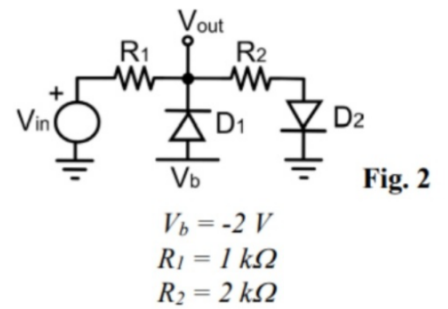


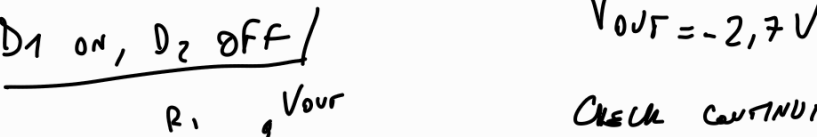
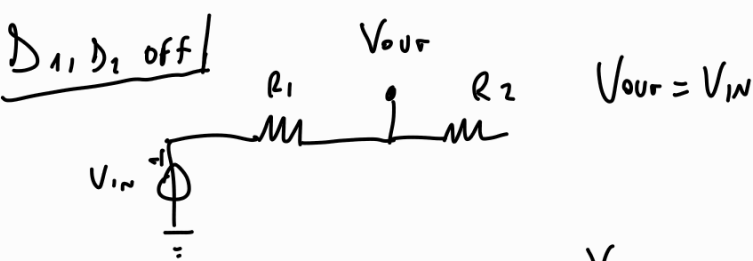
Si consideri il circuito contenente due diodi, mostrato nella Fig. 2. I diodi siano caratterizzati da una tensione di accensione pari a  $0.7V$ .  $V_{BIAS}$  sia un generatore di tensione DC che eroga una tensione pari a  $-2V$ .

- a) Tracciare la caratteristica di trasferimento statica  $V_{out}$  vs.  $V_{in}$ , indicando chiaramente i punti di scatto e le pendenze dei tratti e giustificando la risposta, se  $V_{in}$  varia nell'intervallo  $[-5V, +5V]$ .
- b) Tracciare nuovamente la caratteristica di trasferimento statica  $V_{out}$  vs.  $V_{in}$ , indicando chiaramente i punti di scatto e le pendenze dei tratti e giustificando la risposta, se  $V_{in}$  varia nell'intervallo  $[-5V, +5V]$  e il diodo  $D_2$  e' sostituito con un diodo Zener da  $3.3V$ .

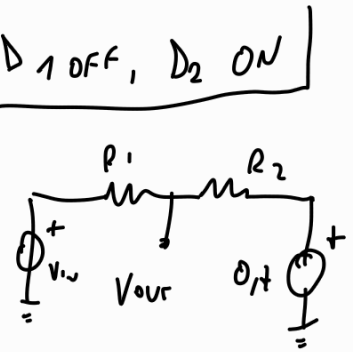
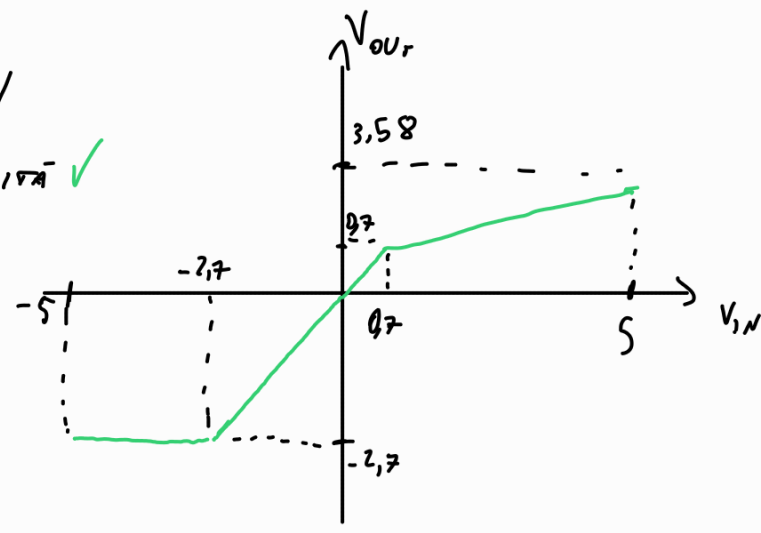


a)  $D_1$  ON:  $V_{OUT} \leq V_B - 0,7V = -2,7V$   
 $D_2$  ON:  $V_{OUT} \geq 0,7V$

