

# RUMORE SU TRIPOLI

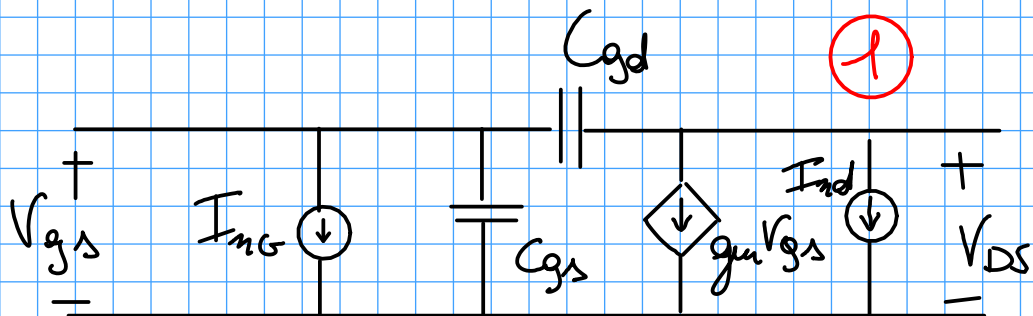
28 GEN

## GENERATORI EQUIVALENTI SU MOS

$$S_{nG} = 2qI_G \leftarrow \text{RUMORE SHOT}$$

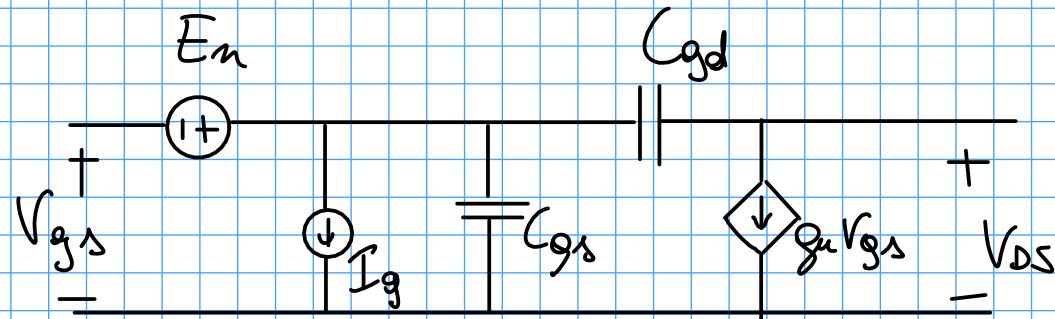
$$S_{mD} = \underbrace{4KT \frac{2}{3} g_m + \alpha \frac{I_D^\beta}{f^\gamma}}$$

NON LO ABBIAMO DIMOSTRATO



CIRCUITO ORIGINALE

② GENERATORI EQUIVALENTI IN INGRESSO



PROCEDIMENTO COME PER BJT, MA CON SEMPLIFICAZIONI:

$$h_{fe} = g_m r_{\pi} \rightarrow \infty, \text{ PERCHÉ } r_{\pi} \rightarrow \infty \text{ NEL MOS}$$

