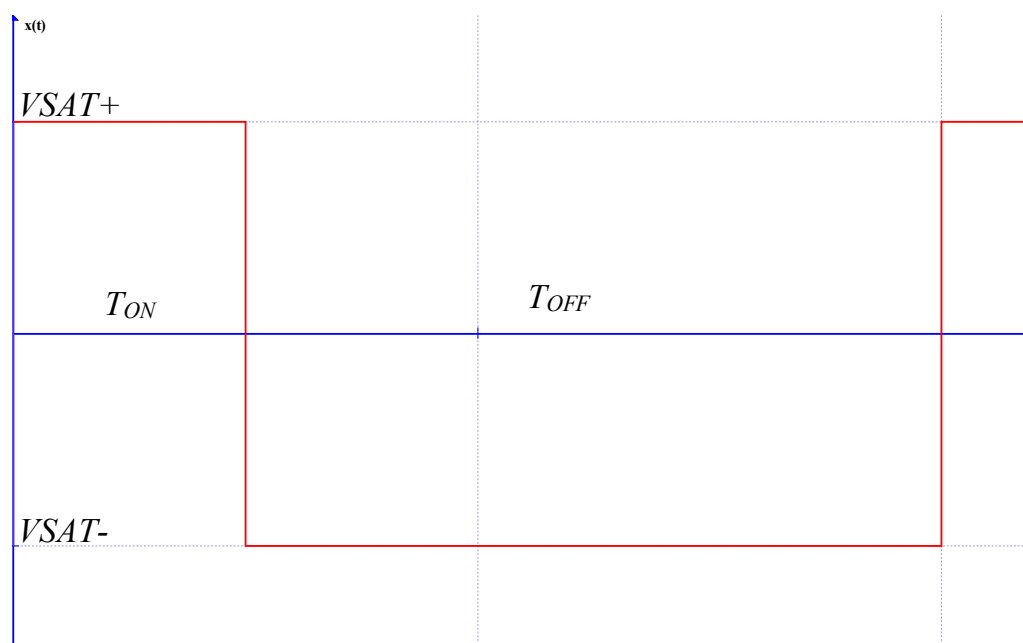
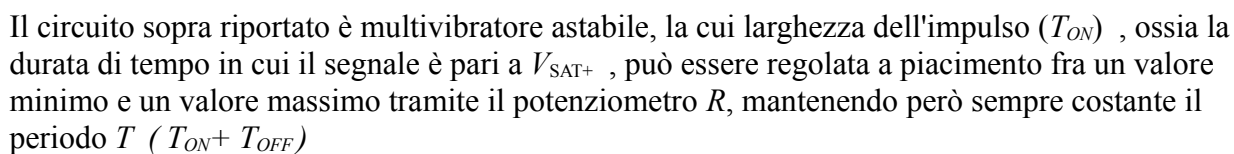


(telpar.altervista.org)



Il rapporto fra la larghezza dell'impulso e il periodo è il *duty cycle*, che si esprime in percentuale:

$$DC_{\%} = \left(\frac{T_{ON}}{T} \right) \cdot 100$$

La resistenza R_3 in serie al cursore di R assicura una resistenza minima nel ramo di reazione negativa, allorquando il potenziometro è al minimo o al massimo, evitando così che l'uscita si porti in saturazione.

Nel caso $V_{SAT+} = -V_{SAT-}$, supponendo i diodi e l'op.amp. ideali, e tenendo conto che R_3 prende sempre parte sia alla carica che alla scarica del condensatore, si ricava facilmente il periodo T del segnale rettangolare:

$$T = (R + 2 \cdot R_3) \cdot C \cdot \ln \left(\frac{1 + \beta}{1 - \beta} \right)$$

con:

$$\beta = \frac{R1}{(R1 + R2)}$$

Nell'esempio, essendo $R1 = R2$ segue $\beta = 0,5$ e quindi $\ln \left(\frac{1 + \beta}{1 - \beta} \right) = \ln(3) = 1,0986$;
per cui il calcolo del periodo può essere semplificato come:

$$T \simeq 1,1 \cdot (R + 2 \cdot R_3) \cdot C$$

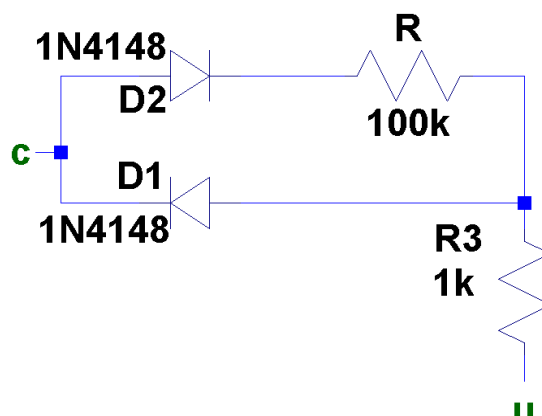
Essendo nell'esempio: $R = 100 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$, $C = 22 \text{ nF}$
sostituendo, segue: $T = 2,47 \text{ ms}$ ($f = 405 \text{ Hz}$)

