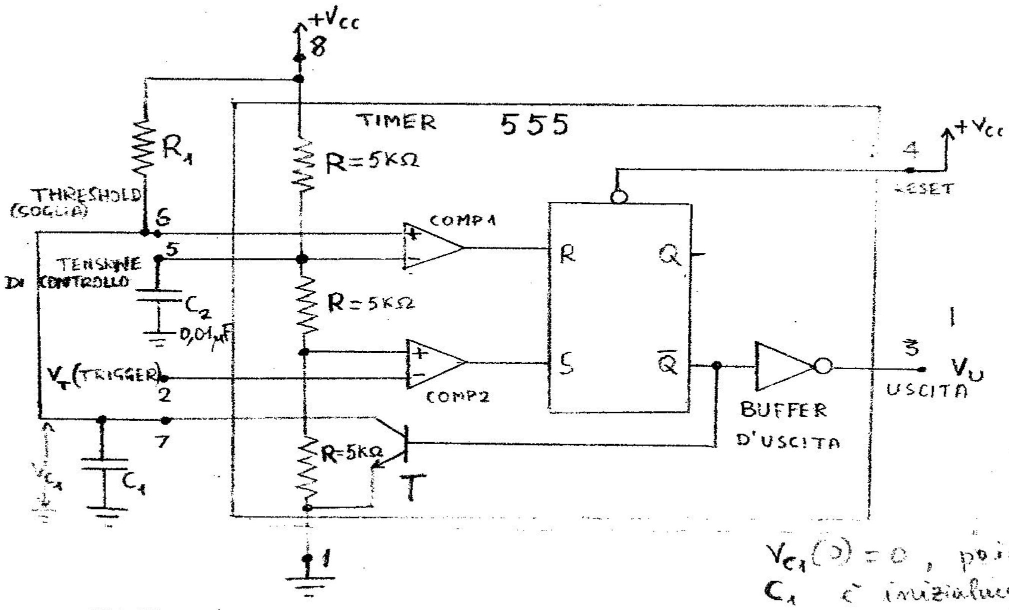
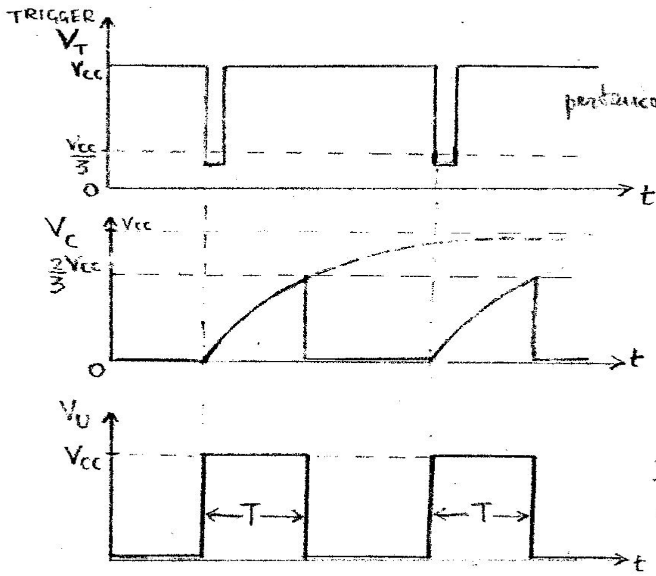
MULTIVIBRATORE MONOSTABILE REALIZZATO CON IL TIMER 555





$V_{C_1}(0) = 0$, poiché C_1 è inizialmente scarico. Nel comparatore 1 $V_+ = V_{C_1}(0) = 0$ e $V_- = \frac{2}{3}V_{cc}$; pertanto l'ingresso R del flip-flop si porta al livello basso. Nel comparatore 2 $V_+ = \frac{1}{3}V_{cc}$ e $V_-(0) = V_T(0) = V_{cc}$; pertanto anche l'ingresso S del flip-flop si porta al livello basso. Essendo inizialmente $Q=0$ e $\overline{Q}=1$, l'uscita 3 rimane al livello basso ($V_U = 0$).

Dopo l'applicazione di un impulso di trigger che porti l'ingresso invertente del comparatore 2 ad una tensione minore di $\frac{V_{cc}}{3}$, S si porta al livello alto, il flip-flop viene settato ($Q=1, \overline{Q}=0$) e l'uscita (3) si porta al livello alto ($V_U = V_{cc}$). Essendo $\overline{Q}=0$, il transistor T, inizialmente saturo, viene interdetto ed il condensatore C_1 inizia a caricarsi attraverso il resistore R_1:

$$V_{C_1}(t) = V_{cc}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}}\right) \quad , \text{ con } \tau_1 = R_1 C_1 .$$

Quando V_T ritorna al livello alto (NB: la durata dell'impulso di trigger deve essere molto minore di T), l'ingresso S del flip-flop ritorna al livello basso; pertanto, essendo R=0 ed S=0, il flip-flop rimane settato.