RIPRENDO CALCOLI PER BJT ADATTANDO A MOS

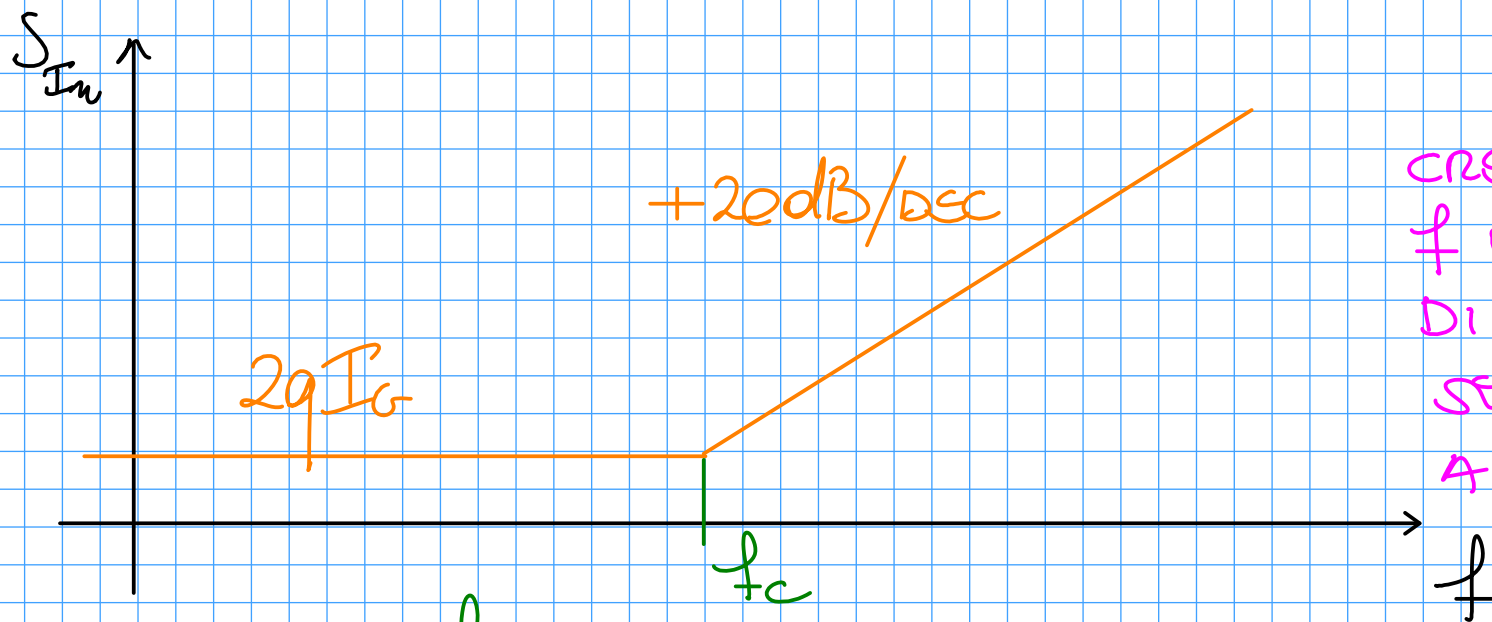
$$I_n = I_{nb} - I_{nc} \left( \frac{1}{h_{fe}} + j \frac{\omega}{\omega_T} \right) \leadsto I_n = I_{ng} - I_{nd} j \frac{\omega}{\omega_T}$$

GENERATORE EQUIVALENTE DI  
CORRENTE

$$\omega_T = \frac{g_m}{C_{gs} + C_{gd}} = \frac{g_m}{C_{in}}$$

$$S_{I_n} = 2qI_G + \left[ 4KT \frac{2}{3} g_m + \alpha \frac{I_D^{\beta}}{f^{\delta}} \right] \left( \frac{f}{f_T} \right)^2$$

$$\beta = 2$$
$$\delta = 1$$



CRESITA RUMORE CON  $f$  È LEGATA AL CALO DI AMPLIFICAZIONE DEL SEGNALE, CI SI AVVICINA A  $f_T$

CALCOLO  $f_c$

$$\left[ q K T \frac{2}{3} g_m + \alpha \frac{I_D^B}{f^2} \right] \left( \frac{f}{f_T} \right)^2 = 2qI_G$$

→ FACENDO I CONTI SI TROVA ~

$$f_c \propto \sqrt{I_G g_m}$$

NOTA

$f_c \triangleq$  FREQ. D'ANGOLO

# GENERATORE EQUIVALENTE INTENSIVITÀ

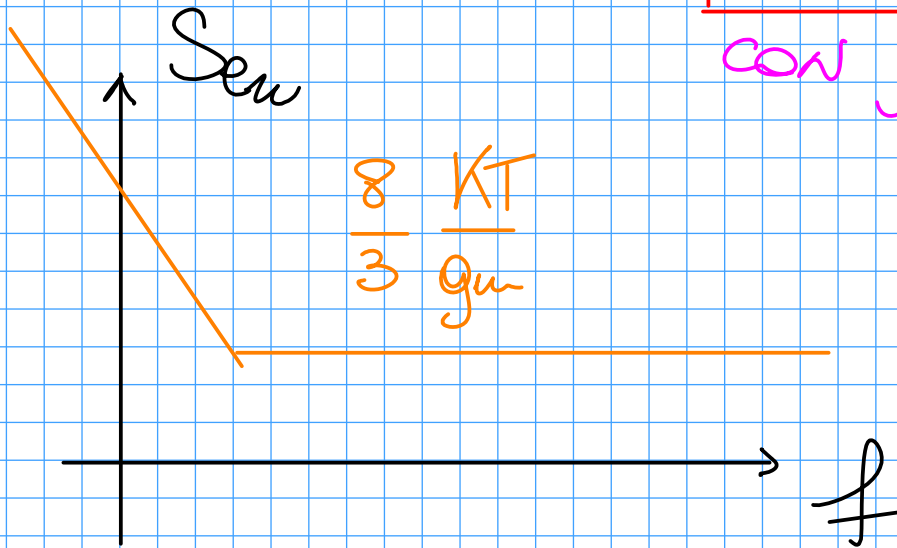
$$E_n = \frac{I_{nD}}{g_m}$$

→

$$S_{E_n} = \frac{8}{3} K T g_m \cdot \frac{1}{g_m^2} + \frac{\alpha}{g_m^2} \frac{I_D^3}{f^\delta}$$