SIMULAZIONE

La simulazione è stata condotta in corrispondenza di tre principali posizioni del cursore: 0 (posizione minima), 0.5 (posizione intermedia) e 1 (posizione massima).

Posizione minima (wiper=0) => Duty cycle minimo

In questa posizione, il cursore si trova collegato all'anodo di D1 e tutta la resistenza del potenziometro si trova in serie al diodo D2:



Dunque si ha: $T_{ON} \approx 1,1 \cdot R_3 \cdot C$ e $T_{OFF} \approx 1,1 \cdot (R + R_3) \cdot C$ ossia, sostituendo i valori,

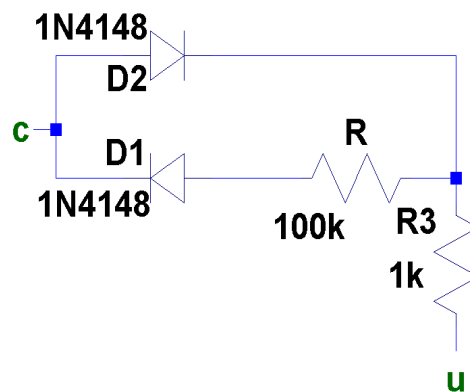
vengono calcolati: $T_{ON} = 24 \mu s$ e $T_{OFF} = 2,44 ms$

Vengono, invece, misurati: $T_{ON} = 30 \mu s$ e $T_{OFF} = 2,58 ms$

Inoltre, si misura un periodo $T = 2,6 ms$ contro i $2,47 ms$ calcolati all'inizio.

Posizione massima (wiper=1) => Duty cycle massimo

In questa posizione, il cursore si trova collegato al catodo di D2 e tutta la resistenza del potenziometro si trova in serie al diodo D1:



Dunque si ha: $T_{ON} \approx 1,1 \cdot (R + R_3) \cdot C$ e $T_{OFF} \approx 1,1 \cdot (R_3) \cdot C$ ossia, sostituendo i valori,

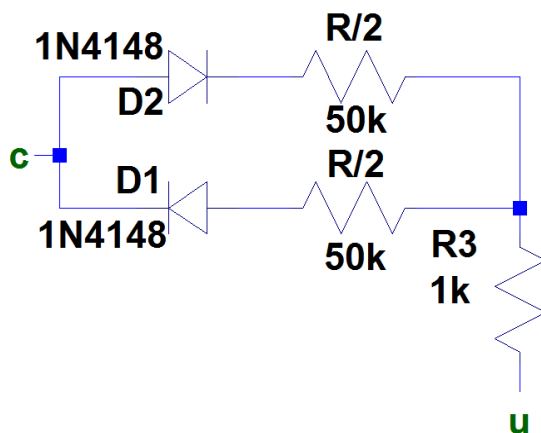
vengono calcolati: $T_{ON} = 2,44 ms$ e $T_{OFF} = 30 \mu s$

Vengono, invece, misurati: $T_{ON} = 2,58 ms$ e $T_{OFF} = 31 \mu s$

Inoltre, si misura un periodo $T = 2,6 ms$ contro i $2,47 ms$ calcolati all'inizio.

Posizione intermedia (wiper=0.5) => Duty cycle 50%

In questa posizione, metà della resistenza del potenziometro è collegata a D1 e l'altra metà a D2. La resistenza R_3 risulta essere sempre collegata in serie al cursore:



Si ha: $T_{ON} \approx 1,1 \cdot (R/2 + R_3) \cdot C$ e $T_{OFF} \approx 1,1 \cdot (R/2 + R_3) \cdot C$ ossia, sostituendo i valori,

vengono calcolati: $T_{ON} = T_{OFF} = 1,21 \text{ ms}$

Vengono, invece, misurati: $T_{ON} = T_{OFF} = 1,285 \text{ ms}$

Inoltre, si misura un periodo $T = 2,57 \text{ ms}$ contro i $2,47 \text{ ms}$ calcolati all'inizio.

