

# Formulario 1

$f(t)$	$F(s)$
$k$	$\frac{k}{s}$
$kt$	$\frac{k}{s^2}$
$kt^n$	$\frac{kn!}{s^{n+1}}$
$\delta(t)$	1
$e^{-at}$	$\frac{1}{s+a}$
$te^{-at}$	$\frac{1}{(s+a)^2}$
$\sin at$	$\frac{a}{s^2+a^2}$
$\cos at$	$\frac{s}{s^2+a^2}$
$e^{-at} \sin \omega t$	$\frac{\omega}{(s+a)^2+\omega^2}$
$e^{-at} \cos \omega t$	$\frac{s+a}{(s+a)^2+\omega^2}$
$\sinh at$	$\frac{a}{s^2-a^2}$
$\cosh at$	$\frac{s}{s^2-a^2}$
$f(t-t_1)$	$e^{-t_1 s} F(s)$

## Filtri RC

$$RC = \tau$$

$$f_T \simeq \frac{1}{2\pi\tau}$$

$$V_T = \frac{kT}{q}$$

$$V_T \approx 25 \text{ mV}$$

per  $T = 300 \text{ K}$

## BJT

$$I_C = \beta_F I_B$$

$$I_B + I_C + I_E = 0$$

$$\beta_F = \frac{\alpha_F}{1 - \alpha_F}$$

$$\beta_F \cong h_{fe}$$

## Parametri del modello $\pi$ in funzione delle correnti statiche

$$g_m = \frac{I_C}{V_T}$$

$$r_e = \frac{V_T}{I_E} = \alpha_F \frac{V_T}{I_C}$$

$$r_\pi = \frac{V_T}{I_B} = \beta_F \frac{V_T}{I_C}$$

## Relazioni tra i parametri del modello $\pi$

$$r_e = \frac{\alpha_F}{g_m} \simeq \frac{1}{g_m}$$

$$r_\pi = \frac{\beta_F}{g_m}$$

$$h_{ie} = h_{fe} \frac{V_T}{I_C}$$

$$r_\pi = (1 + \beta_F) r_e$$

## Relazioni tra modello $\pi$ e modello h

$$h_{ie} = r_\pi$$

$$h_{fe} = g_m r_\pi$$

$$g_m = \frac{h_{fe}}{r_\pi} = \frac{h_{fe}}{h_{ie}}$$

$$h_{oe} = \frac{1}{r_o}$$

## Relazioni tra le correnti

$$i_c = h_{fe} i_b$$

$$i_e = -(1 + h_{fe}) i_b$$

$$i_e = -\frac{1 + h_{fe}}{h_{fe}} i_c$$

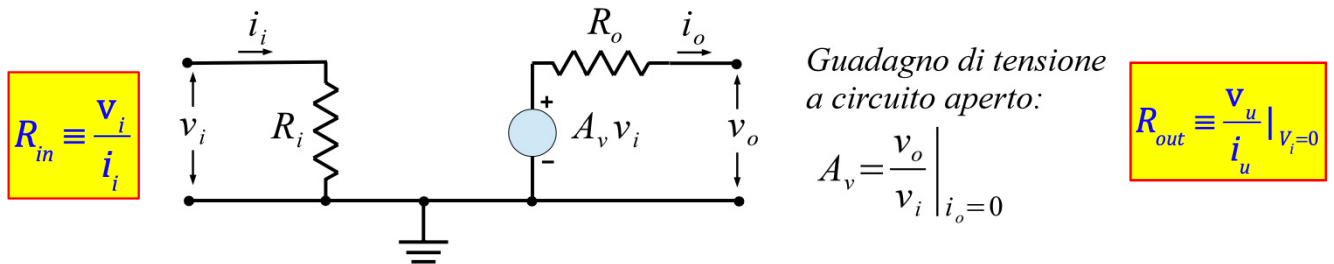
Miller

$$k = V_2/V_1$$

$$Z_1 = \frac{Z'}{1-k}$$

$$Z_2 = \frac{Z'}{1-\frac{1}{k}}$$

## Amplificatori a BJT ad emettitore comune



### Amplificatore con $C_E$ in parallelo a $R_E$

$$A_v = -\frac{I_C R_C}{V_T} = -g_m R_C = -\frac{h_{fe} R_C}{h_{ie}}$$

$$R_{out} = r_o \parallel R_C \simeq R_C$$

$$R_{in} = R_B \parallel h_{ie}$$

### Amplificatore senza $C_E$

$$A_v = \frac{-h_{fe} R_C}{h_{ie} + (h_{fe} + 1) R_E} \cong -\frac{R_C}{R_E}$$

$$R_{in} \approx R_B \parallel [h_{ie} + (h_{fe} + 1) R_E] \cong R_B \parallel h_{fe} R_E$$

