

Timer 555 configurazione astabile

Home

Modulo 1

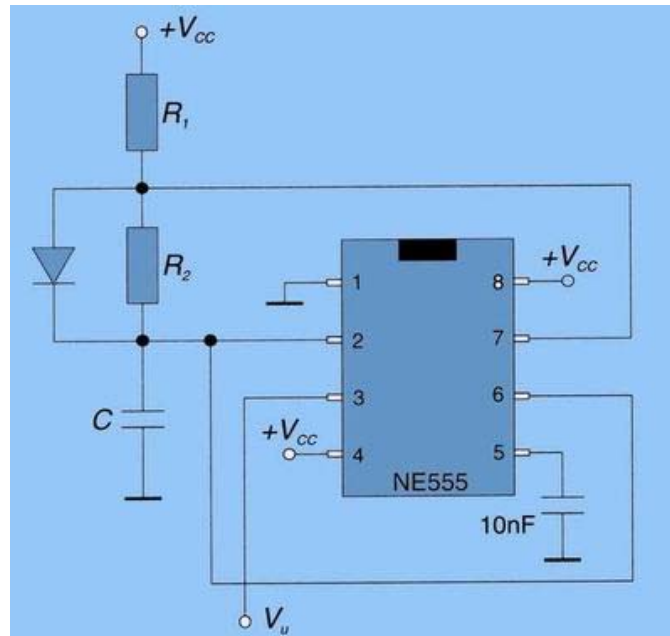
▼ Modulo 2

▼ Modulo 3

▼ Modulo 4

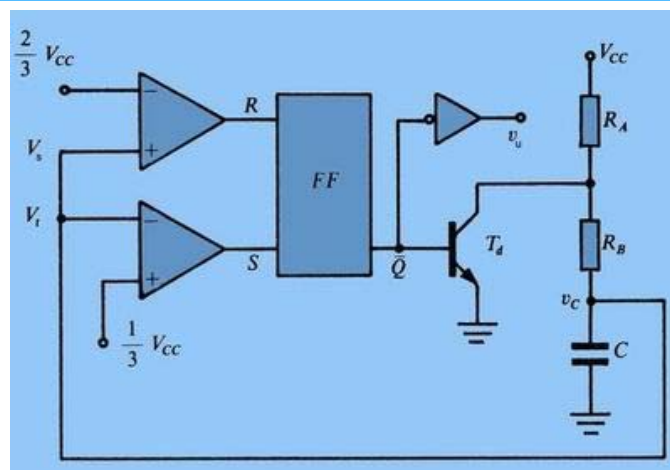
▼ Modulo 5

Circuito base



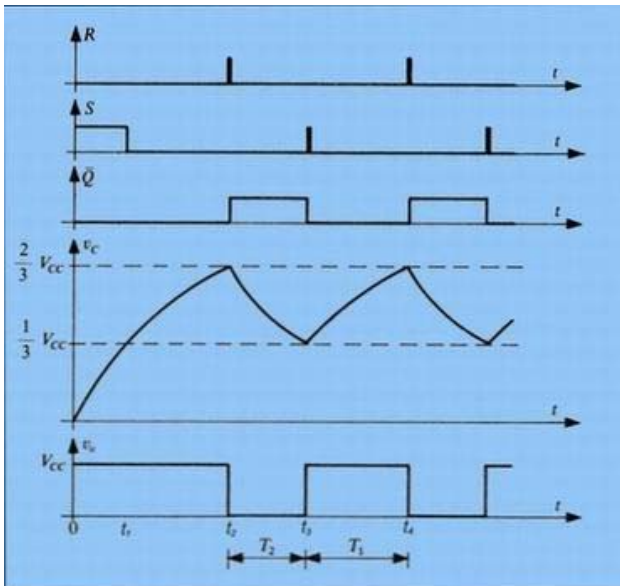
- ▶ Il piedino di discharge (piedino 7), cioè il collettore del BJT interno all'integrato, è collegato tra le due resistenze R_A ed R_B della rete esterna.
- ▶ L'ingresso di Threshold (piedino 6) e quello di Trigger (piedino 2) sono pilotati entrambi direttamente dalla tensione V_C ai capi del condensatore. Questa tensione viene confrontata, quindi, con le due tensioni di soglia $V_{CC}/3$ e $2V_{CC}/3$

Timer 555 in configurazione astabile: struttura interna



Forme d'onda istante per istante

t	R	S	\bar{Q}	BJT	V_u
0	0	1	0	OFF	V_{CC}
t_1	0	0	0	OFF	V_{CC}
t_2	1	0	1	ON	0
t_2^+	0	0	1	ON	0
t_3	0	1	0	OFF	V_{CC}
t_3^+	0	0	0	OFF	V_{CC}
t_4	1	0	1	ON	0



Analisi del funzionamento all'istante $t=0$

L'analisi del funzionamento del circuito viene condotta considerando le diverse situazioni che possono presentarsi agli ingressi dei comparatori in modo da risalire allo stato del Flip-Flop, del transistor e, quindi, a quello dell'uscita V_u .

