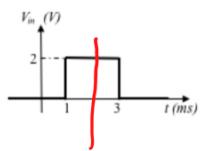
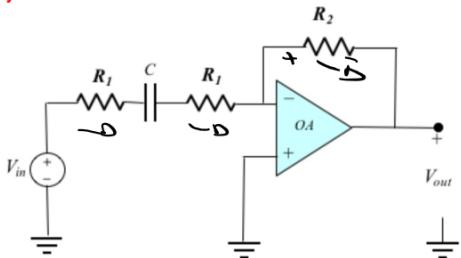


1) Del circuito seguente, considerando in ingresso l'impulso di tensione riportato in figura, e considerando l'op-amp ideale, calcolare e graficare (indicando i valori di tensione e gli istanti di tempo corretti) l'andamento nel tempo della tensione di uscita V_{OUT} .



OA ideale con $L^+ = -L^- = 12V$
 $R_I = 2 \text{ k}\Omega; R_2 = 8 \text{ k}\Omega; C = 50 \text{ nF}$



MA 66 10
2020

$t < 1 \text{ ms} \quad V_{IN} = 0 \quad I = 0$
 $V_{OUT} = 0$

$$t = 1 \text{ ms} \quad V_{IN} = 2V$$

$$I_C = \frac{2}{2} = 1 \text{ mA}$$

I_L condensatore
 S_1 chiuso in s^+

$$T = \frac{\text{sostanzioso}}{C} \text{ con } j_N \text{ con } T = C \cdot R_2 = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

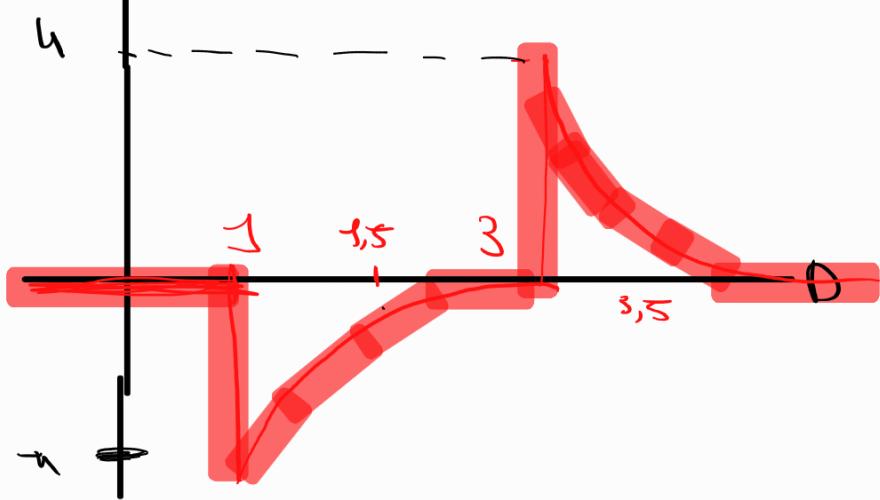
$$ST = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$V_{out} + R_2 I_2 = 0$$

$$V_{out} = -R_2 I_2 = -R_2 \frac{V_{IN}}{R_1 + R_2} = -8 \frac{2}{12} = -4V$$

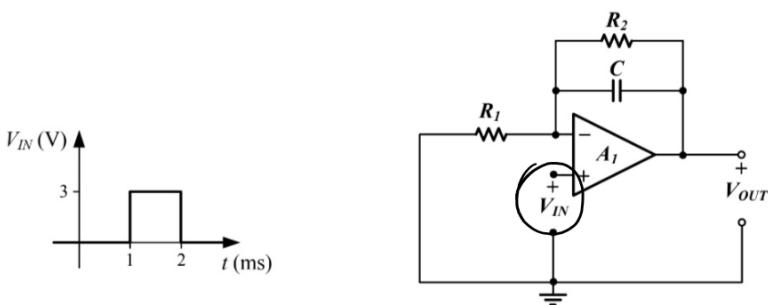
per $T > 3 \text{ ms} \quad V_{IN} = 0$

I_L condensatore si scatta fino a $V_{out} = 0$



Gennaio
2019

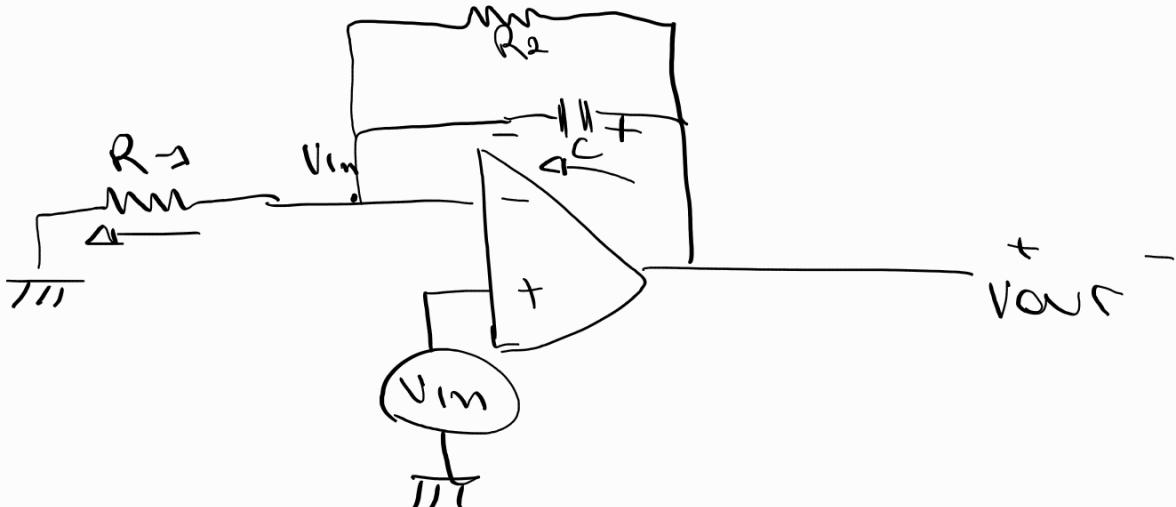
- 1) Del circuito seguente, considerando in ingresso l'impulso di tensione riportato in figura, e considerando l'op-amp ideale, calcolare e graficare (indicando i valori di tensione e gli istanti di tempo corretti) l'andamento nel tempo della tensione di uscita V_{OUT} .



