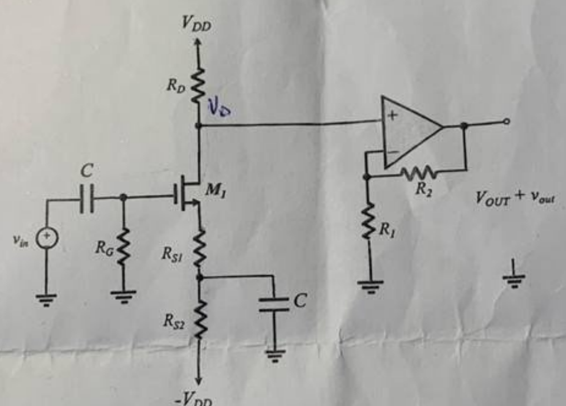
Prof. G. de Cesare
Esame di Elettronica
Ingegneria Informatica/Automatica
15 febbraio 2024

Matricola ________ **Cognome** ____________________ **Nome:** ____________________

Del circuito seguente, con v_{in} un generatore di tensione di piccolo segnale,

1) Calcolare il valore della tensione di uscita in continua V_{OUT},
2) Calcolare il guadagno di tensione in banda passante $A_v = v_{out}/v_{in}$.



OA ideale con $L^+ = -L^- = 12\text{V}$ $\quad$ $M_1 = (K = 0{,}5\ \text{mA/V}^2\ ;\ V_T = 2\ \text{V}\ ;\ l = 0)$ $\quad$ $V_{DD} = 10\text{V}$

$R_G = 5\ \text{k}\Omega$; $R_D = 4\ \text{k}\Omega$; $R_{S1} = 1\ \text{k}\Omega$; $R_{S2} = 2\ \text{k}\Omega$; $R_1 = 1\ \text{k}\Omega$; $R_2 = 2\ \text{k}\Omega$; $C = \infty$

- Struttura e principio di funzionamento di un circuito generatore di onda triangolare con multivibratore astabile.

TENSIONE IN CONTINUA (C IN C.A., V_{IN} A MASSA)

$V_G = 0$ $\quad V_S - (-V_{DD}) = I_D(R_{S_1} + R_{S_2})$ $\quad V_{GS} = V_G - V_S = V_{DD} - I_D(R_{S_1} + R_{S_2})$ $\quad I_D = K(V_{GS} - V_{TH})^2$

$$\begin{cases} V_{GS} = 10 - 3I_D \\ I_D = \frac{1}{2}(V_{GS} - 2)^2 \end{cases}$$

$x = 10 - 3\left(\frac{x^2 - 4x + 4}{2}\right)$

$-3x^2 + 12x - 12 + 20 - 2x$

$3x^2 - 10x - 8$

$x = \frac{10 \pm \sqrt{100 + 96}}{6} = \frac{10 \pm 14}{6}$ $\begin{cases} -2/3 \\ 4 \end{cases}$

$V_{GS} = 4V \quad I_D = 2\,mA \quad V_S = -4V$

$V_{DS} = V_D - V_S = V_{DD} - I_D R_D - V_S = 6V > V_{GS} - V_{TH} = 2V$ **SATURAZIONE**

$V^+ = V_D = 2V$ $\quad V_{OUT} = V_D(1 + R_2/R_1) = 6V$

TENSIONI VARIABILI (C IN C.C., V_{DD} A MASSA)

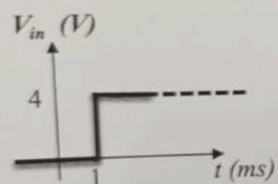
$g_m = 2K(V_{GS} - V_{TH}) = 2\,\frac{mA}{V}$ $\quad v_{gs} = \frac{V_{IN}}{1 + g_m R_{S_1}}$