All'istante $t=0$ la condizione iniziale è la seguente:

R=0	S=1	$\bar{Q}=0$	BJT=OFF	$V_u=V_{CC}$
------------	------------	-------------------------------	----------------	--------------------------------

Infatti, essendo il condensatore inizialmente scarico, risulta:

$V_s = V_t = 0$ e quindi $R=0$ ed $S=1$, per cui $Q=0$ e quindi l'uscita V_u alta ed il transistor interdetto. A questo punto il condensatore inizia a caricarsi con legge esponenziale tendendo a $+V_{CC}$ con una costante di tempo $\tau_c = (R_A + R_B) C$.

Analisi all'istante $t=t_1$

All'istante t_1 la tensione v_c raggiunge il valore $V_{CC}/3$ provocando la commutazione del comparatore di trigger, per cui risulta $S = 0$; ma questa situazione (latch: $R=0, S=0$) non modifica nè l'uscita del flip-flop, nè lo stato del BJT nè il valore di V_u che restano identici a quelli precedenti :

R=0	S=0	$\bar{Q}=0$	BJT=OFF	$V_u=V_{CC}$
------------	------------	-------------------------------	----------------	--------------------------------

Analisi all'istante $t=t_2$

La tensione V_c continua a crescere finché, all'istante t_2 , $v_c = 2 V_{CC}/3$.

A questo istante anche l'uscita del comparatore di soglia cambia stato, $S=0$, e quindi il flip-flop si resetta a $Q=1$, pilotando il BJT in saturazione e l'uscita V_u a livello basso ($V_u=0$).

Il piedino 7, quindi, viene portato direttamente a massa e di conseguenza il condensatore interrompe la fase di carica a $2V_{CC} / 3$ e comincia a scaricarsi a massa attraverso la sola R_B con costante di tempo $t_{sc} = R_B C$.

R=0	S=0	$\bar{Q}=1$	BJT=ON	$V_u=0$
------------	------------	-------------------------------	---------------	---------------------------

Analisi all'istante $t=t_2^+$

La tensione v_c incomincia a diminuire, ma all'istante t_2^+ il comparatore di soglia commuta nuovamente perchè la tensione V_S risulta minore di $2V_{CC}/3$, facendo ritornare $R=0$ e quindi quella situazione che non modifica nè l'uscita del flip-flop, nè lo stato del BJT nè il valore di V_u :

R=0	S=0	$\bar{Q}=1$	BJT=ON	V_u=0
------------	------------	-------------------------------	---------------	------------------------

Analisi all'istante $t=t_3$

La tensione V_c continua a diminuire fino all'istante t_3 al quale risulta $v_c=V_{cc}/3$.

In questa situazione R ritorna uguale a zero, il BJT viene riportato in interdizione dall'uscita negata del Flip-Flop e l'uscita V_u commuta nuovamente portandosi V_{cc}

R=0	S=1	$\bar{Q}=0$	BJT=OFF	V_u=V_{cc}
------------	------------	-------------------------------	----------------	-------------------------------------

Analisi all'istante $t=t_{3+}$

Il condensatore ricomincia a ricaricarsi, ma all'istante t_{3+} il comparatore di trigger commuta nuovamente perchè la tensione V_t risulta maggiore di $V_{cc}/3$, facendo ritornare $S=0$ e quindi quella situazione che non modifica nè l'uscita del flip-flop, nè lo stato del BJT nè il valore di V_u :

R=0	S=0	$\bar{Q}=0$	BJT=OFF	V_u=V_{cc}
------------	------------	-------------------------------	----------------	-------------------------------------

Il condensatore continua una nuova fase di carica secondo le modalità esaminate in precedenza. Il ciclo di carica e scarica si ripete automaticamente generando il segnale di uscita V_u illustrato qualitativamente in figura.