Amplificatore Operazionale ideale con $L^+ = -L^- = 10V$
 $R_1 = 6 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 4 \text{ k}\Omega$; $C = 50 \text{ nF}$

$$\text{Per } t < 1 \quad V_W = 0 = V^+ = V^- \quad V_{OUT} = 0$$

$$\text{Per } 1 < t < 2 \quad V_W = 3 \text{ V} \quad V^+ = V^-$$

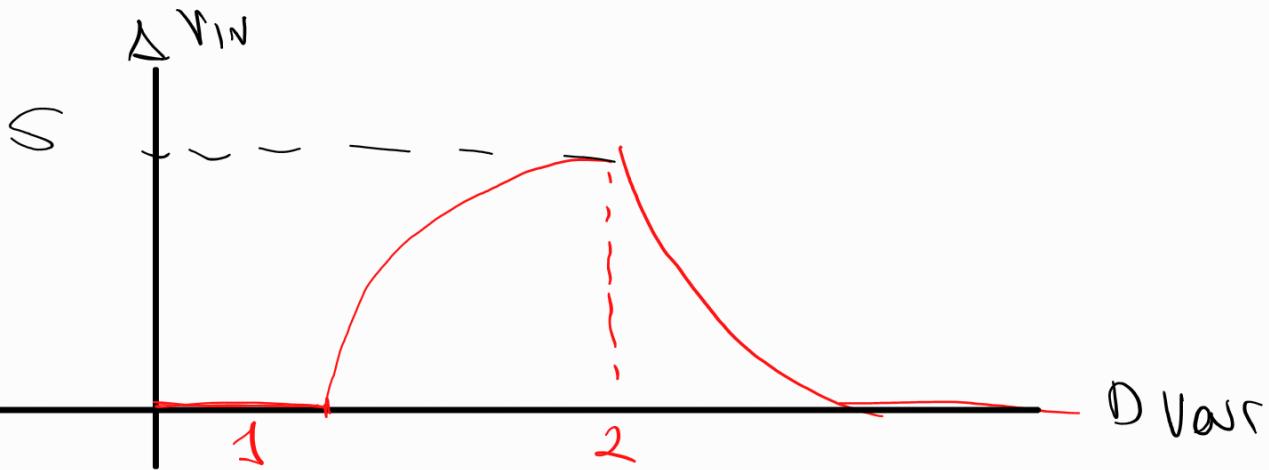


Quindi è passo boss

$$V_{OUT} - R_2 I_2 = V_W$$

$$V_{OUT} = V_W + R_2 I_2 = V_W + R_2 \frac{V_W}{R_1} = 5V$$

$$ST = SCR_2 = 50 \cdot 10^{-9} \cdot 4 \cdot 10^3 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$



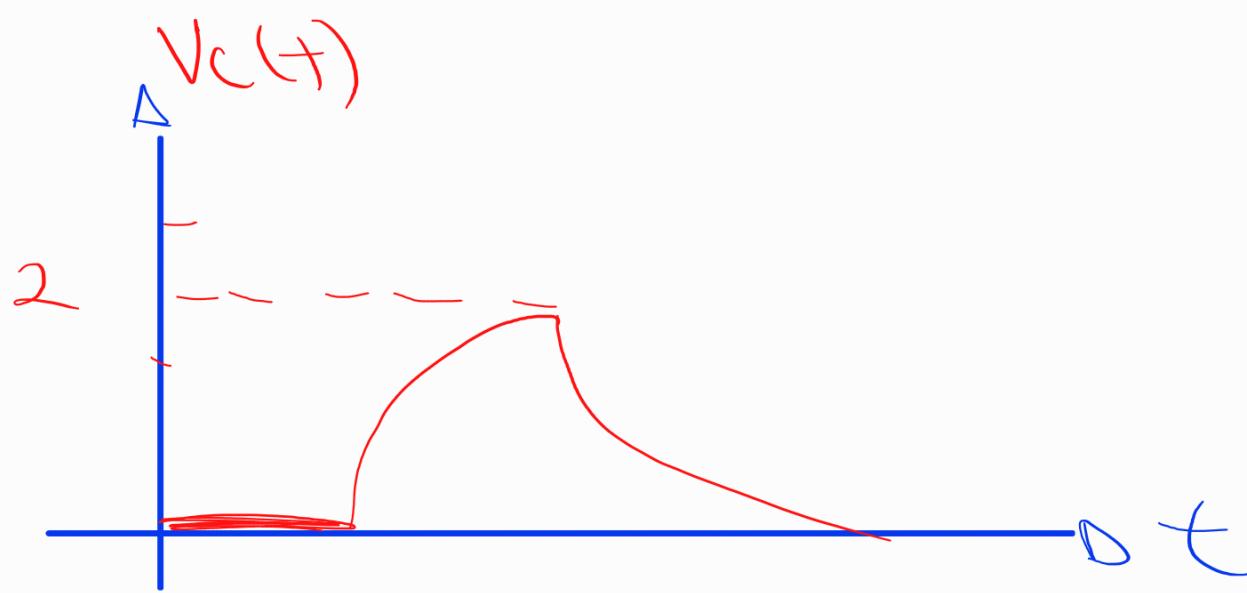
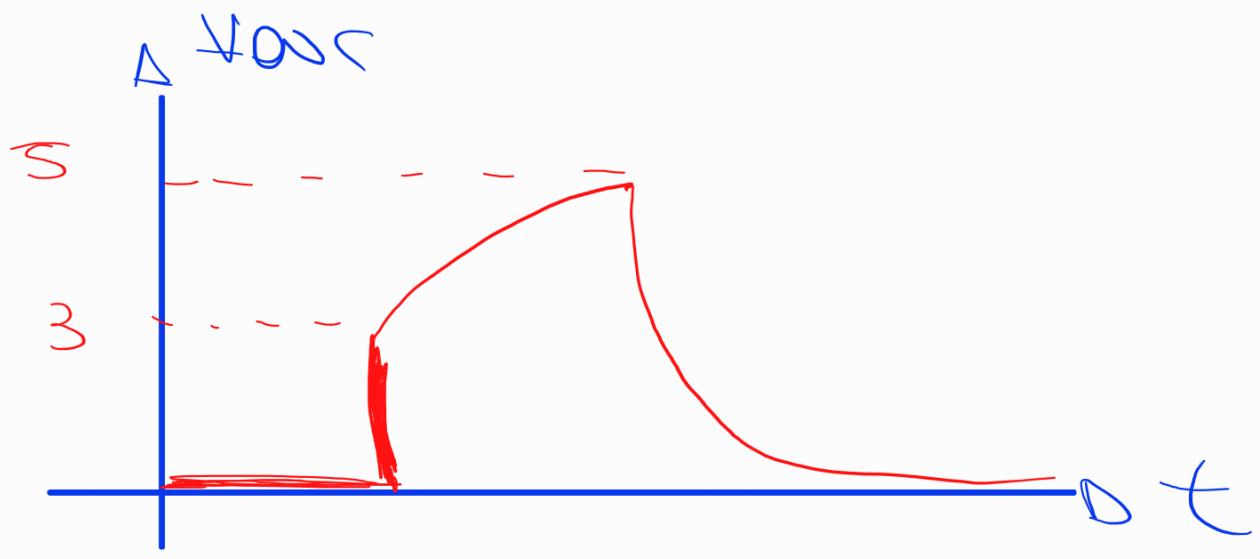
~~SOURCE~~