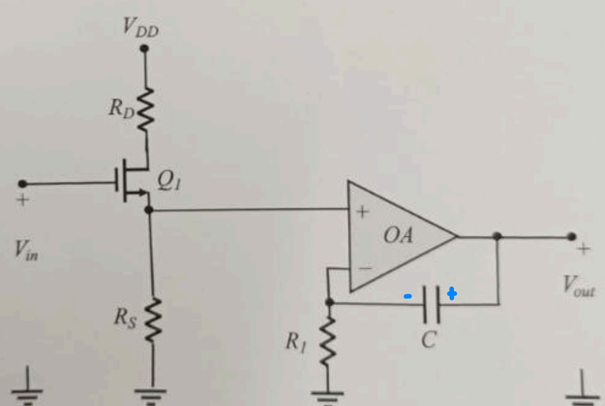
$A_T = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = -\frac{g_m v_{gs} R_D}{V_{IN}} = -\frac{g_m R_D}{1 + g_m R_{S_1}} = -\frac{8}{3}$ $\times$ $A_{OP} = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 3$ $\rightarrow$ $A_{TOT} = A_{OP} \cdot A_T = -8$

Prof. G. de Cesare
Esame di Elettronica
Ingegneria Informatica/Automatica
8 aprile 2024

Matricola ____________ **Cognome** ____________________ **Nome:** ______________________________

Del circuito seguente, considerando in ingresso il gradino 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 $L^+ = -L^- = 5\text{V}$ $\quad M_1 = (K = 0{,}5\ \text{mA/V}^2;\ V_T = 1\ \text{V};\ I = 0)$ $\quad V_{DD} = 10\text{V}$

$R_D = 2\ \text{k}\Omega;\ R_S = 0{,}5\ \text{k}\Omega;\ R_1 = 1\ \text{k}\Omega;\quad C = 1\ \mu\text{F}$

- Funzione di trasferimento di un inverter CMOS, definizione e metodologia di calcolo dei margini di rumore.

PER $\tau(1^-)$ $V_{IN}=0$

$V_G=0$ $\quad V_S=I_D R_S$ $\quad I_D=K(V_{GS}-V_{TH})^2$ $\quad V_{GS}=V_G-V_S=-V_S$ NON PUÒ ESSERE <0 $\rightarrow I_D=0,\ V_{OUT}=0$

PER $\tau(\infty)$ $V_{IN}=4V$

$V_G=4V$ $\quad V_{GS}=V_G-V_S=V_G-I_D R_S$ $\quad I_D=k(V_{GS}-V_{TH})^2$

$$\begin{cases} V_{GS}=4-\frac{1}{2}I_D \\ I_D=\frac{1}{2}(V_{GS}-1)^2 \end{cases}$$

$x=4-\left(\frac{x^2-2x+1}{4}\right)$

$-x^2+2x-1+16-4x$

$x^2+2x-15$

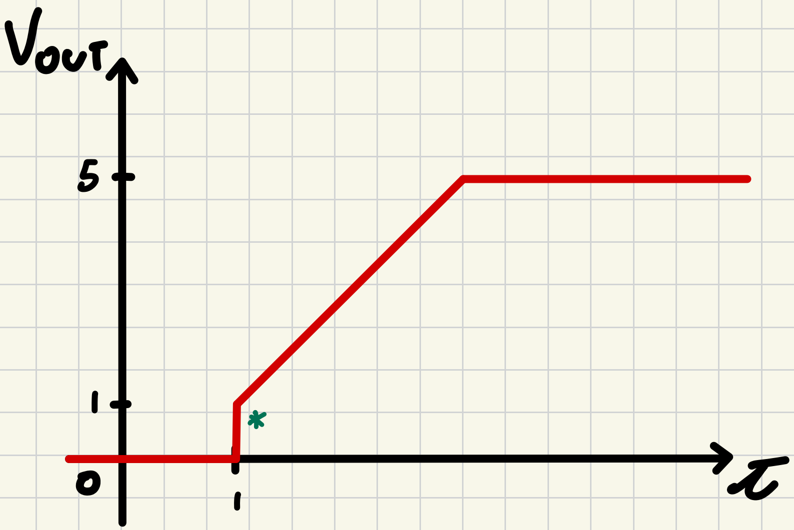
$x=\frac{-2\pm\sqrt{4+60}}{2}=\frac{-2\pm 8}{2} \begin{cases} -5 \\ 3 \end{cases}$