Non appena la tensione V_{C_1} supera il valore $\frac{2}{3}V_{cc}$, l'uscita del comparatore 1 si porta al livello alto; pertanto, essendo R=1, S=0, il flip-flop viene resettato ($Q=0, \overline{Q}=1$), e l'uscita (3) si porta al livello basso. La durata T dell'impulso d'uscita si ottiene imponendo che V_{C_1} sia uguale a $\frac{2}{3}V_{cc}$ per $t = T$:

$$\frac{2}{3}V_{cc} = V_{cc}\left(1 - e^{-\frac{T}{\tau_1}}\right)$$

$$\frac{2}{3}V_{cc} = V_{cc} - V_{cc}\, e^{-\frac{T}{\tau_1}}$$

$$V_{cc}\, e^{-\frac{T}{\tau_1}} = V_{cc} - \frac{2}{3}V_{cc}$$

$$\cancel{V_{cc}}\, e^{-\frac{T}{\tau_1}} = \frac{1}{3}\cancel{V_{cc}}$$

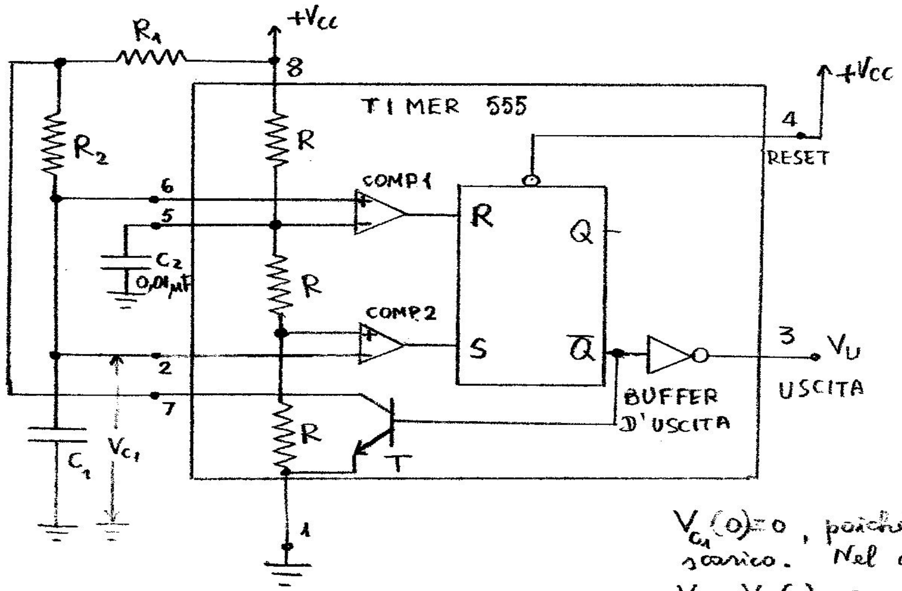
$$e^{-\frac{T}{\tau_1}} = \frac{1}{3} \quad , \quad e^{\frac{T}{\tau_1}} = 3$$

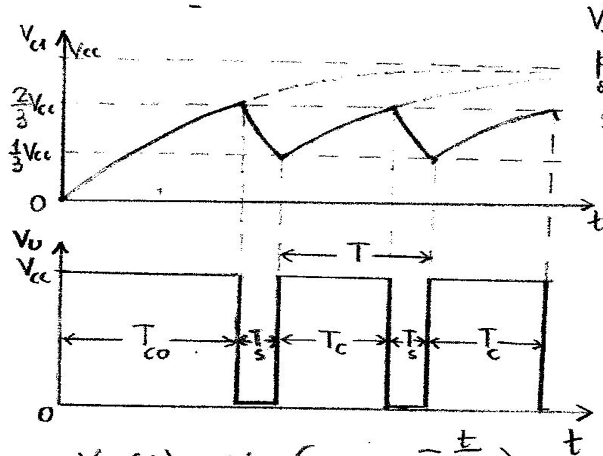
$$\frac{T}{\tau_1} = \ln 3 \qquad T = \tau_1 \ln 3 = R_1 C_1 \ln 3 =$$

$$= R_1 C_1 \cdot 1{,}098 \simeq 1{,}1\, R_1 C_1$$

Quando il flip-flop viene resettato, $\overline{Q}=1$; pertanto il transistor T diventa saturo ed il condensatore C_1 si scarica.