$$V_{out} = V_m + V_c$$

$$\begin{matrix} \uparrow & \uparrow \\ \text{ISOURCE} & \text{V_{out}} \\ A_3 & \text{mV}_100 \end{matrix}$$

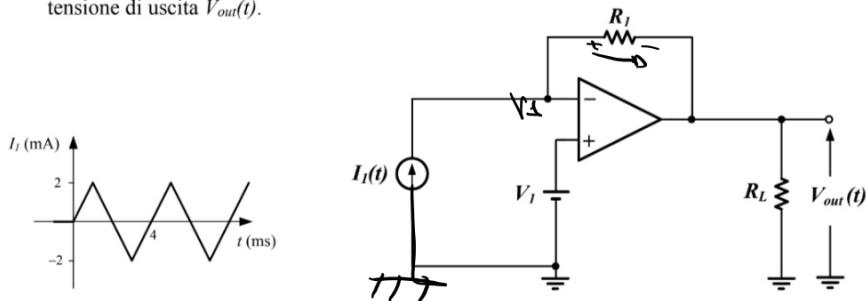
$$V_c(\phi) = V_{R2} - I_{R1} R_2 = 2$$

CONSIDER
 CONC
 NON PASS
 ALTH CO
 I_{R1} VA SURF



MARZO
2019

- 1) Del circuito seguente, con in ingresso una tensione continua V_I pari a 4V e il segnale di corrente $I_I(t)$ ad onda triangolare (periodo=4ms) riportato in figura, calcolare e graficare (indicando i valori di tensione e gli istanti di tempo corretti) l'andamento nel tempo della tensione di uscita $V_{out}(t)$.

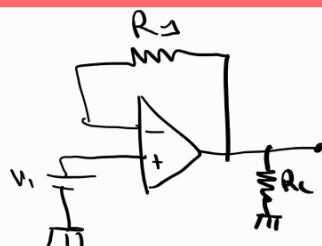


$$V_I = 4V; \quad R_I = 5k\Omega; \quad R_L = 2k\Omega;$$

Considerare l'amplificatore operazionale ideale, con tensione di alimentazione pari a $\pm 10V$.