$D_1$	$D_2$
OFF	ON
	0,7
OFF	OFF
	-2,7
ON	OFF



CHECK CONTINUITÀ ✓



$$V_{OUT} = V_{IN} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} + 0,7 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 0,67 V_{IN} + 0,23 V$$

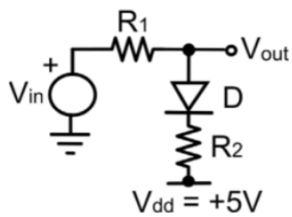
CHECK CONTINUITÀ:  $V_{OUT}(V_{IN} = 0,7V) = 0,7V$  ✓

$V_{OUT}(V_{IN} = 5) = 3,58V$

b)  $D_1$  ON:  $V_{OUT} \leq V_B - 0,7V = -2,7V$   
 $D_2$  ON:  $V_{OUT} \geq 0,7V$   
 $D_2$  BD:  $V_{OUT} \leq -3,3V$

QUALORA NDO LA CARATTERISTICA STATICA,  
 SI VEDÈ CHE  $V_{OUT}$  NON RAGGIUNGE MAI  $-3,3V$

Si consideri il circuito contenente un diodo, mostrato nella Fig. 2. Il diodo sia caratterizzato da una tensione di accensione pari a  $0.7V$  e da una tensione di breakdown  $|V_{BD}| = 10V$ .

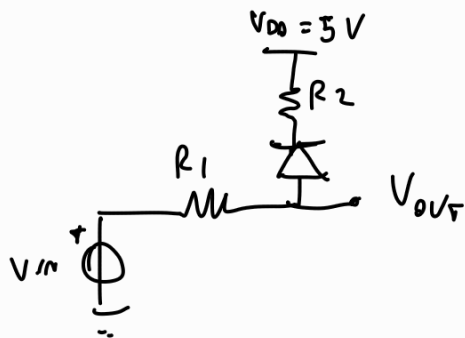


$V_{dd} = +5V$   
 $R_1 = 1k\Omega$   
 $R_2 = 4k\Omega$

Fig. 2

- Tracciare la caratteristica di trasferimento statica  $V_{out}$  vs.  $V_{in}$  nelle ipotesi che la tensione  $V_{in}$  vari tra  $-15V$  e  $+15V$ .
- Disegnare, quotandone tutti i punti significativi, l'andamento della tensione di uscita in risposta ad un gradino di tensione positiva di ampiezza  $15V$ , nelle ipotesi che in parallelo alla resistenza  $R_2$  venga collegata una capacita'  $C_2$  di valore  $C_2 = 440pF$ .

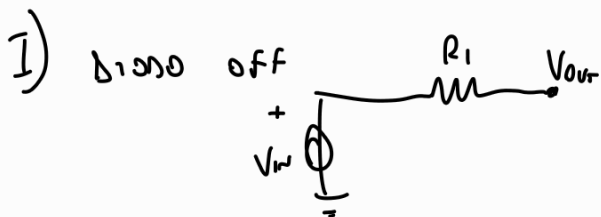
2)