I dati così misurati possono essere riepilogati in una tabella:

<i>pos. cursore</i>	T_{ON}	T_{OFF}	T	$DC\%$
0	30 μ s	2,58ms	2,6ms	1,20%
0,5	1,285ms	1,285ms	2,57ms	50,00%
1	2,58ms	30 μ s	2,6ms	99,20%

CONCLUSIONI

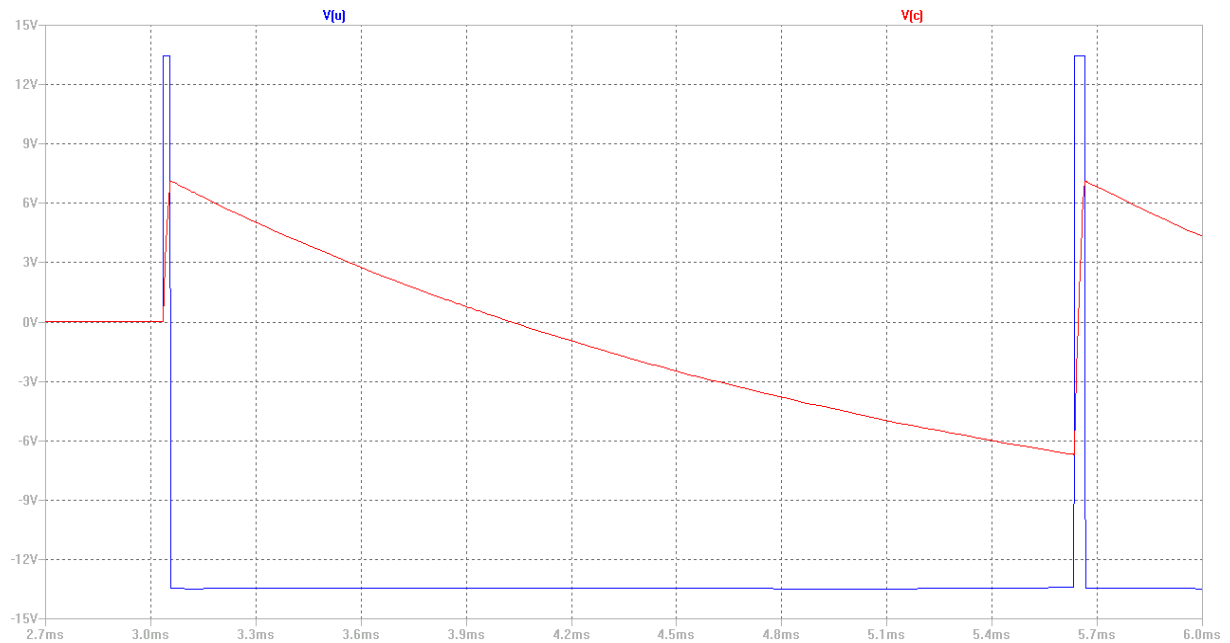
Come si può notare dai risultati, il periodo rimane sostanzialmente invariato lungo tutta l'escursione del potenziometro. In tutte e tre i casi, la differenza fra valori calcolati e valori misurati è fondamentalmente da imputare alle cadute di tensioni sui due diodi, che non vengono considerate nei calcoli avendo assunto i diodi stessi ideali.

N.B. Nella realizzazione pratica di laboratorio, si consiglia di usare una R_3 più grande (1,5 k Ω o 1,8 k Ω) in quanto le tolleranze potrebbero comportare un valore molto inferiore a 1 k Ω e quindi un valore insufficiente per evitare la saturazione dell'uscita.