MULTIVIBRATORE ASTABILE REALIZZATO CON IL TIMER 555





$V_{C_1}(0)=0$, poiché C_1 è inizialmente scarico. Nel comparatore 1 $V_+ = V_{C_1}(0) = 0$ e $V_- = \frac{2}{3}V_{cc}$; pertanto l'ingresso R si porta al livello basso. Nel comparatore 2 $V_+ = \frac{1}{3}V_{cc}$ e $V_-(0) = V_{C_1}(0) = 0$, pertanto l'ingresso S si porta al livello alto ed il flip-flop viene settato ($Q=1$, $\bar{Q}=0$). L'uscita (3) si porta al livello alto ($V_U = V_{cc}$). Essendo $\bar{Q}=0$, il transistor T è interdetto, ed il condensatore C_1 si carica verso Vcc attraverso i resistori R_1 ed R_2 in serie.

$$V_{C_1}(t) = V_{cc}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_c}}\right)$$, con $\tau_c = (R_1 + R_2)C_1$

Quando V_{C1} supera il valore $\frac{1}{3}V_{cc}$, l'ingresso S si porta al livello basso; pertanto $S=0$ ed $R=0$ ed il flip-flop rimane settato ($Q=1$, $\bar{Q}=0$). Non appena V_{C1} supera il valore $\frac{2}{3}V_{cc}$, l'ingresso R si porta al livello alto ed il flip-flop viene resettato ($Q=0$, $\bar{Q}=1$). Essendo $\bar{Q}=1$, il transistor T diviene saturo ($V_{CESAT} \simeq 0{,}1\,V$), ed il condensatore C_1 inizia a scaricarsi attraverso il resistore R_2 ed il transistor T. Non appena V_{C1} diventa minore di $\frac{2}{3}V_{CC}$, essendo nel comp. 1 $V_+ = V_{C1}$ minore di $V_- = \frac{2}{3}V_{CC}$, l'ingresso R ritorna al livello basso; pertanto durante la fase di scarica (T_S), $R=0$, $S=0$ ed il flip-flop rimane resettato ($Q=0$ $\bar{Q}=1$) ($V_U = 0$). Non appena V_{C1} diventa inferiore ad $\frac{1}{3}V_{CC}$, essendo nel comp. 2 $V_- = V_{C1}$ minore di $V_+ = \frac{1}{3}V_{CC}$, S si porta al livello alto; pertanto $R=0$, $S=1$, il flip-flop viene settato ($Q=1$, $\bar{Q}=0$) ($V_U = V_{CC}$) ed il condensatore C_1 ricomincia a caricarsi, con tensione iniziale $\frac{1}{3}V_{CC}$, verso V_{CC} attraverso i resistori R_1 ed R_2 (T è interdetto). Non appena V_{C1} supera il valore $\frac{1}{3}V_{CC}$, essendo nel comp. 2 $V_- > V_+$, S si porta al livello basso. Infine, non appena V_{C1} supera $\frac{2}{3}V_{CC}$, essendo nel comp 1. $V_+ > V_-$, R si porta al livello alto; pertanto $R=1$, $S=0$, $Q=0$, $\bar{Q}=1$, $V_U=0$

Calcolo di T_S (durata della fase di scarica di C_1 attraverso R_2.

tensione iniziale: $\frac{2}{3}V_{CC}$ per $t=0$	tensione finale: $\frac{1}{3}V_{CC}$ per $t=T_S$

$$V_{C1}(t) = \frac{2}{3}V_{CC}\, e^{-\frac{t}{\tau_S}} \quad , \text{ con } \tau_S = R_2 C_1$$

Imponendo che per $t=T_S$ sia $V_{C1} = \frac{1}{3}V_{CC}$, si ha:

$$\frac{1}{3}\cancel{V_{CC}} = \frac{2}{\cancel{3}}\cancel{V_{CC}}\, e^{-\frac{T_S}{\tau_S}}$$

$$1 = 2\,e^{-\frac{T_S}{\tau_S}}$$

$$e^{-\frac{T_S}{\tau_S}} = \frac{1}{2} \quad , \quad e^{\frac{T_S}{\tau_S}} = 2 \quad , \quad \frac{T_S}{\tau_S} = \ln 2$$

$$T_S = \tau_S \ln 2 = R_2 C_1 \ln 2 = 0{,}693 R_2 C_1 .$$

Calcolo di T_C (durata della fase di carica di C_1 attraverso $(R_1 + R_2)$, verso V_{CC})

tensione iniziale: $\frac{1}{3}V_{CC}$ per $t=0$	tensione finale: $\frac{2}{3}V_{CC}$ per $t=T_C$

$$V_{C_1}(t) = \frac{1}{3} V_{cc}\, e^{-\frac{t}{\tau_c}} + V_{cc}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_c}}\right), \quad \text{con } \tau_c = (R_1+R_2)C_1$$