$D_{ON} : V_{OUT} \geq 5,7V$

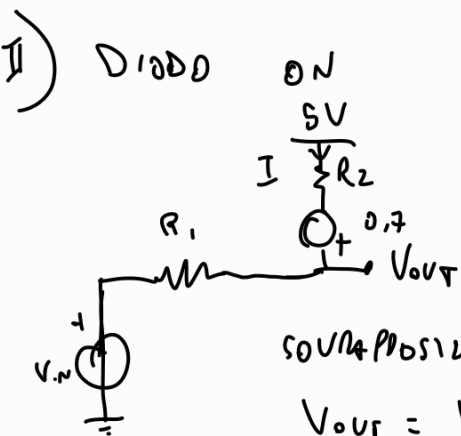
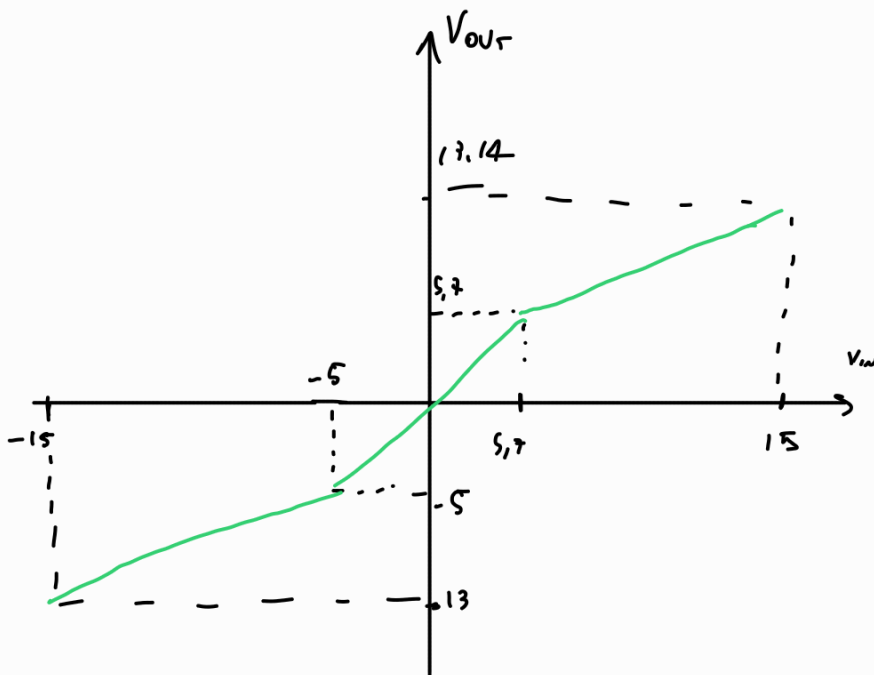
$D_{BD} : V_{OUT} \leq -5V$

$D_{OFF} : -5V < V_{OUT} < 5,7V$



$I_{R1} = 0 \rightarrow V_{out} = V_{in}$

SI PUO' TRACCIARE LA CARATTERISTICA PER LA ZONA DIODO OFF



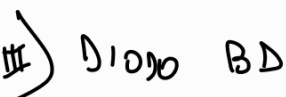
SUONA POSIZIONE OFF R1

$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} + (5 + 0,7) \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 0,8 V_{in} + 1,14 V$$

CHECK CONTINUITA'

$V_{out}(V_{in} = 5,7V) = 5,7V$  ✓

$V_{out}(V_{in} = 15V) = 13,14V$

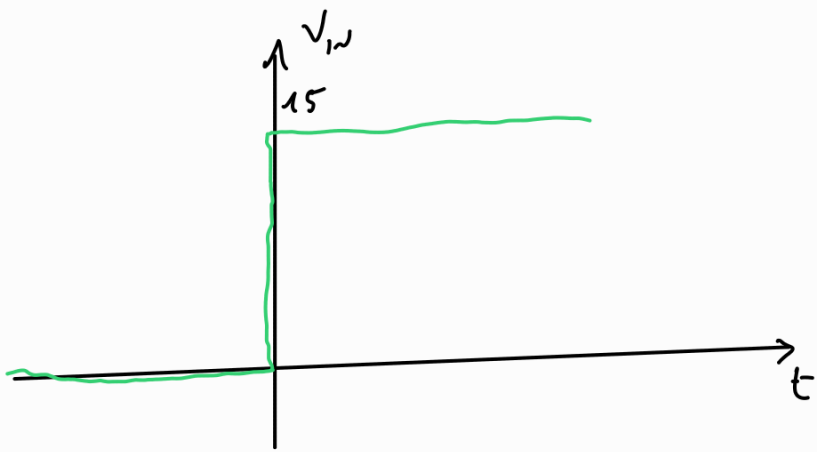
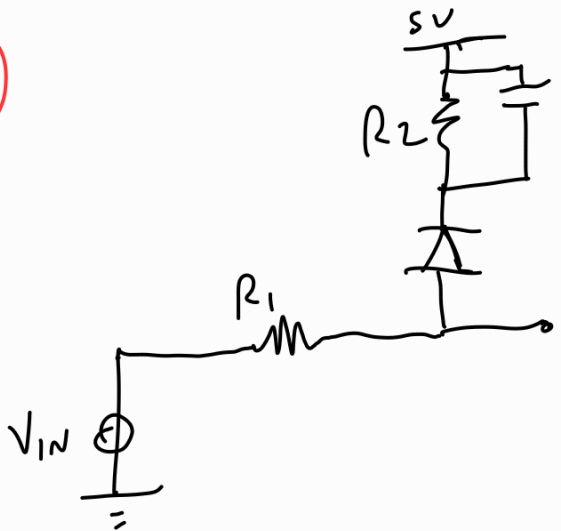