$$R_{out} \approx R_C$$

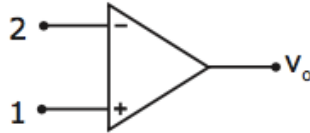
### Emitter follower

$$A_v = \frac{(h_{fe} + 1) R_E}{h_{ie} + (h_{fe} + 1) R_E} \cong 1; \quad R_{in} \approx R_B \parallel h_{fe} R_E; \quad R_{out} = \left( \frac{h_{fe} + 1}{h_{ie}} + \frac{1}{R_E} \right)^{-1} \cong \frac{h_{ie}}{h_{fe}} = r_e$$

# Formulario 2

Golden rule OPAMP

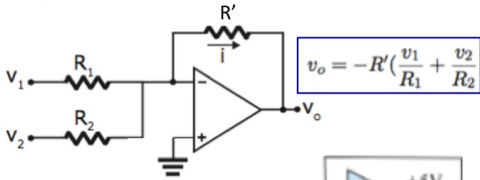
- 1) le tensioni dei due ingressi sono uguali;
- 2) nell'operazionale non entra corrente.



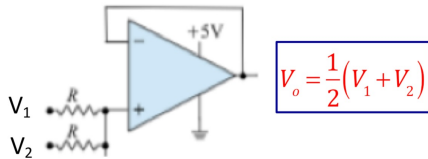
$$V_o = A_d(V_1 - V_2)$$

Opamp: amp. inv.  $A_v = -\frac{R'}{R}$

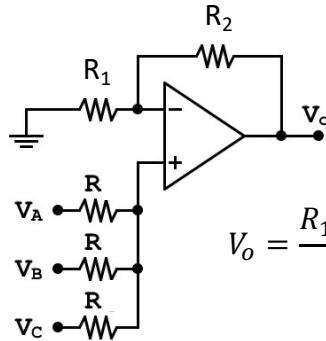
Opamp: amp. non inv.  $A_v = 1 + \frac{R'}{R}$



$$v_o = -R' \left( \frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2} \right)$$



$$V_o = \frac{1}{2}(V_1 + V_2)$$



$$V_o = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{3}(V_A + V_B + V_C)$$

Leggi di De Morgan:  $\overline{(A + B)} = \bar{A} * \bar{B}$      $\overline{(A * B)} = \bar{A} + \bar{B}$

Assorbimento I	$A + A \cdot B = A$	$A \cdot (A + B) = A$
Assorbimento II	$A + \bar{A} \cdot B = A + B$	$A \cdot (\bar{A} + B) = A \cdot B$
Assorbimento III	$A \cdot B + B \cdot C + \bar{A} \cdot C =$ $A \cdot B + \bar{A} \cdot C$	$(A + B) \cdot (B + C) \cdot (\bar{A} + C) =$ $(A + B) \cdot (\bar{A} + C)$

- Un multiplexer è un circuito logico in grado di selezionare uno tra diversi ingressi logici e connetterlo all'uscita in base al valore presentato agli ingressi di selezione.
- Un demultiplexer svolge la funzione contraria: prende il contenuto di un ingresso e lo inoltra in una delle molte uscite sulla base del contenuto degli ingressi di selezione:
- Un encoder genera un'uscita binaria che fornisce l'indirizzo di quello tra gli ingressi che è stato attivato. In genere, se più ingressi sono attivati, viene fornito l'indirizzo dell'ingresso più alto
- Il decoder è molto simile al demultiplexer, con la differenza che gli unici ingressi sono le linee di indirizzo, la cui decodifica provoca l'attivazione dell'uscita corrispondente.

$S_n$	$R_n$	$Q_{n+1}$
0	0	$Q_n$
1	0	1
0	1	0
1	1	?

$J_n$	$K_n$	$Q_{n+1}$
0	0	$Q_n$
1	0	1
0	1	0
1	1	$\bar{Q}_n$

$C_r$	$P_r$	$Q$	$\bar{Q}$
0	1	0	1
1	0	1	0

$D_n$	$Q_{n+1}$
1	1
0	0

$T_n$	$Q_{n+1}$
1	$\bar{Q}_n$
0	$Q_n$

- Un contatore conta ciclicamente gli impulsi di clock. Può essere anche usato come un divisore di frequenza.