Espressioni di T_1 , T_2 , T , f e del duty-cycle D.C.

$$T_1 = 0,693 (R_A + R_B)C$$

$$T_2 = 0,693 R_B C$$

$$T = T_1 + T_2 = 0,693 (R_A + R_B)C + 0,693 R_B C = 0,693 (R_A + 2R_B)C$$

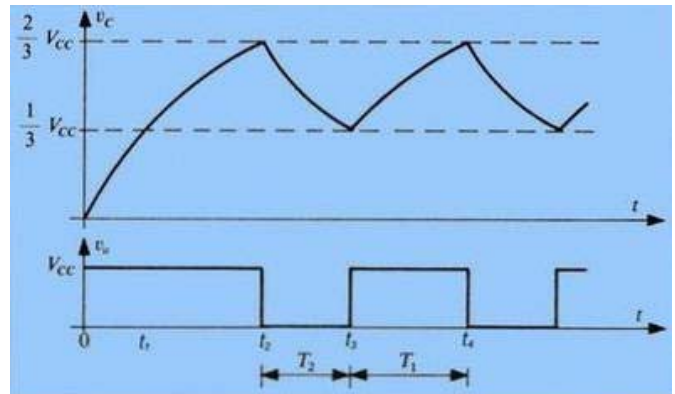
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1,44}{(R_A + 2R_B)C}$$

$$d.c. = \frac{T_1}{T} = \frac{0,693(R_A + R_B)C}{0,693(R_A + 2R_B)C} = \frac{R_A + R_B}{R_A + 2R_B}$$

Essendo verificata la condizione $T_1 > T_2$, si deduce che il duty-cycle d.c. è sempre maggiore del 50%.

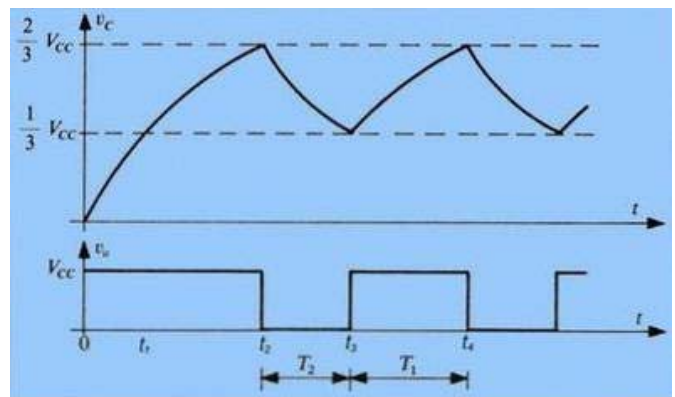
Calcolo di T_1

$$\begin{aligned}
 T_1 &= t_4 - t_3 = \tau \ln \left(\frac{V_f - V_1}{V_f - V_2} \right) = \\
 &= \tau \ln \left(\frac{V_{cc} - \frac{1}{3} V_{cc}}{V_{cc} - \frac{2}{3} V_{cc}} \right) = \tau \ln \left(\frac{V_{cc} \left(1 - \frac{1}{3} \right)}{V_{cc} \left(1 - \frac{2}{3} \right)} \right) = \\
 &\tau \ln \left(\frac{1 - \frac{1}{3}}{1 - \frac{2}{3}} \right) = \tau \ln \left(\frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} \right) = \tau \ln 2 = \\
 &= 0,693 (R_A + R_B) C
 \end{aligned}$$



Calcolo di T_2

$$\begin{aligned}
 T_2 &= t_3 - t_2 = \tau_{sc} \ln \left(\frac{V_f - V_1}{V_f - V_2} \right) = \\
 &= \tau_{sc} \ln \left(\frac{0 - \frac{2}{3} V_{cc}}{0 - \frac{1}{3} V_{cc}} \right) = \tau_{sc} \ln \left(\frac{-\frac{2}{3}}{-\frac{1}{3}} \right) = \\
 &= \tau_{sc} \ln \left(\frac{\frac{1}{3}}{\frac{2}{3}} \right) = \tau_{sc} \ln 2 = 0,693 R_B C
 \end{aligned}$$



Modifica del duty-cycle

Il duty-cycle si può modificare inserendo in parallelo alla resistenza R_B un diodo D polarizzato direttamente.

durante la fase di carica il diodo D conduce cortocircuitando R_B , per cui la tensione ai capi del condensatore cresce con costante di tempo $t_c = R_A C$;

durante la fase di scarica il diodo D risulta interdetto, per cui si comporta come un circuito aperto. La tensione ai capi del condensatore, pertanto, diminuisce con costante di tempo $t_{sc} = R_B C$.