$V_{GS}=3>V_{TH}$ $\quad I_D=2\,mA$ $\quad V_S=1\,V$

$V_{DS}=V_D-V_S=V_{DD}-I_D R_D-V_S=5V>V_{GS}-V_{TH}=2V$ SATURAZIONE

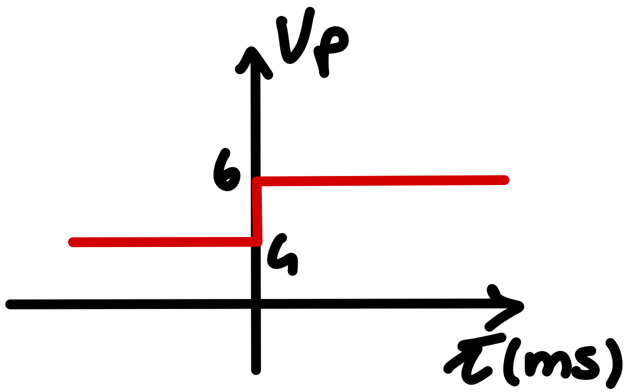
$V^+=V^-=V_S=1V$ $\quad I_1=\frac{V^-}{R_1}=1\,mA$

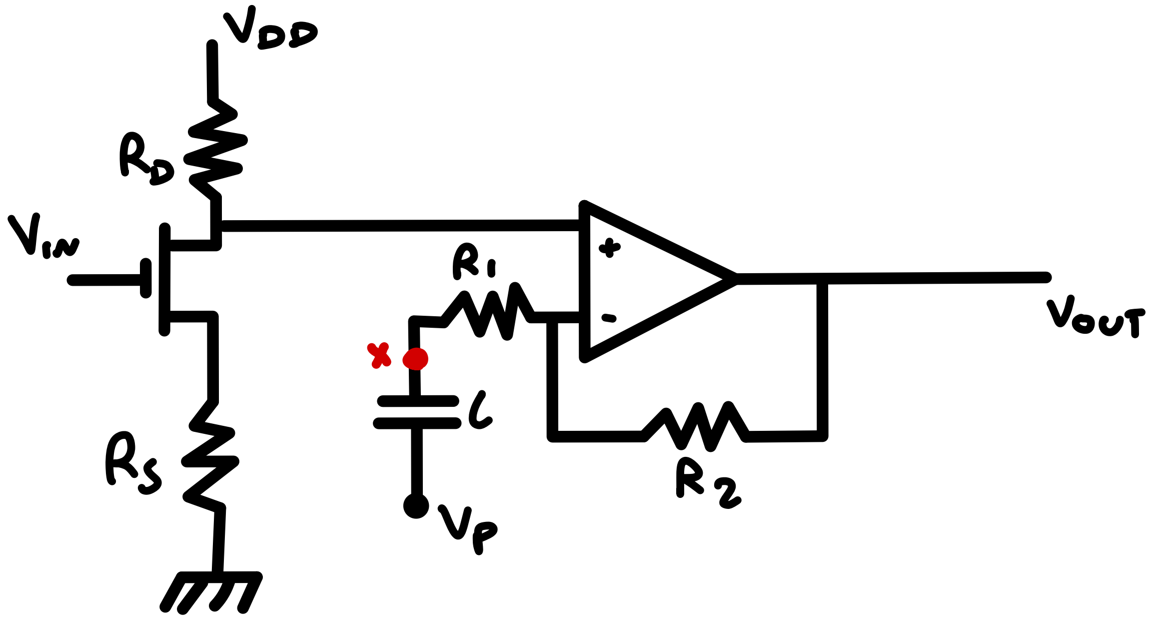
$V_{OUT}=V_C+V^+=\frac{Q}{C}+V^+=\frac{\int I_1\,d\tau}{C}+V^+=\frac{I_1}{C}\tau+V^+=1V+1\frac{V}{ms}$ $\quad \tau=\infty$ (LINEARE)



* DOVUTO A $V^+=V^-$ IN USCITA

Giugno 2024 (1)





$C = 1\mu F$ $\quad L^+ = |L^-| = 10V$ $\quad K = 1.5$ $\quad V_{TH} = 1V$

$R_D = R_S = 2K\Omega$ $\quad R_1 = 1K\Omega$ $\quad R_2 = 4K\Omega$

$V_{IN} = 5V$ $\quad V_{DD} = 10V$

DERIVATORE REALE

TENSIONI COST (V_P A MASSA, C IN C.A.)

