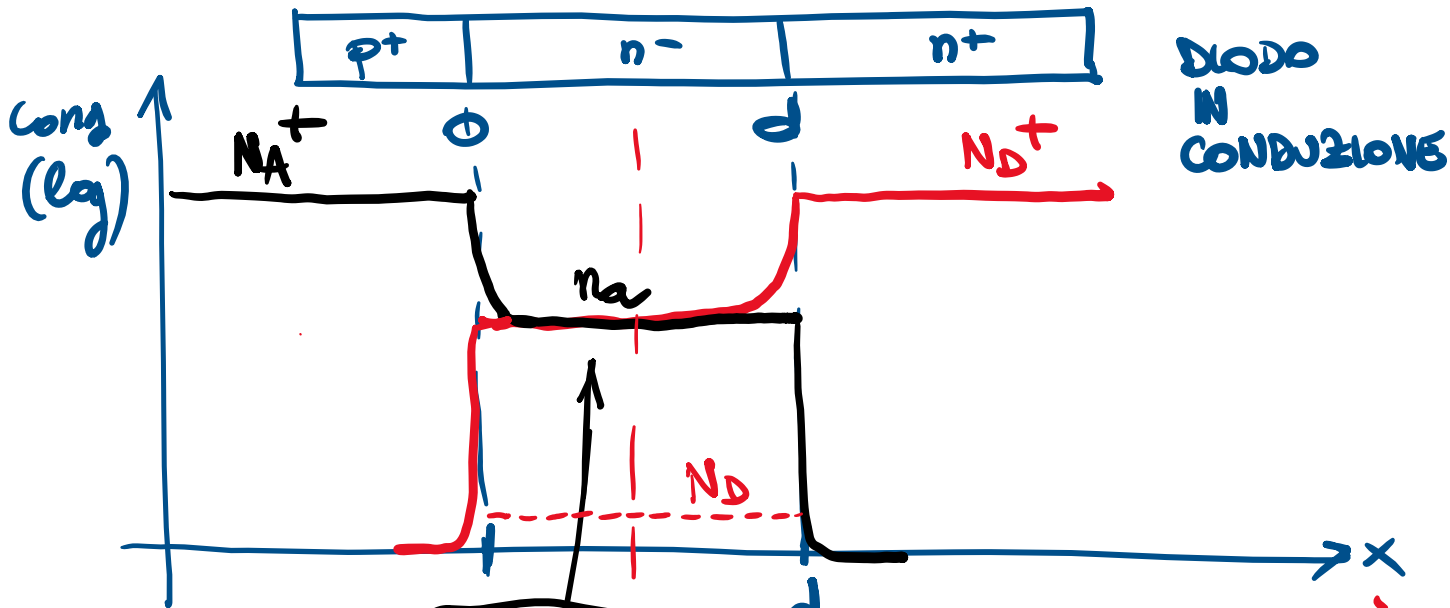
$$\phi = \int E(x) dx \approx d \left( \frac{E_{max} + E_2}{2} \right) = \frac{d}{2} \left[ 2E_{max} - \frac{qN_D d}{\epsilon_0 \epsilon_r} \right] = E_{max} d - \frac{qN_D d^2}{2\epsilon_0 \epsilon_r}$$

AL BREAKDOWN

$$V_{BD} = d E_{BD} - \frac{qN_D d^2}{2\epsilon_0 \epsilon_r} \quad \left[ \begin{array}{l} \text{confrontate con il} \\ \text{caso senza punchthrough} \end{array} \right. \quad V_{BD} = \frac{E_{BD} W_{BD}}{2} < \frac{E_{BD} d}{2}$$

A PARITÀ DI  $E_{BD}$  e di  $d$  la  $V_{BD}$  è più elevata [fino a un fattore 2 se  
TIPICAMENTE SCEGLIAMO  $N_D$  in modo tale che  $V_{BD} \sim d E_{BD}$   $N_D$  è sufficientemente piccolo]

# MODULAZIONE DELLA CONDUITTÀ



DIODO IN CONDIZIONE



PLASMA DI CARICHE

LA CONDUCEBILITÀ IN REGIONE DI DERIVA DIPENDE DALLA CONCENTRAZIONE DI PORTATORI NEL PLASMA E NON dal DROGGAGGIO DELLA REGIONE DI DERIVA