$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} + (5 - 10) \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 0,8 V_{in} - 1 V$$

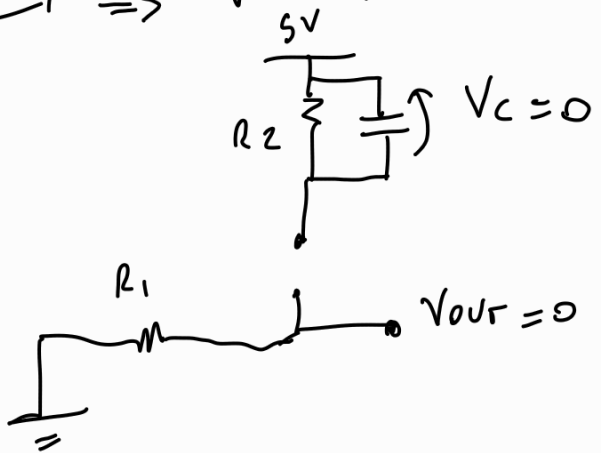
$V_{out}(V_{in} = -5V) = -5V$  ✓

$V_{out}(V_{in} = -15V) = -13V$

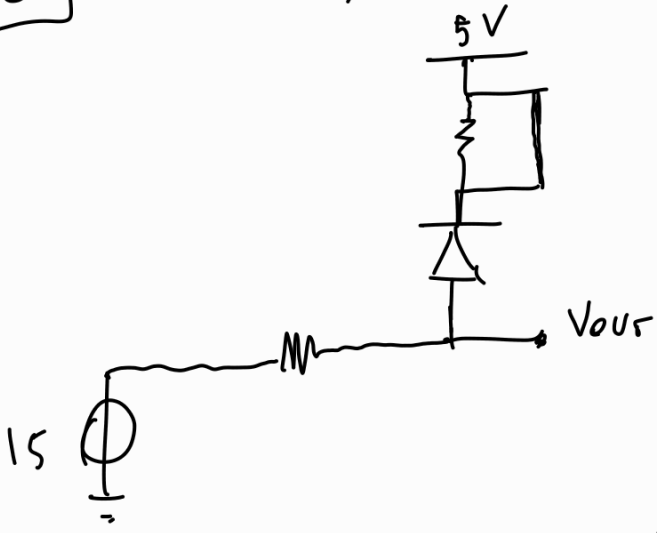
b)



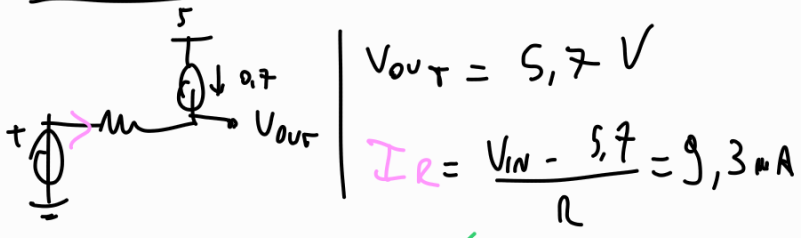
$t = 0^-$  | C.C.A., STESSO CIRCUITO DI PRIMA  
 $\Rightarrow V_{IN} = 0 \rightarrow D \text{ OFF}$



$t = 0^+$  |  $V_{IN} = 15V$ ,  $V_C = 0$  (CONTINUITA' TENSIONE S  $V_C$ )