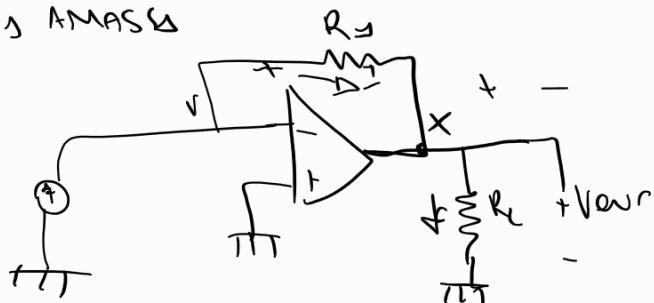
SOLUZIONE, 2019 EFFETTO

$$I_I(+)=0$$



$$V_{out}^+ = V^+ = 4V$$

V_I A MASSA



$$\text{PER } t < 0 \quad 0 \text{ volt} = V_{out}^+$$

$$\text{PER } t = 1 \quad I = 2mA$$

$$V_x = -R_x \cdot I_1 = -30V = V_{out}^{\prime \prime}$$

$$\text{PER } t = 2 \quad I = -2mA$$

$$V_x = V_{out}^{\prime \prime} = -R_x I_1 = +10V$$

$$LA \text{ Vout} \text{ result} = V_{out}' + V_{out}''$$

$$t=0$$

$$\cancel{V_{out}' + V_{out}''} = V_{out}' = 4 \text{ V}$$

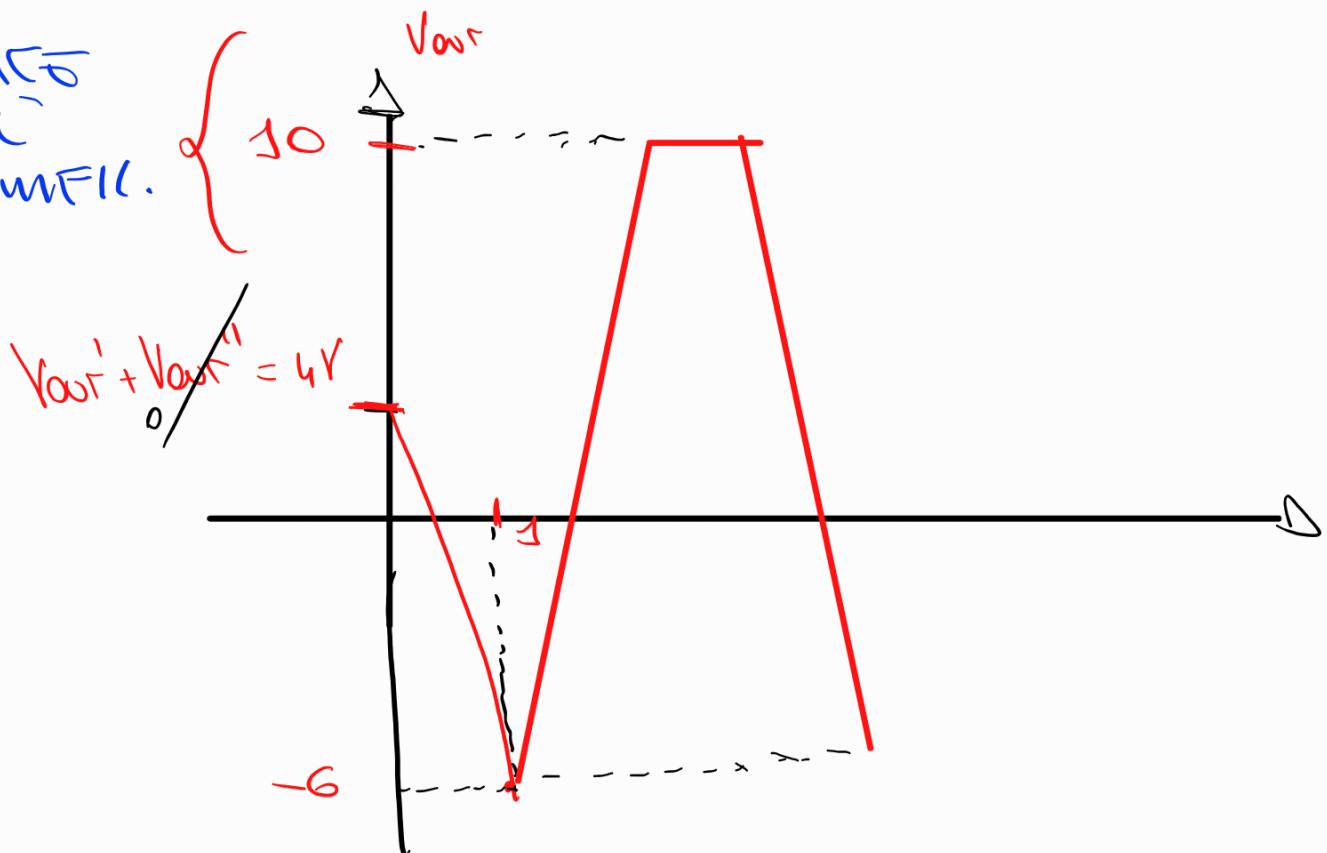
$$t=1$$

$$V_{out}' + V_{out}'' = 4 - 10 = -6 \text{ V}$$

$$t=2$$

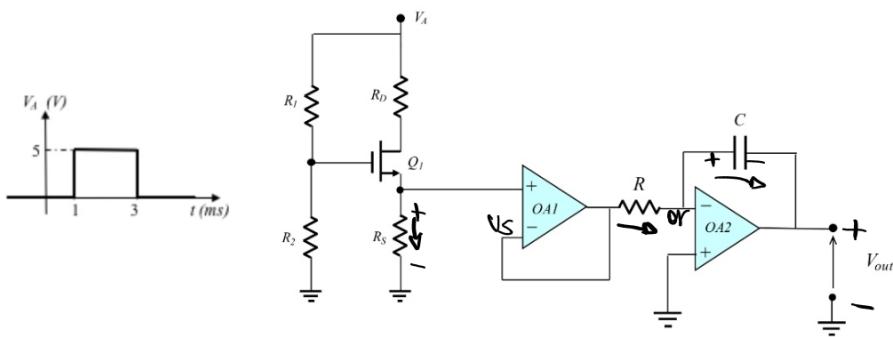
$$V_{out}' + V_{out}'' = 4 + 10 = 14 \text{ V}$$

LIMITED
DELL
AMPLIFIL.



A

- 1) Del circuito seguente, in presenza dell'impulso di tensione di alimentazione V_A riportato in figura calcolare e graficare (indicando i valori di tensione e gli istanti di tempo corretti) l'andamento nel tempo della tensione di uscita V_{out} .