Imponendo che per $t = T_c$ sia $V_{C_1} = \frac{2}{3}V_{cc}$, si ha:

$$\frac{2}{3}\cancel{V_{cc}} = \frac{1}{3}\cancel{V_{cc}}\, e^{-\frac{T_c}{\tau_c}} + \cancel{V_{cc}} - \cancel{V_{cc}}\, e^{-\frac{T_c}{\tau_c}}$$

$$\frac{2}{3} = \frac{1}{3} e^{-\frac{T_c}{\tau_c}} + 1 - e^{-\frac{T_c}{\tau_c}}$$

$$\frac{2}{3} = 1 + \left(\frac{1}{3} - 1\right) e^{-\frac{T_c}{\tau_c}}$$

$$\frac{2}{3} = 1 - \frac{2}{3} e^{-\frac{T_c}{\tau_c}}$$

$$\frac{2}{3} e^{-\frac{T_c}{\tau_c}} = 1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3}$$

$$2 e^{-\frac{T_c}{\tau_c}} = 1, \quad e^{-\frac{T_c}{\tau_c}} = \frac{1}{2}, \quad e^{\frac{T_c}{\tau_c}} = 2$$

$$T_c = \tau_c \ln 2 = 0{,}693\, \tau_c = 0{,}693\,(R_1+R_2)C_1$$

$$T_0 = T_c + T_s = 0{,}693\,(R_1+R_2)C_1 + 0{,}693\, R_2 C_1 = 0{,}693\,(R_1 + 2R_2)C_1$$

$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{T_c+T_s} = \frac{1}{0{,}693\,(R_1+2R_2)C_1} = \frac{1{,}443}{(R_1+2R_2)C_1}$$

Calcolo del duty cycle $\delta = \frac{T_s}{T_0} = \frac{T_s}{T_s+T_c}$

(Ciclo d'impiego)

$$\delta = \frac{T_s}{T_0} = \frac{\cancel{0{,}693}\, R_2 \cancel{C_1}}{\cancel{0{,}693}\,(R_1+2R_2)\cancel{C_1}} = \frac{R_2}{R_1+2R_2}$$

$$\delta = \frac{T_c}{T_c+T_s} = \frac{0{,}693\,(R_1+R_2)C}{0{,}693\,(R_1+R_2+R_2)C^2} \quad \frac{R_1+R_2}{R_1+2R_2}$$