$V_{IN}=V_G=5V$ $\quad V_S=I_DR_S \quad I_D=K(V_{GS}-V_{TH})^2 \quad V_{GS}=V_G-V_S=V_G-I_DR_S$

$$\begin{cases} V_{GS}=5-2I_D \\ I_D=\frac{3}{2}(V_{GS}-1)^2 \end{cases}$$

$x=5-3(x^2-2x+1)$

$-3x^2+6x-3+5-x$

$3x^2-5x-2$

$x=\frac{5\pm\sqrt{25+24}}{6}=\frac{5\pm7}{6}$ → $-\frac{1}{3}$, 2

$V_{GS}=2V>V_{TH} \quad I_D=1.5\,mA \quad V_S=3V$

$V_{DS}=V_D-V_S=V_{DD}-I_DR_D-V_S=4V>V_{GS}-V_{TH}=1V$ SATURAZIONE

$V^+=V^-=V_D=7V \quad V_{OUT}'=V^+(1+R_2/R_1)=V^+=7V$ PERCHÈ $R_1=\infty$

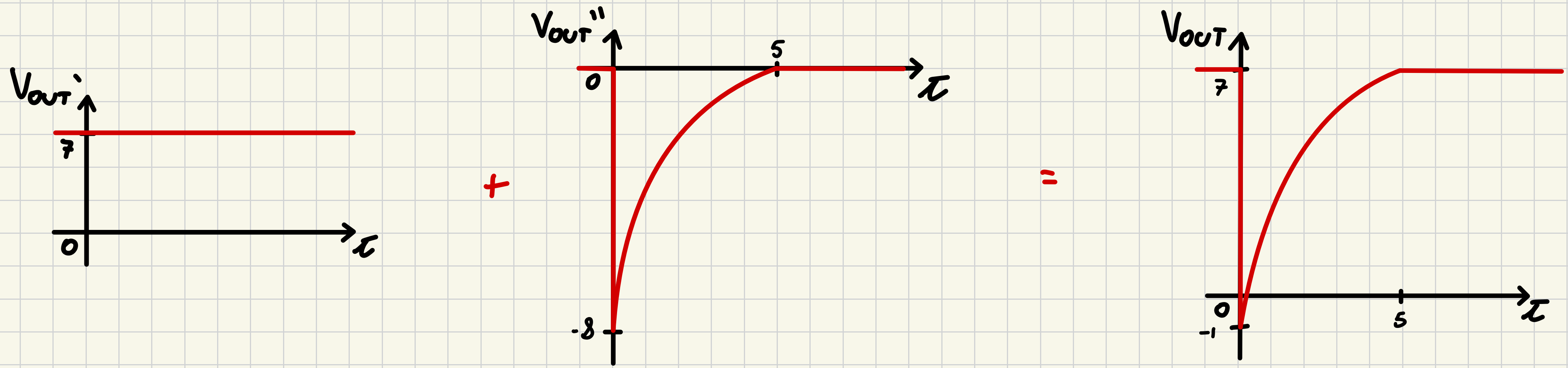
TENSIONI VARIABILI (C, V_{IN} E V_{DD} IN C.C.)

POICHÈ ABBIAMO UN PASSA-ALTO CONSIDERIAMO GLI SBALZI ISTANTANEI

PER $\tau(0)$ SBALZO DI $V_P=+2V$

T IN INTERDIZIONE → $I_D=0 \quad V_D=V^+=V^-=0$

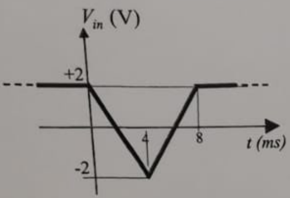
$V_{OUT}''=V_P\left(-\frac{R_2}{R_1}\right)=2\cdot(-4)=-8V$ $\quad \tau=R_{eq}C=R_1C=(1\cdot10^3)(1\cdot10^{-6})=1ms$ → $5\tau=5ms$