$OA1$ e $OA2$ ideali con $L^+ = -L^- = 10V$

$$QI = \{V_t = 1V; K = 1 \text{ mA/V}^2; \lambda = 0\}$$

$$R_1 = 2k\Omega, \quad R_2 = 3k\Omega, \quad R_D = 2k\Omega; \quad R_S = 1k\Omega, \quad R = 1k\Omega, \quad C = 1\mu\text{F}$$

8/10 gmo

80/9

per $t < 1$
il MOSFET è
IN CONDUZIONE $I = C$
 $V_{out} = 0$

IL CIRCUITO È: $\frac{dC}{dt} = \frac{I}{R} = \frac{I}{R_1 + R_2} = \frac{I}{5} = \frac{I}{5} = \frac{I}{5} = \frac{I}{5} = \frac{I}{5}$

e UN
PASSO
PASSO

PER $t < 3$ $V_A = 5 \text{ Volt}$

$$V_0 = V_A \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 5 \frac{3}{5} = 3 \text{ Volt}$$

$$V_0 = V_A - I_D R_D = 5 - I_D 2 =$$

$$V_{GS} = V_0 - V_S = 3 - I_S R_S =$$

$$V_S = + I_S R_S = I_S$$

$$\begin{cases} V_{GS} = 3 + I_S R_S \\ I_S = k (V_{GS} - V_T)^2 \end{cases}$$

SUPpon GO
SISTEMA, poi VERIFICO!

$$I_S = \sqrt{(3 - I_S R_S - V_T)^2}$$

$$\cancel{I_S} = (2 - I_S)^2 = 4 + I_S^2 - 4 I_S - I_S = I_S^2 - 5 I_S + 4 =$$

$$I_S^2 - 5 I_S + 4 = \sqrt{25 - 16} = \sqrt{9} = \pm 3$$

$$I_{S1}, I_{S2} = \frac{5 \pm 3}{2} < 1 \text{ mA} \quad \text{per CONDIZIONI DI STABILITÀ}$$

$$V_S = V^+ = I_S R_S = 1 \text{ Volt}$$

$$T_R = \frac{V_S - 0}{R} = \frac{1}{1} = 1 \text{ ms} \quad \text{che è ANNALE C}$$

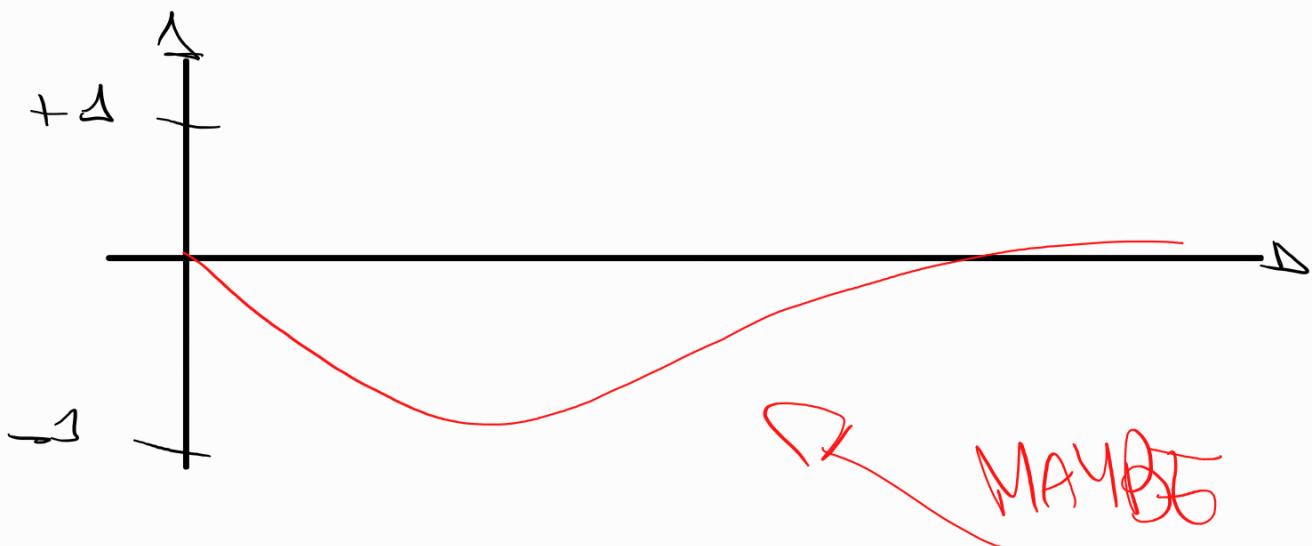
$$V_{out} + V_C(+) = 0 \text{ Volt}$$

considerando cond. C.C., quindi per
 $t = \infty \quad V_{out} = 0$

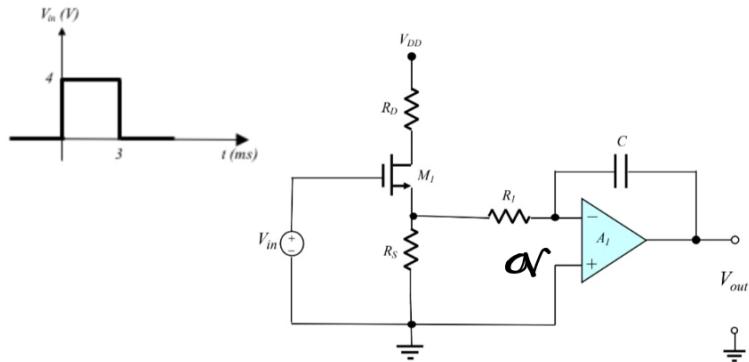
$$V_C = \frac{Q}{C} = \frac{\int I dt}{C} = \frac{I}{C} t = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-6}} = 10^3 \text{ Volt} \cdot t$$

$= 1000 \text{ Volt} \cdot t$
 $\approx 1 \text{ volt} \cdot t$

$$V_{out} = -V_C(+)$$



1) Del circuito seguente, considerando in ingresso l'impulso di tensione riportato in figura, e considerando l'op-amp ideale, calcolare e graficare (indicando i valori di tensione e gli istanti di tempo corretti) l'andamento nel tempo della tensione di uscita V_{OUT} .
 (Considerare il condensatore inizialmente scarico: $V_C(0)=0V$)