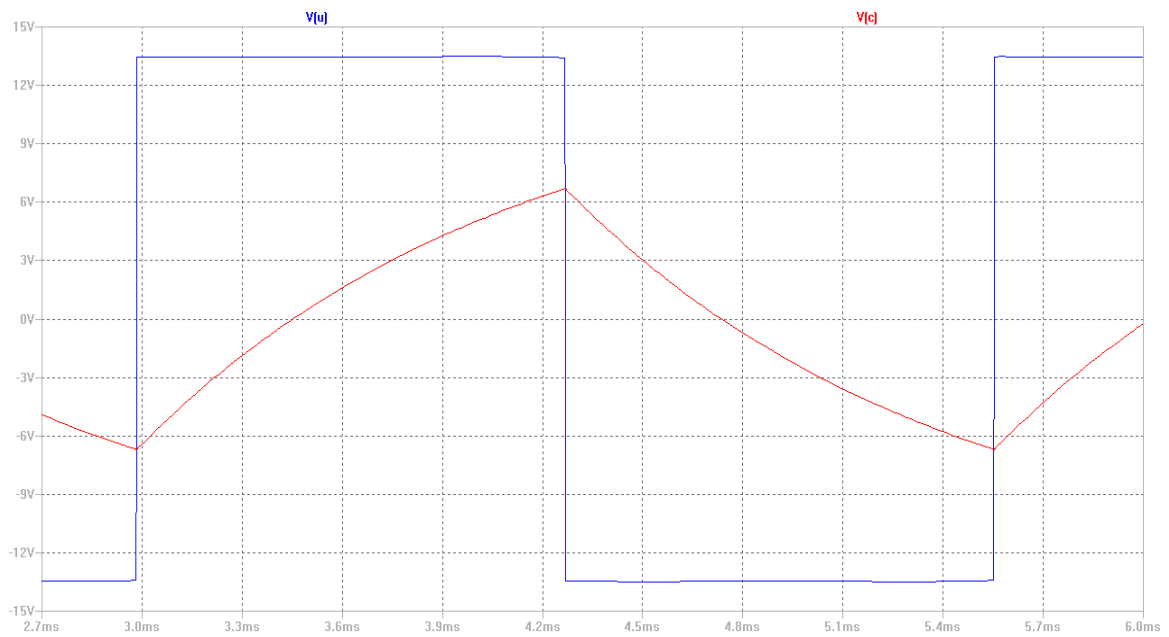
VISUALIZZAZIONE DELLE TRACCE

Si sono visualizzate due tracce: $V(c)$ associata alla tensione sulla capacità e $V(u)$ associata al segnale d'uscita. Il risultato della simulazione nel tempo è riportato di seguito:

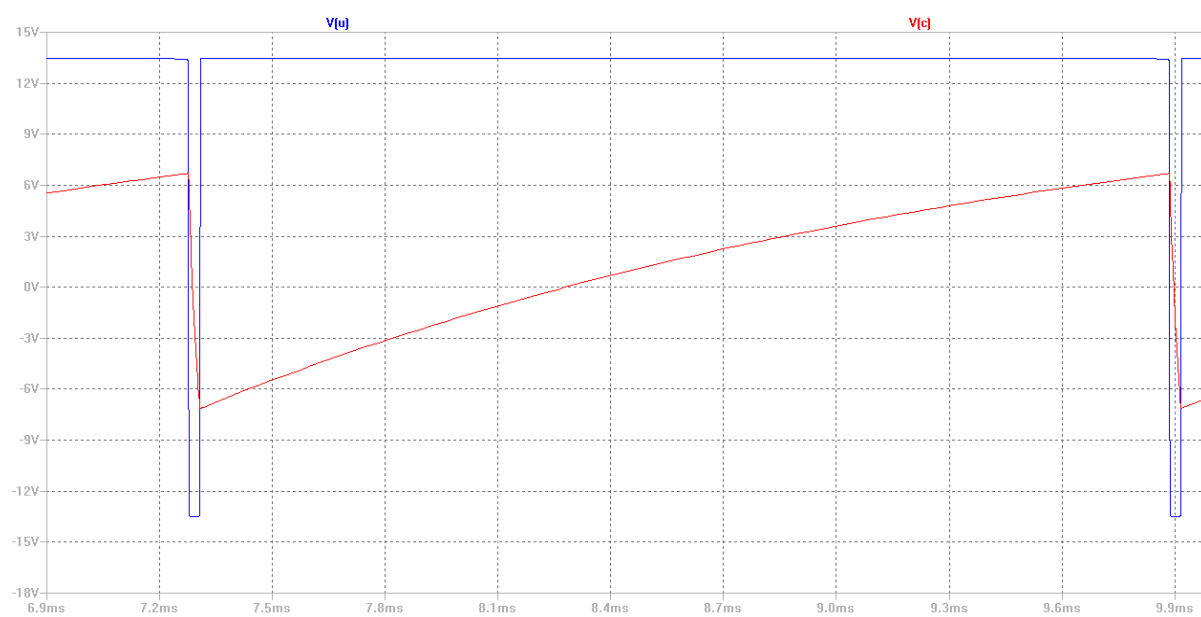
wiper=0
DC $\approx 1\%$



wiper=0.5
DC $\approx 50\%$



wiper=1
DC $\approx 99\%$



UR 16-GIU-12