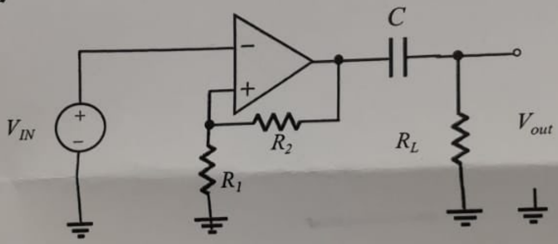


Prof. G. de Cesare
Esame di Elettronica
Ingegneria Informatica/Automatica
18 giugno 2024

Matricola ____________ **Cognome**______________________ **Nome:**________________________________

Del circuito seguente, considerando in ingresso il segnale 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 $L^+ = -L^- = 5\text{V}$

$R_1 = 1\ \text{k}\Omega$; $R_2 = 4\ \text{k}\Omega$; $R_L = 1\ \text{k}\Omega$; $C = 0{,}1\ \mu\text{F}$

- Schema circuitale di un amplificatore NMOS con carico a svuotamento e calcolo del guadagno di tensione per piccoli segnali.

C PASSA-ALTO RETROAZIONE POSITIVA → MULTIVIBRATORE (SEMPRE IN SATURAZIONE)

$$\begin{cases} \text{SE } V^+ - V^- > 0 \rightarrow V_{OUT} = L^+ \\ \text{SE } V^+ - V^- < 0 \rightarrow V_{OUT} = L^- \end{cases}$$

$$V^+ = \beta V_{OUT} = \frac{R_1}{R_2+R_1} V_{OUT} \begin{cases} \frac{1}{5} L^+ = 1V \\ \frac{1}{5} L^- = -1V \end{cases}$$

PER $\tau(0^-)$ $V_{IN} = V^- = 2V$

$V^+ - V^- < 0 \rightarrow V_{OUT} = L^- = -5V \rightarrow V^+ = -1V$

$V^+ - V^- > 0$ QUANDO $-1 - V^- > 0 \rightarrow V^- < -1$ CIOÈ $\tau = 3ms$

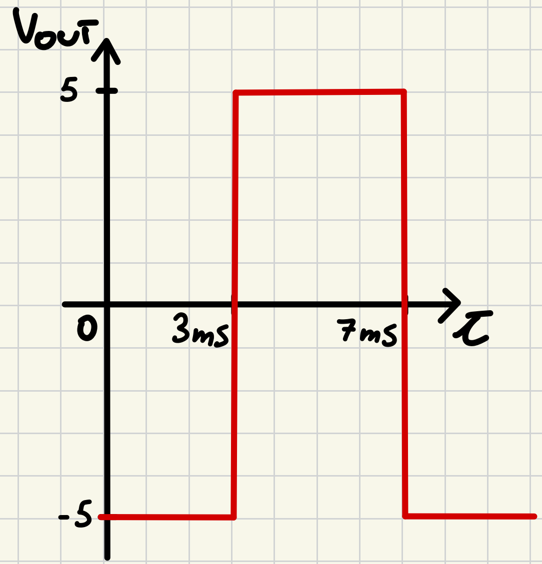
PER $\tau(3)$ $V_{IN} < -1V$

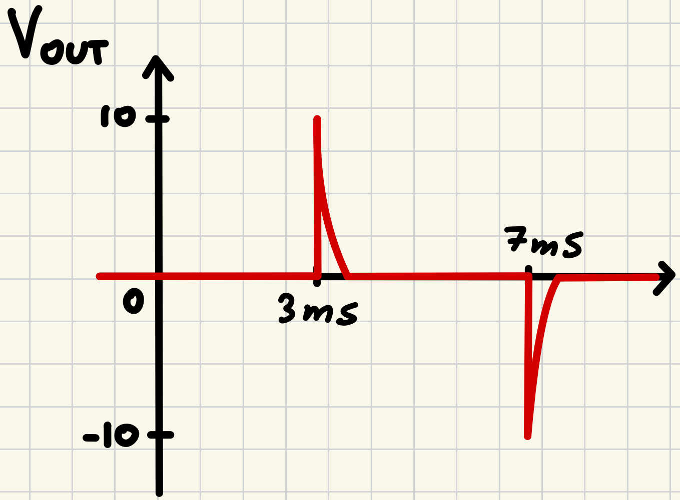
$V^- = -1$ $V^+ - V^- > 0 \rightarrow V_{OUT} = L^+ = 5V \rightarrow V^+ = 1V$