Amplificatori Operazionali ideali con $L^+ = -L^- = 10V$
 M_I : [$V_T = 1$ V; $K = 0.5$ mA/V²; $\lambda = 0$]

$R_D = 2$ k Ω ; $R_S = 1$ k Ω ; $R_I = 1$ k Ω ; $C = 0.5$ μ F
 $V_{DD} = 10$ V;

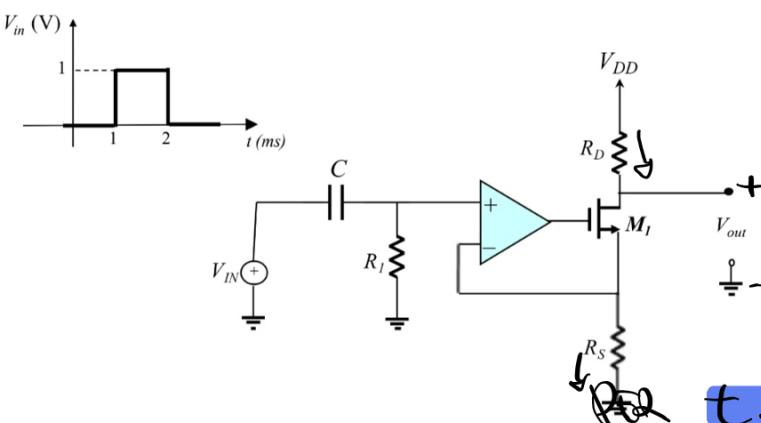
Settembre

OPA827

2019

$$V_{out} = V_D$$

$$\text{for } t < 1 \quad V_{IN} = 0 \quad V^+ = V^- = V_S = V_0 \\ V_{OUT} = V_{DD}$$



Amplificatori Operazionali ideali con $L^+ = -L^- = 10V$
 $M_I: [V_T = 1V; K = 0.5 \text{ mA/V}^2; \lambda = 0]$

$R_D = 2.5 \text{ k}\Omega$; $R_S = 0.5 \text{ k}\Omega$; $R_I = 10 \text{ k}\Omega$; $C = 5 \text{ nF}$
 $V_{DD} = 10 \text{ V}$;

$$\text{Q5f} \quad 1 < t < 2 \quad V_{IN} = 1 \text{ Volt} = V^+ = V^- = V_S = V_0$$

$$V_S - I_S R_S = 0 \rightarrow V_S = I_S R_S \rightarrow I_S = \frac{V_S}{R_S} = \frac{1}{0.5} = 2 \text{ mA}$$

$$I_S = k(V_{GS} - V_F)^2$$

$$2I_S = (V_0 - V_S - V_F)^2$$

$$2I_S = (V_0 - 2)^2$$

$$k = V_0^2 + 4 - 4V_0 = 0$$

$$V_0(V_0 - 4) = 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} V_G = 0 \text{ V} \\ V_0 = +4 \text{ V} \end{array} \right.$$

$$V_D = V_{DD} - I_D R_D = 10 - 2 \cdot 2.5 = 5 \text{ V}$$

SCHEDE PER
 COMBINAZIONE
 SINGOLARE
 INIZIALE
 $V_{GS} \approx V_F$
 $4 - \frac{1}{3} \geq 1 \text{ V}$

CONTROLLA SISTEMA

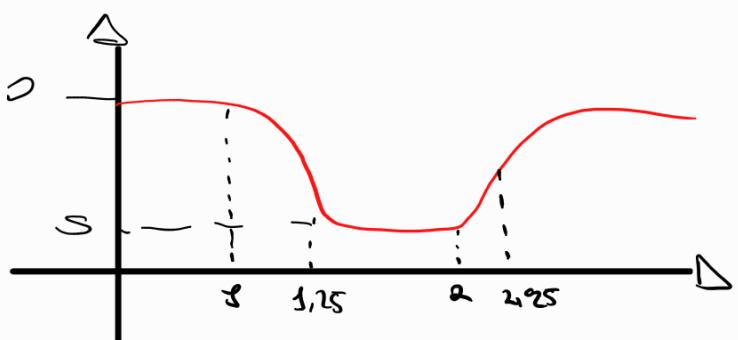
$$V_{DS} = V_D - V_S = 5 - 4 = 1 \text{ V} \quad V_F = 1 \text{ V} \quad \text{OK}$$

Sono in STABILITÀ

$\gamma = \text{sostituisce } C \text{ con una batteria}$

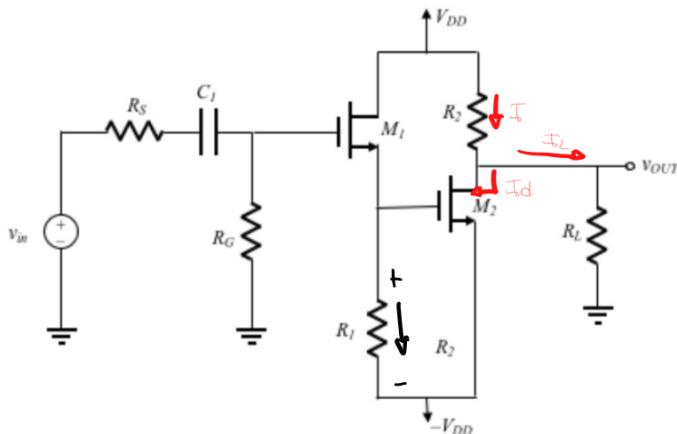
$$\tau = \frac{V_X}{C Q_S} = 5 \cdot 10^{-9} \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0.05 \cdot 10^{-3} \text{ ms}$$

$$5\tau = 0.25 \text{ ms}$$



1) Dato il circuito di figura, calcolare:

- il punto di lavoro dei due MOSFET
- il guadagno di tensione a centro banda per piccoli segnali $A_v = v_{out}/v_{in}$



XXB
20Y9

$$R_G = 5\text{k}\Omega, R_S = 50\Omega, R_1 = 6\text{k}\Omega, R_2 = 1\text{k}\Omega, R_L = 2\text{k}\Omega, \\ V_{DD} = 5\text{V}, C_J \rightarrow \infty, \\ M_1 = M_2 = \{V_T = 1\text{V}, K = 0.5\text{mA/V}^2, \lambda = 0\}$$

① ANALISI STATICI

- V_{IN} A MASSA
- CONDENSATORI, così

M1:

$$V_{GS1} = 0 ; V_{DS1} = V_{DD} = 5 \text{ Volt} ;$$

$$V_S - R_S I_S = -V_{DD} \quad V_S = -5 + 6 I_1$$

$$I_S = K(V_{GS} - V_T)^2 = \frac{1}{2} (-V_S - 5)^2 =$$

$$= \frac{1}{2} (5 - 6I_1 - 5)^2 = \frac{1}{2} (4 - 6I_1)^2$$

$$2I_1 = 16 + 36I_1^2 - \underline{48I_1} - \underline{2I_1} = 0 \\ 36I_1^2 - 50I_1 + 16 = 0$$

$$\sqrt{\Delta} = \pm 1 \text{ mA} \quad \frac{+50 \pm 14}{2 \cdot 36} < \begin{cases} 8/9 \text{ mA} \\ 0,5 \text{ mA} \end{cases}$$

$$V_S = -5 + \frac{6}{2} = -5 + 3 = -2 \text{ V}$$

$$V_{GS} = 2 \text{ V} > V_T$$

$$V_{DS} = V_{DD} - V_S = 7 \text{ V} > V_F$$

HO VOLTAGGI CO
SATURAZIONE

$M_1 = 1^{\text{st}} \text{ PUNTO DI WORK S' È POSSO}$

$$\left\{ I_{D_S} = 0,5 \text{ mA}; V_{GS1} = -2V; V_{DS1} = 7V \right\}$$

POSSO CALCOLARE

$$g_m = 2k(V_{GS} - V_t) = 1$$

M2:

$$V_G = V_{S_1} = -2V \quad \left\{ V_{GS_2} = -2 - 5 = 3 \text{ Volt} \right.$$

$$V_{S_2} = -V_{DN} = -5V$$

$$I_{D_2} = k(V_{GS_2} - V_t)^2 = 2 \text{ mA}$$

$$V_{D_D} - I R_2 = V_D$$

$$I = I_0 + I_L = 2 \text{ mA} + \frac{V_D}{R_L}$$

$$V_{DD} - \left(2 + \frac{V_D}{R_L}\right) R_2 = V_D \quad \Rightarrow \left(2 + \frac{V_D}{2}\right) 2 = V_D \quad \Rightarrow V_D = 2 \text{ Volt}$$

$$V_{DS} = V_D - V_S = 2 - 5 = -3 \text{ V}$$

VALGONO LE CONDIZIONI DI SATURAZIONE

$M_2 = 1^{\text{st}} \text{ PUNTO DI WORK S' È POSSO}$

$$\left\{ I_{D_2} = 2 \text{ mA} \quad V_{GS_2} = 3 \text{ Volt} \quad V_{DS} = 7 \text{ V} \right\}$$

POSSO CALCOLARE

$$g_{m_2} = k_2(V_{GS} - V_t) = 2$$

② ANALISI PDI SISTEMA

- CONDENSATORI C.C.

- $V_{DD} = \text{A MASSA}$

$$A_2 = -g_m R_1 = 16$$

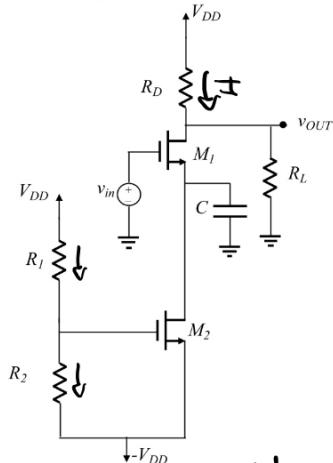
$$A_3 = -g_m R_2 / R_L = -2 \frac{R_2 R_L}{R_2 + R_L} = -\frac{1}{3}$$

$$A_5 = \frac{R_6}{R_6 + R_S} \approx 1$$

$$A_{TOT} = 1 \cdot 6 \cdot \frac{1}{3} = 8$$

A

1) Del circuito seguente,

• Determinare il punto di polarizzazione dei transistor M_1 e M_2 (V_{GS} , V_{DS} , I_D)• Calcolare l'amplificazione di tensione per piccoli segnali $A_v = v_{out}/v_{in}$ 

$$M_1 \text{ e } M_2 = \{V_t = 1 \text{ V}; K = 0,25 \text{ mA/V}^2; \lambda = 0\}$$

$$R_I = 4k\Omega, R_2 = 1k\Omega, R_D = 20k\Omega, R_L = 20k\Omega;$$

$$V_{DD} = 5V, C \rightarrow +\infty$$

leggi '19
2019
A

① ANALISI CONINUA

$$V_{S2} = -V_{DD} < -5V$$

V_{G2} con sovrapp. degli effetti

$$\begin{aligned} \text{Analis 1} & \sim V_{DD} \\ \text{Anal 2} & \sim -V_{DD} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V'_G &= -V_{DD} \frac{R_1}{R_1+R_2} \\ V'_D &= V_{DD} \frac{R_2}{R_1+R_2} \end{aligned}$$