se $R_1 = R_2 = R$ $\quad \delta = \frac{2R}{R+2R} = \frac{2}{3} \simeq 0{,}66$

se $R_1 \ll R_2$ $\quad \delta \simeq \frac{R_2}{2R_2} \simeq 50\%$

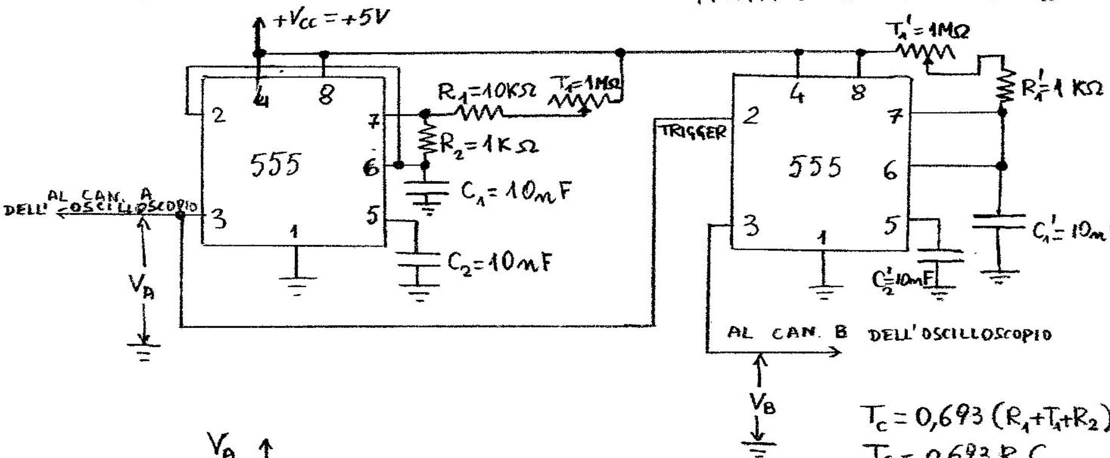
$\delta = \frac{1+100}{1+200} = 0{,}50$

se $R_1 = 1\,k\Omega$ $\quad R_2 = 10\,k\Omega$

$\delta = \frac{1+10}{1+20} = 0{,}52$. e R_1 1k R_2 100k

GENERATORE DI IMPULSI CON FREQUENZA E DUTY CYCLE REGOLABILI, REALIZZATO CON 2 TIMER 555

Multivibratore astabile — Multivibratore monostabile

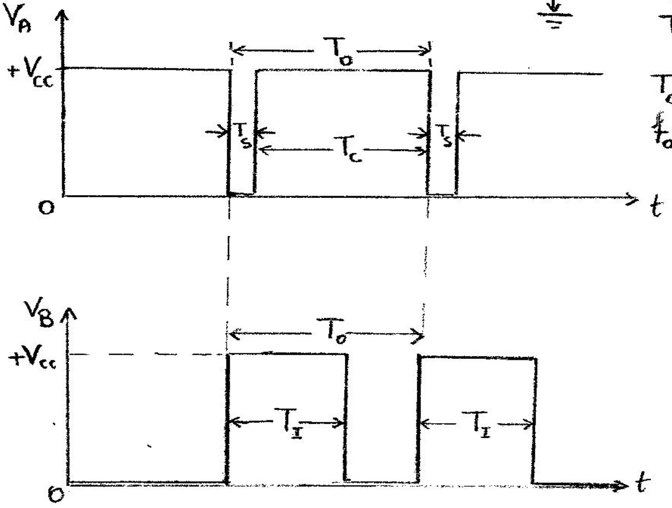


$T_c = 0{,}693\,(R_1+T_1+R_2)C_1$

$T_S = 0{,}693\,R_2 C_1$

$T_0 = 0{,}693\,(R_1+T_1+2R_2)C_1$

$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1{,}443}{(R_1+T_1+2R_2)C_1}$



$T_I = 1{,}1\,(R_1'+T_1')\,C_1'$

$C_1' = C_1$

$\delta_I = \frac{T_I}{T_0} = \frac{1{,}1\,(R_1'+T_1')C_1'}{0{,}693\,(R_1+T_1+2R_2)C_1} = \frac{1{,}587\,(R_1'+T_1')}{R_1+T_1+2R_2}$

Agendo su T_1 si regola la frequenza, agendo su T_1' si regola il duty cycle.

$T_S = 0{,}693\, R_2 C_1 = 0{,}693 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-9} = 0{,}693 \cdot 10^{-5}\, sec = 6{,}93\, \mu sec$

$f_{o_{min}}$ si ottiene per $T_1 = 1 M\Omega$

$$f_{o_{min}} = \frac{1{,}443}{(R_1 + T_1 + 2R_2)C_1} = \frac{1{,}443}{(10^4 + 10^6 + 2 \cdot 10^3) \cdot 10^{-8}} = \frac{1{,}443}{1{,}012 \cdot 10^6 \cdot 10^{-8}} =$$

$$= \frac{1{,}443}{1{,}012 \cdot 10^{-2}} = 1{,}425 \cdot 10^2\, Hz \simeq 142\, Hz$$

$f_{o_{max}}$ si ottiene per $T_1 = 0$

$$f_{o_{max}} = \frac{1{,}443}{(R_1 + 2R_2)C_1} = \frac{1{,}443}{(10^4 + 2 \cdot 10^3) \cdot 10^{-8}} = \frac{1{,}443}{1{,}2 \cdot 10^{-4}} = 1{,}2 \cdot 10^4\, Hz = 12\, KHz$$

$T_{I\, min}$ si ottiene per $T_1' = 0$

$$T_{I\, min} = 1{,}1\, (R_1' C_1') = 1{,}1 \cdot 10^3 \cdot 10^{-8} = 1{,}1 \cdot 10^{-5}\, sec = 11\, \mu sec$$

$$T_{I\, max} = 1{,}1\, (R_1' + T_1')C_1' = 1{,}1 \cdot (10^3 + 10^6) \cdot 10^{-8} = 1{,}1 \cdot 1{,}001 \cdot 10^6 \cdot 10^{-8} =$$

si ottiene per $T_1' = 1 M\Omega$

$$\simeq 1{,}101 \cdot 10^{-2}\, sec = \simeq 11\, msec$$