$V^+ - V^- < 0$ QUANDO $1 - V^- < 0 \rightarrow V^- > 1$ CIOÈ $\tau = 7mS$

PER $\tau(7)$ $V_{IN} > 1V$

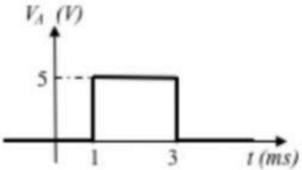
$V^+ - V^- < 0 \rightarrow V_{OUT} = L^- = -5V \rightarrow V^+ = -1V$

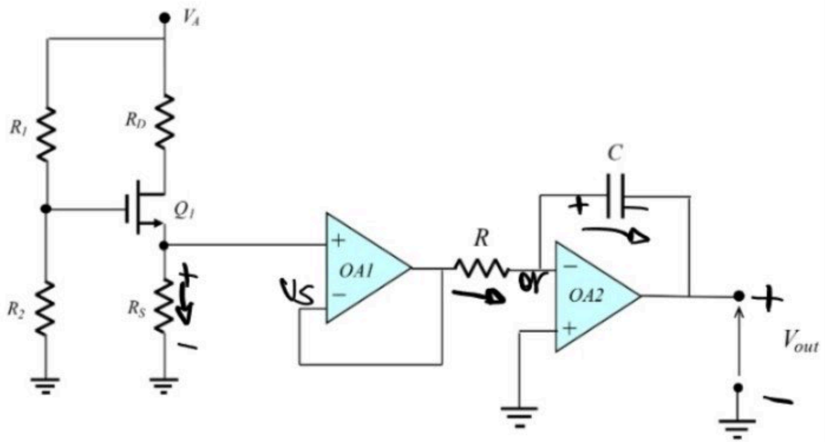




$\tau = R_{eq} C = R_L C = (1 \cdot 10^3) \cdot (0.1 \cdot 10^{-6}) = 0.1\,ms \rightarrow 5\tau = 0.5\,ms$

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 $L^+ = -L^- = 10\text{V}$

Q1 = $\{V_t = 1\text{ V}; K = 1\text{ mA/V}^2; \lambda = 0\}$

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

OA1 BUFFER DI TENSIONE $\rightarrow R_1 = \infty,\ R_2 = 0 \rightarrow A = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 1$, $V_{OUT} = V_{IN}$

PER $\tau(1^-)$ E $\tau(3^+)$ $V_A = 0$

$V_G = 0$ $V_{GS} = -V_S$ MAI POICHÈ LA DINAMICA VA DA V_A A 0 INTERDIZIONE $I_D = 0$ $V_S = V_{OUT} = 0$

PER $\tau(1^+)$ E $\tau(3^-)$ $V_A = 5V$

$V_G = V_A \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 3V$ $V_S = I_D R_S$ $I_D = K(V_{GS} - V_{TH})^2$ $V_{GS} = V_G - V_S = V_G - I_D R_S$

$\begin{cases} V_{GS} = 3 - I_D \\ I_D = (V_{GS} - 1)^2 \end{cases}$ $x = 3 - (x^2 - 2x + 1)$
$-x^2 + 2x - 1 + 3 - x$
$x^2 - x - 2$
$x = \frac{1 \pm \sqrt{1+8}}{2} = \frac{1 \pm 3}{2} \Big\langle\begin{matrix} -1 \\ 2 \end{matrix}$ $V_{GS} = 2V > V_{TH}$ $I_D = 1mA$ $V_S = 1V$

$V_{DS} = V_D - V_S = V_A - I_D R_D - V_S = 2V > V_{GS} - V_{TH} = 1V$ SATURAZIONE

$V_{OUT} = -V_C = -\frac{Q}{C} = -\frac{\int I_D d\tau}{C} = -\frac{I_D}{C}\tau = -1 \frac{V}{mS}$ $\tau = \infty$