$$V_{GS2} = -3 - (-5) = -3 + 5 = 2 \text{ Volt}$$

$$I_{D2} = \frac{1}{2} (2 - 1)^2 = \frac{1}{2} = 0,25 \text{ mA}$$

$$I_{D1} = K (-V_S - V_F)^2 \quad \text{da cui } V_{S1} = V_{D1} = -2V$$

$$V_{DS1} = V_{DD} - I_D R_D$$

$$I = I_D + I_{RL}$$

$$V_{DS1} = V_{DD} - (I_D + I_{RL}) R_D$$

$$V_{D1} = V_{DD} - \left(0,25 + \frac{V_D}{20}\right) R_D$$

$$V_{DS1} = 5 - \left(0,25 + \frac{V_{D1}}{20}\right) 20 - V_{DS1}$$

$$5 - 5 - V_{DS1} - V_{DS1} = 0$$

$$-2V_{DS1} = 0 \quad V_{DS1} = 0 \text{ Volt}$$

M_2
è SATOVO
 $V_{GS} > V_F$
 $V_{DS} > V_{GS} - V_F$

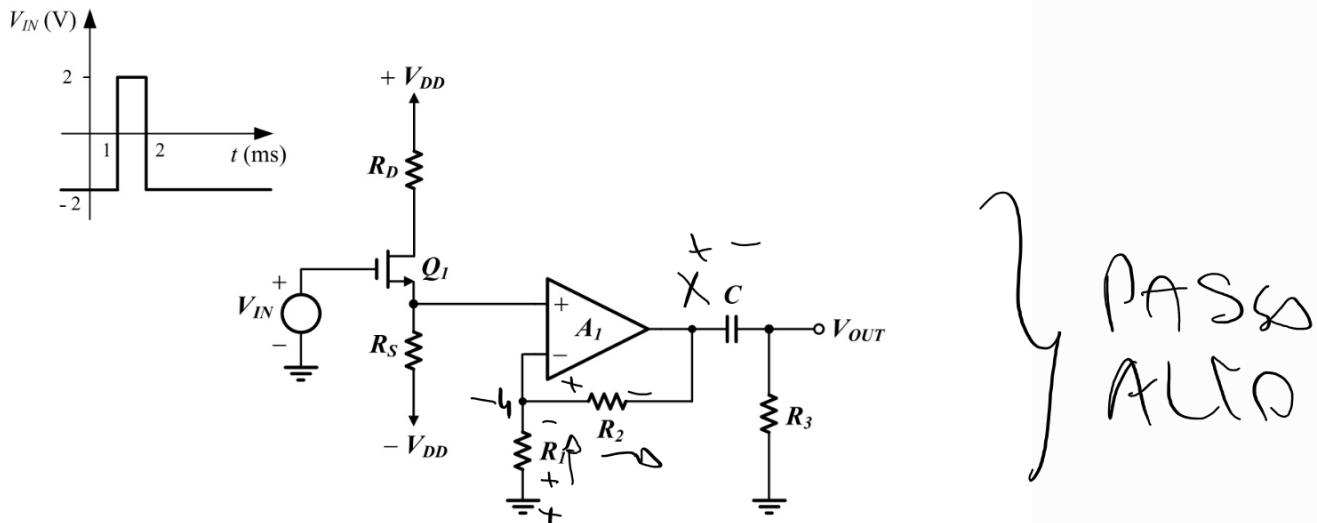
② ANANSI SORANU

$$\Im m_1 = 2\kappa (\sqrt{6}S_1 - V_F) \\ = \frac{2}{\hbar} \begin{pmatrix} 2 & -1 \end{pmatrix} = \frac{1}{2}$$

$$A_1 = -\frac{1}{2} \frac{R_D R_L}{R_D + R_L} = -5$$

$$A_2 = ?$$

- 1) Dato il circuito in figura, in cui V_{IN} ha l'andamento ad impulso di tensione riportato nel grafico, determinare e tracciare l'evoluzione temporale della tensione di uscita V_{OUT} .



$$M = \{V_t = 1 \text{ V}; K = 0.5 \text{ mA/V}^2; \lambda = 0\}$$

$$V_{DD} = 5 \text{ V}; \quad R_D = 1 \text{ k}\Omega; \quad R_S = 2 \text{ k}\Omega; \quad R_I = 3 \text{ k}\Omega, \quad R_2 = 3 \text{ k}\Omega, \quad R_3 = 5 \text{ k}\Omega, \quad C = 10 \text{ nF}$$

Op Amp ideale $L^+ = |L^-| = 12 \text{ V}$

$$\begin{cases} t < 1 \text{ ms} & V_{IN} = -2 = V_F \\ V_S = -V_{DD} + R_S I_S \\ I_D = K(V_{GS} - V_F)^2 \\ I_O = K(-2 + V_{DD} - R_S I_S - V_F)^2 \end{cases}$$

$$2I_O = K(2 - 2I_S)^2 - 2I_O$$

$$4I_S^2 - 8I_S - 2I_O = 0$$

$$4I_S^2 - 10I_S + 4 = 0$$

$$\Delta = 6 \quad \frac{30 \pm 6}{8} \quad \begin{cases} I_S = 1 \\ I_S = 1/2 \end{cases} \quad V_S = -4 \quad V_{GS} = 2.5 \text{ V}$$

$$V_D = V_{DS} - I_D R_D = 4.5 \quad V_{DS} = 8.5 \text{ V}$$

C' 1W SOTTO 20mA

$$V_S = V^+ = V^- \quad V^- = R_1$$

$$V_X = -4 - \left(R_2 \cdot \frac{+4}{R_1} \right) = -8 \text{ V}$$

$$V_{DS} = 0$$

$$V_G - V_{S^-}$$

$$c \in C \quad V_N = 2V = V_C$$

$$\begin{cases} V_S = -V_{DD} + I_S R_S \\ I_D = K (V_{GS} - V_T)^2 \end{cases}$$

$$V_S = -1 \leq V_T = V^-$$

$$V_X = -2V$$