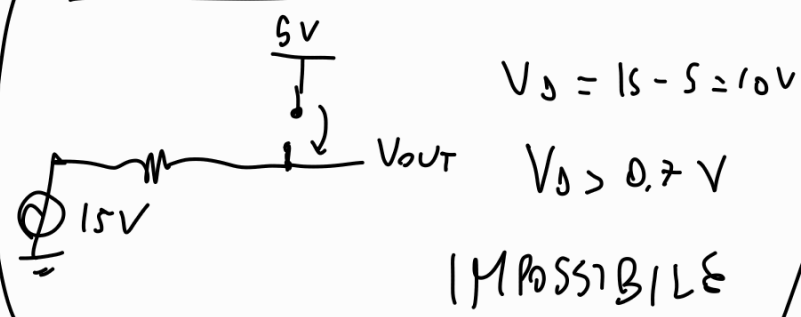


IPOTESI DIODO ON



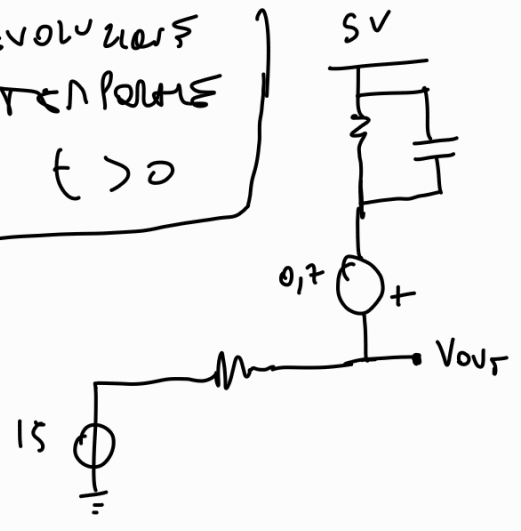
OK DIODO ON ✓

IPOTESI DIODO OFF

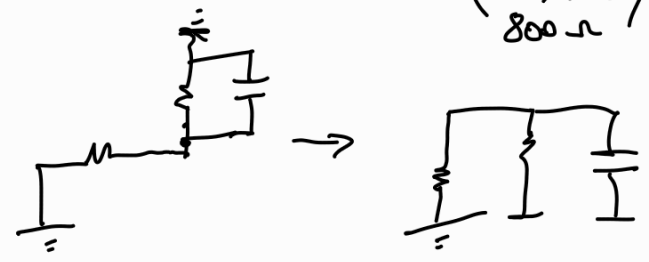


IMPOSSIBILE

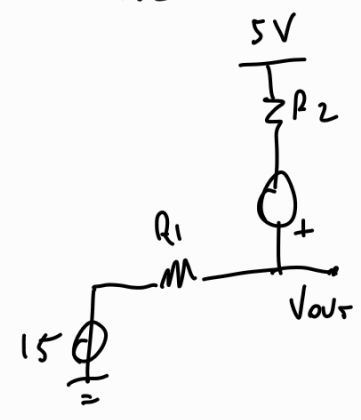
EVOLUZIONE  
TENSIONE  
 $t > 0$



• Calcolo  $\tau = C (R_1 // R_2) = 352 \text{ ms}$



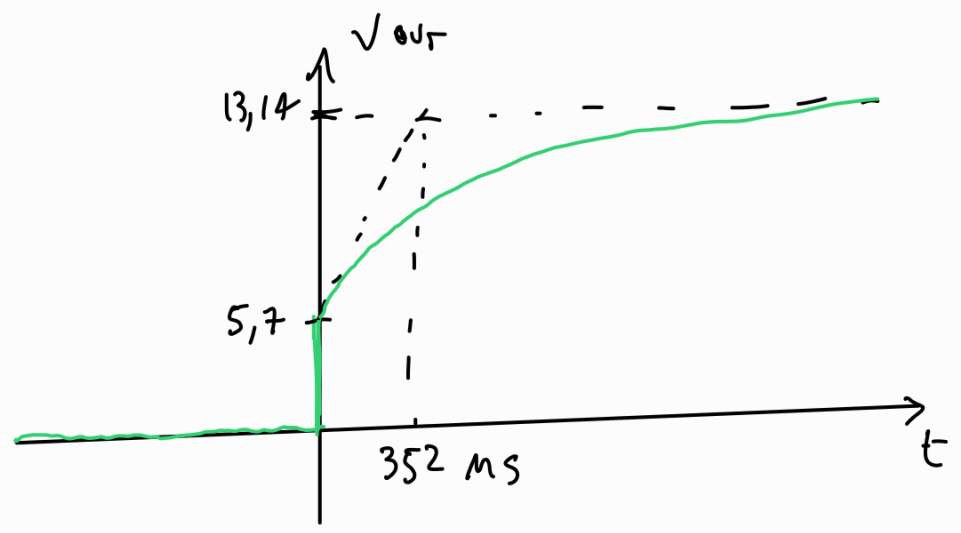
• Calcolo  $V_{out}(t = \infty)$



$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} + (5 + 0,7) \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

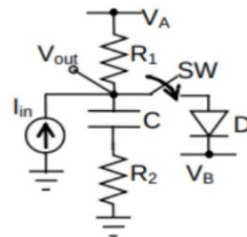
$$= 13,14 \text{ V}$$

Diodo SEMPRE ACCESO



Si consideri il circuito mostrato nella Fig. 1a, in cui  $I_{in}$  e' un generatore di corrente di segnale. Il diodo  $D$  sia caratterizzato da una tensione di accensione di  $0.7V$  e da una tensione di *breakdown*  $V_{BD} = -15V$ . L'interruttore  $SW$  e' ideale, pertanto assimilabile ad un resistore di valore infinito se aperto e ad un cortocircuito se chiuso.

