

# AMPLIFICATORI

moltiplica il segnale d'ingresso per una costante.

come **primo elemento di una catena di acquisizione** per aumentare la dinamica di un segnale e renderlo più immune al rumore degli stadi successivi → Low Noise Amplifier (LNA)

come **sotto-blocco funzionale** in funzioni analogiche più complesse

per **fornire ai segnali la potenza necessaria** per pilotare gli attuatori → Amplificatori di potenza

di

TENSIONE

$$v_{out}(t) = A_v v_{in}(t)$$

$A_v$  → amplificazione di tensione, adimensionato

CORRENTE

$$i_{out}(t) = A_i i_{in}(t)$$

$A_i$  → amplificazione di corrente, adimensionato

TRANSCONDUTTANZA

$$i_{out}(t) = g_m v_{in}(t)$$

$[g_m] = \Omega^{-1} \rightarrow$  transconduttanza

TRANSRESISTENZA

$$v_{out}(t) = R_m i_{in}(t)$$

$[R_m] = \Omega \rightarrow$  transresistenza

idealmente corrispondono ai generatori controllati lineari

PER GLI AMPLIFICATORI CON

INGRESSO IN

TENSIONE

CORRENTE

ci si aspetta che l'amplificatore

**non perturbi** la tensione d'ingresso

**non perturbi** la corrente d'ingresso

USCITA IN

TENSIONE

CORRENTE

ci si aspetta che l'amplificatore

**fissi la tensione** d'uscita al valore previsto, indipendentemente dal carico collegato in uscita

**fissi la corrente** al valore previsto, indipendentemente dal carico collegato in uscita

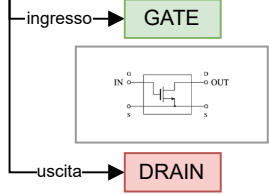
# STADI AMPLIFICATORI MOS

è possibile ottenere amplificatori a partire da transistori MOS o BJT

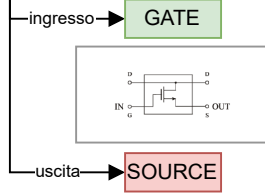
## SINGOLO TRANSISTORE

## TRANSISTORI MULTIPLI

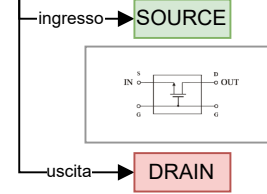
### SOURCE COMUNE COMMON SOURCE (CS)



### DRAIN COMUNE COMMON DRAIN (CD)



### GATE COMUNE COMMON GATE (CG)



## RESISTENZE

### D'INGRESSO

$$R_{in} = \frac{v_{in}}{i_T}$$

### D'USCITA

$$R_{out} = \frac{v_{out}}{i_T}$$

$i_T \rightarrow$  corrente di test applicata all'ingresso/uscita

## EFFETTO DI CARICO

NB (nelle formule giù):  
blu  $\rightarrow$  effetto di carico sull'ingresso  
rosso  $\rightarrow$  effetto di carico sull'uscita

### AMPLIFICATORE DI TENSIONE

$$v_{out} = \frac{R_{in}}{R_{in} + R_s} \frac{R_L}{R_L + R_{out}} A_v v_s$$

### AMPLIFICATORE DI CORRENTE

$$i_{out} = \frac{R_s}{R_{in} + R_s} \frac{R_{out}}{R_L + R_{out}} A_i i_s$$

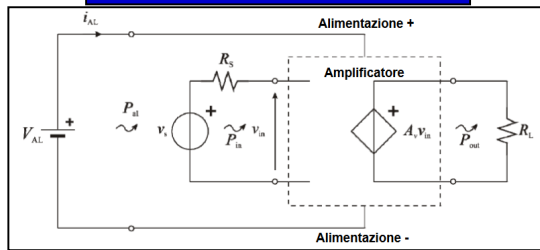
### AMPLIFICATORE DI TRANSCONDUTTANZA

$$i_{out} = \frac{R_{in}}{R_{in} + R_s} \frac{R_{out}}{R_L + R_{out}} g_m v_s$$

### AMPLIFICATORE DI TRANSRESISTENZA

$$v_{out} = \frac{R_s}{R_{in} + R_s} \frac{R_L}{R_L + R_{out}} R_m i_s$$

## AMPLIFICAZIONE DI POTENZA E CONSIDERAZIONI ENERGETICHE



### POTENZA ALIMENTAZIONE

$$P_{al} = V_{AL} i_{AL}$$

### POTENZA ALL'INGRESSO

$$P_{in} = v_{in} i_{in} = 0$$

### POTENZA ALL'USCITA

$$P_{out} = \frac{A_v^2 v_{in}^2}{R_L}$$

## EFFICIENZA ENERGETICA

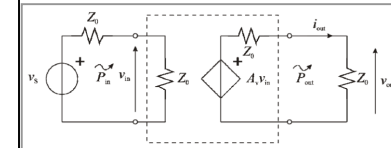
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{al} + P_{in}} \simeq \frac{P_{out}}{P_{al}}$$

NB:  
- spesso molto bassa ( $\eta < 20\%$ ) negli amplificatori di segnale, ma se  $P_{out}$  è piccola, non è grave  
- negli amplificatori di potenza ( $P_{out}$ ) è invece fondamentale avere  $\eta$  elevata

## AMPLIFICAZIONE DI POTENZA

$$P_{in} = \frac{v_{in}^2}{R_{in}}, \quad P_{out} = v_{out} i_{out} = \frac{R_L A_v^2 v_{in}^2}{(R_{out} + R_L)^2}$$

$$A_P = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{R_L R_{in}}{(R_{out} + R_L)^2} A_v^2$$



### NEGLI AMPLIFICATORI A RADIOFREQUENZA (RF)

consideriamo

$$R_s = R_L = Z_0 = 50\Omega, \quad R_{in} = R_{out} = Z_0 = 50\Omega$$

$$P_{in} = \frac{v_{in}^2}{Z_0}$$

$$P_{out} = \frac{A_v^2 v_{in}^2}{4Z_0}$$

$$A_P = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{A_v^2}{4}$$