CORRENTE DI DERIVA

$$I = qA \mu_n n E + qA \mu_p p E - qA n_a (\mu_n + \mu_p) \frac{V_d}{d}$$

sezione del diodo

$n_p \approx n_a \leftarrow$  PERCHÉ IL PLASMA È ~ NEUTRO  $n_a \gg N_D$

a regime

$$I = \frac{Q}{\tau} \leftarrow \begin{array}{l} \text{carica complessiva di} \\ \text{ciascun tipo di portatori} \\ \text{nel plasma} \end{array}$$

tempo di ricombinazione  
dei portatori nel plasma

$$I = \frac{q n_a A d}{\tau}$$

avere tenuto

$$I = q A (\mu_{nt} \mu_p) n_a \frac{V_d}{d}$$

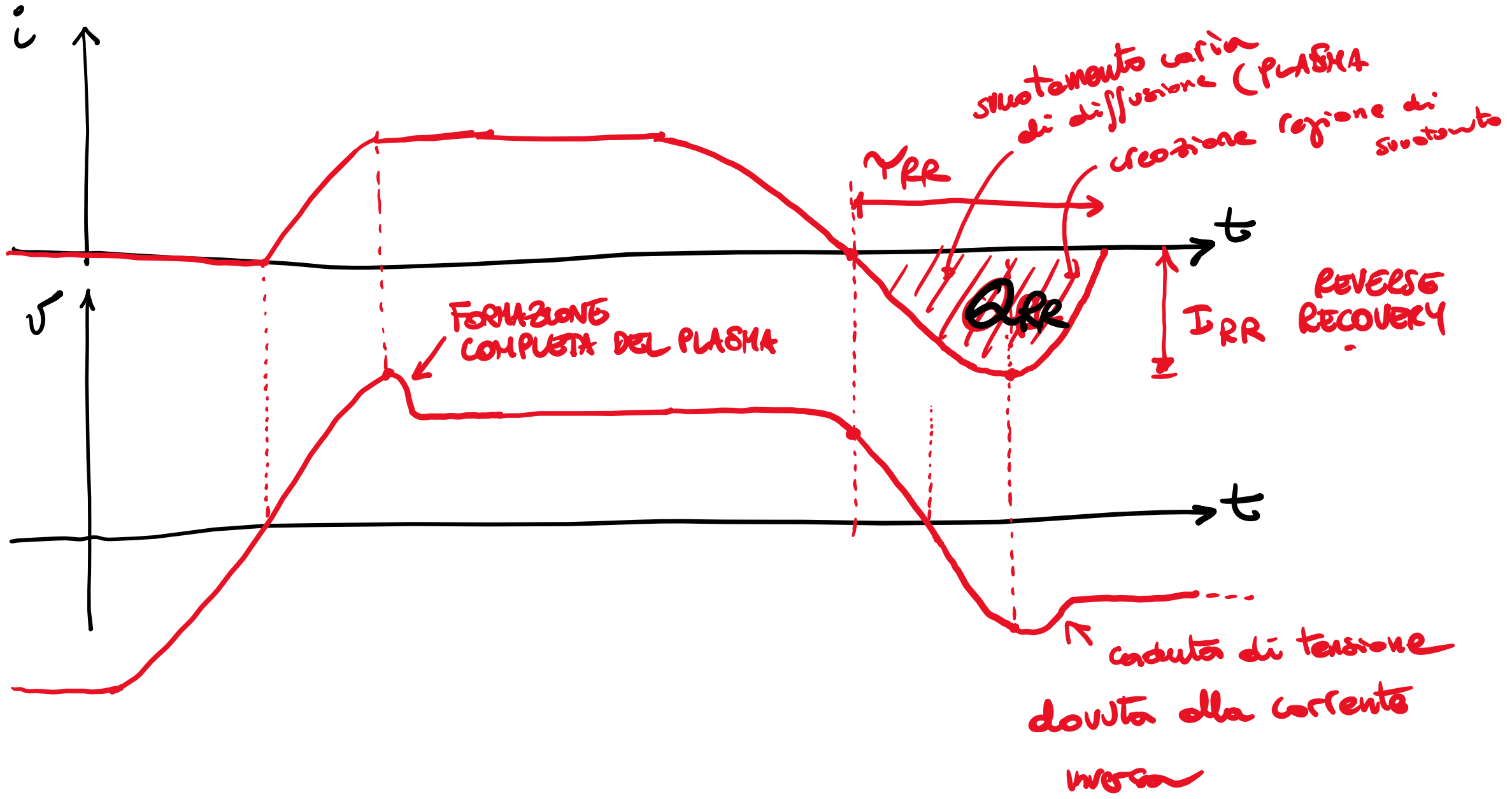
sostituisci

$$\frac{d}{\tau} = (\mu_{nt} \mu_p) \frac{V_d}{d} \rightarrow$$

$$V_d = \frac{d^2}{\tau} (\mu_{nt} \mu_p)^{-1}$$

$$\tau \propto I^{-1}$$

# TRANSISTORIO DI COMUTAZIONE



# ZONE DI ALTA CURVATURA DELLA GIUNZIONE