- a) Tracciare il diagramma temporale della tensione di uscita  $V_{out}$  quotandone tutti i punti significativi, se in ingresso e' applicato il segnale *non periodico* di corrente mostrato in Fig. 1b, nelle ipotesi che l'interruttore  $SW$  sia aperto.
- b) Tracciare il diagramma temporale della tensione di uscita  $V_{out}$ , quotandone tutti i punti significativi, se in ingresso e' applicato il segnale *non periodico* di corrente mostrato in Fig. 1b, nelle ipotesi che l'interruttore  $SW$  sia chiuso.



$V_A = 6V$   
 $V_B = +8V$   
 $C = 10nF$   
 $R_1 = 10k\Omega$   
 $R_2 = 5k\Omega$

Fig. 1a

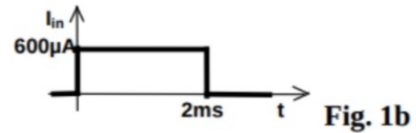
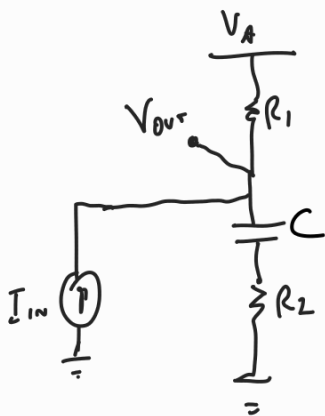
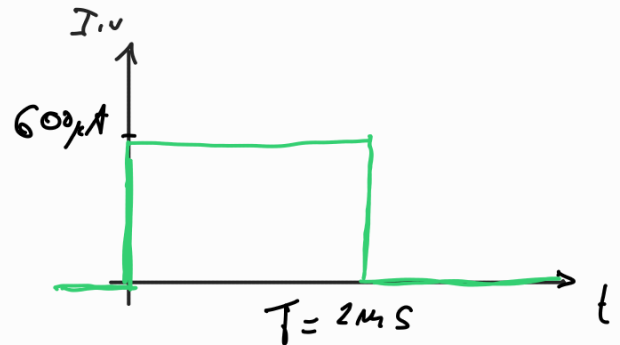