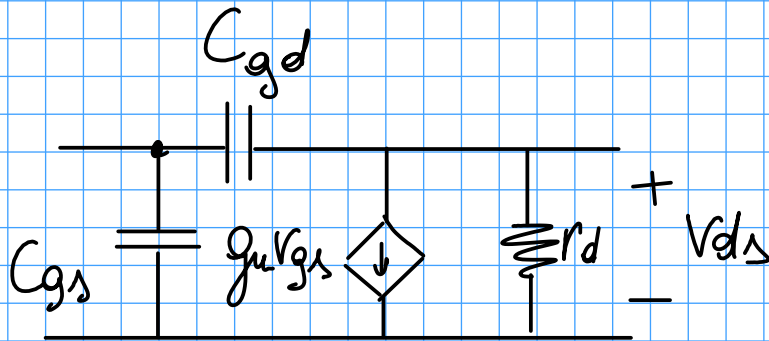
con  $\beta = 2, \delta = 1$

$|H(f)|^2$  CANALE



NOTA

CALCOLO  $C_{is}$ ,  $C_{rs}$



USCITA IN CORTO, GUARDO DA INGRESSO

$$C_{is} = C_{in} \Big|_{V_{ds} = 0} = C_{gs} + C_{gd}$$

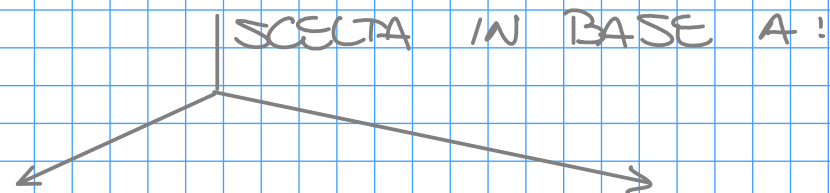
INGRESSO IN CORTO, GUARDO DA USCITA

$$C_{rs} = -C_{gd}$$

CALCOLABILE COME  $\rightarrow C_{rs} = \frac{\text{Im} \left\{ \frac{I_p}{V_p} \right\}}{\omega}$

# PROGETTAZIONE A BASSO RUMORE

STADIO PIÙ IMPORTANTE PER IL RUMORE (VEDI FRIIS) È LO STADIO DI INGRESSO



BANDA UTILIZZATA

IMPEDENZA DI SORGENTE

A  $f$  BASSE NON SI USANO MOS MA JFET

CIFRA DI RUMORE DENTRO I DUE VALORI A 30dB

$$\frac{S_{em}}{4kT}, \quad \frac{4kT}{S_{in}}$$

BST

$$\begin{cases} R' \approx r_x \approx 10 \Omega \\ R'' \approx \frac{4kT}{2qI_B} \approx 2h_T \approx 10 M\Omega \end{cases}$$

JFET

$$\begin{cases} R' \approx \frac{8}{3} \frac{kT}{q\mu} \frac{1}{4kT} \approx 1 K\Omega \\ R'' \approx \frac{4kT}{2qI_G} \approx 100 M\Omega \end{cases}$$

MOS

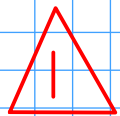
$$\begin{cases} R' \approx 1 K\Omega \\ R'' \approx 100 G\Omega \end{cases}$$

## OSSERVAZIONE

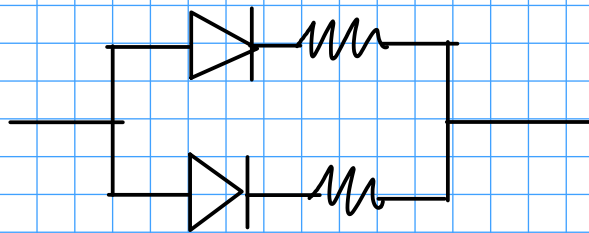
→ PER LIMITARE RUMORE SI UTILIZZANO PIÙ DISPOSITIVI IN PARALLELO

MOS — SE CORRENTE MAGGIORE IN DISPOSITIVO (PER DIFETTO COSTRUTTIVO), SI HA AUMENTO DELLA  $R_d$  E CONSEGUENTE CALO DELLA  $I_D \sim$  RETROAZ. NEGATIVA

BJT — SBILANCIO CORRENTI PROVOCA AUMENTO  $T$  E CONSEGUENTE AUMENTO DEI PORTATORI INiettati; AUMENTA CORRENTE → PORTA A DISTRIBUZIONE STESSA COSA ACCADE NEI DIODI



soluzione? ↙



RESISTENZE AUMENTANO CADUTA SU DISPOSITIVO CHE CONDUCE

MAGGIORMENTE → INTRODUCONO UNA "RETRO AZIONE NEGATIVA"