Fig. 1b



$\tau = C \cdot (R_1 + R_2) = 150 \mu s$



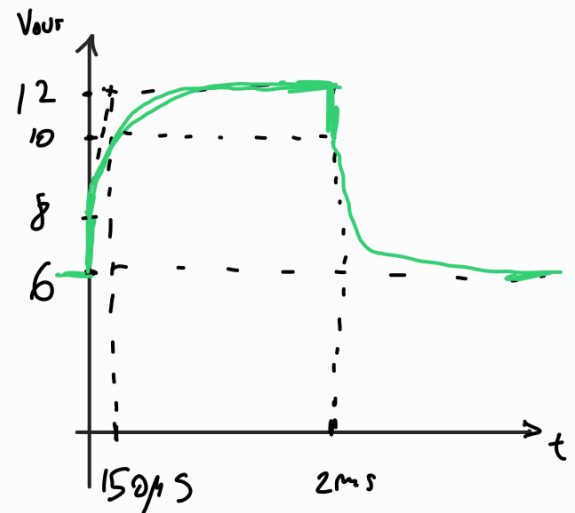
$V_{out}(t=0^-) = V_A = 6V$

$V_{out}(t=2ms^-)$

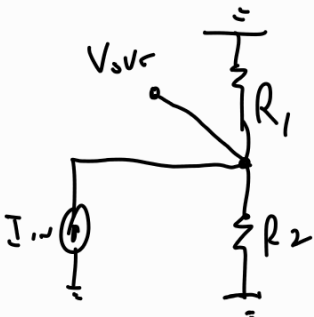
$\tau \ll 2ms \rightarrow$  CIRCUITO A REGIME

CONDENSATORE E' UN CIRCUITO APERTO

$V_{out}(t=2ms^-) = V_A + I_{in} \cdot R_1 = 12V$



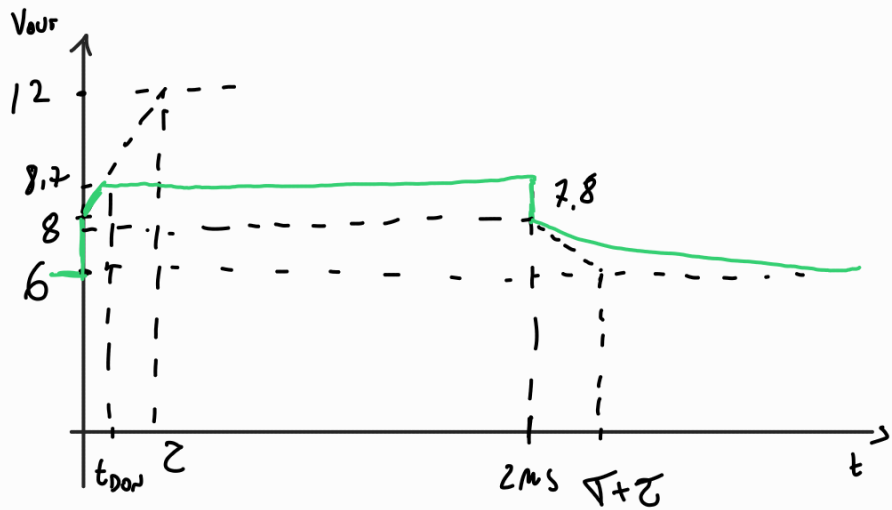
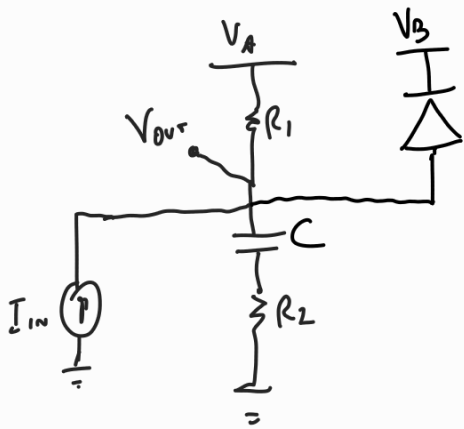
• COMPORTAMENTO MISTO SUL FRONTE DI  $I_{in} \rightarrow C$  E' CIRCUITO APERTO



$G_{FRONTE} = \frac{V_{out}}{\Delta I_{in}} = R_1 // R_2 = 3,33k\Omega$

$\Delta V_{out} = G_{FRONTE} \cdot \Delta I_{in} = 2V$

b)



DIODO ON :  $V_{out} \geq V_B + 0,7 = 8,7V$

DIODO BD :  $V_{out} \leq V_B - |V_{BD}| = -7V$

$t = 0$  |  $V_{out} < 8,7V \rightarrow$  DIODO OFF  $\rightarrow$  CIRCUITO COME PRIMA

$V_{out}$  TENDERE A SOURIRE DLTRE 8,7  $\rightarrow$  DIODO SI ACCENDE

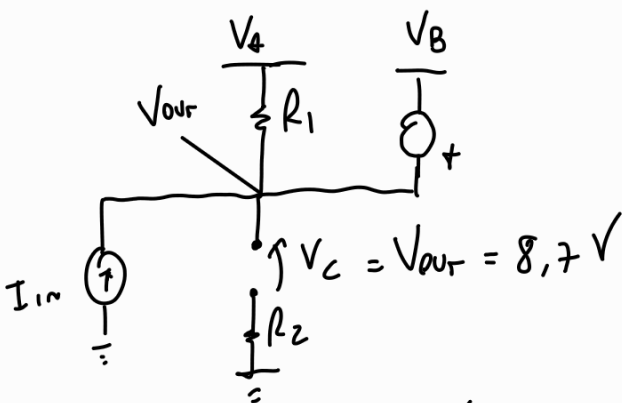
CALCOLO  $t_{don}$  : ISTANZE IN CUI SI ACCENDE IL DIODO

PER  $t \leq t_{don} \rightarrow V_{out}(t) = 8 + (12 - 8)(1 - e^{-t/\tau}) = 8,7V$

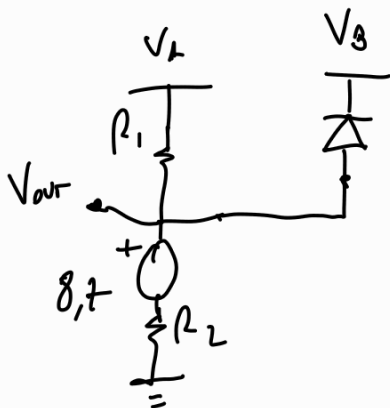
$$t_{don} = -\tau \ln\left(1 - \frac{0,7}{4}\right) = 28,9 \mu s$$

$t_{don} < t < T$  |  $V_{out} = 8,7V$  FISSATA DAL DIODO

C'E' UN FRONTE IN ARRIVO  $\rightarrow V_C = ?$

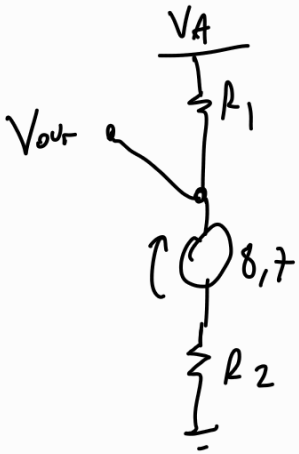


$t = T^+$



DIODO? ON OFF BD ?

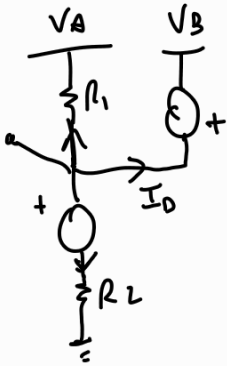
1 PORTS1 DIODO OFF



$$V_{out} = V_A \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} + V_C \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 7,8 \text{ V}$$

OK DIODO  
OFF ✓

1 PORTS1 DIODO ON



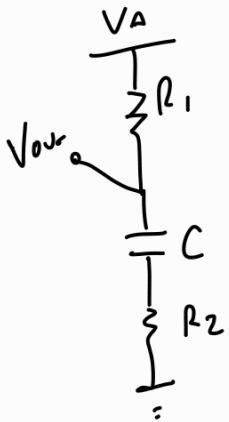
$$V_{out} = 8,7 \text{ V}$$

$$I_{R1} = \frac{V_{out} - V_A}{R_1} = 270 \mu\text{A}$$

$$I_{R2} = \frac{V_{out} - V_C}{R_2} = 0$$

$$I_D = -270 \mu\text{A}$$

IMPOSSIBLE ✗



$$\tau = C \cdot (R_1 + R_2) = 150 \mu\text{s}$$

$$V_{out}(t \rightarrow \infty) = 6 \text{ V}$$

$t > \tau \rightarrow 6 \text{ V} < V_{out} < 8,7 \text{ V} \rightarrow$  DIODO SEMPRE OFF