Risulta, quindi che:

$$T_1 = 0,693 R_A C ; T_2 = 0,693 R_B C ; T = 0,69 (R_A + R_B) C$$

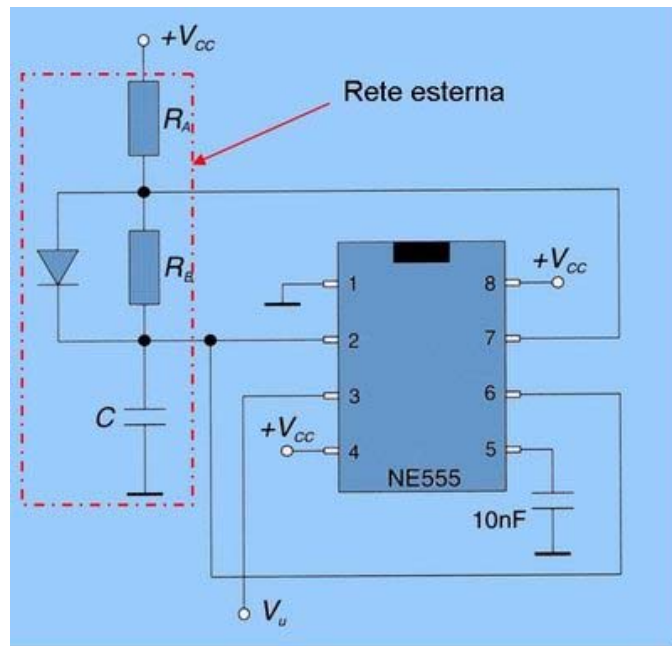
$$d.c. = R_A / (R_A + R_B)$$

In particolare, ponendo:

$R_A = R_B$ si ottiene d.c. = 50%

$R_A > R_B$ si ottiene d.c. > 50%

$R_A < R_B$ si ottiene d.c. < 50%



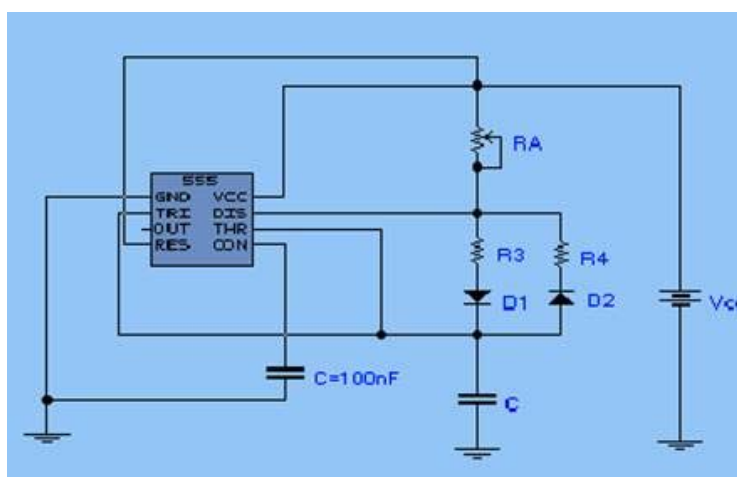
Ulteriore modifica del duty-cycle

Una ulteriore soluzione, che consente di modificare il duty-cycle dell'onda quadra di uscita, consiste nel sostituire a R_B l'ormai noto circuito utilizzato nel multivibratore astabile con i due diodi D_1 e D_2 e le resistenze R_3 ed R_4 .

Dallo studio del circuito così ottenuto si ricava che:

- a) durante la fase di carica il diodo D_1 è ON mentre D_2 è OFF, per cui la tensione ai capi del condensatore cresce con costante di tempo: $t_c = (R_3 + R_A) * C$.
- b) durante la fase di scarica il diodo D_1 è OFF mentre D_2 è ON, per cui la tensione ai capi del condensatore diminuisce con costante di tempo: $t_c = R_4 C$

Ne deriva che: $T_1 = 0,693 (R_3 + R_A) C$; $T_2 = 0,693 R_4 C$; $T = 0,693 (R_3 + R_4 + R_A) * C$;



Modifica della frequenza

È possibile regolare la frequenza dell'uscita inserendo in serie ad R_B un potenziometro P (o un trimmer). In questo modo la frequenza di V_u può essere fatta variare da un valore minimo (potenziometro totalmente inserito) a uno massimo (potenziometro cortocircuitato). Questa soluzione produce anche una variazione del duty cycle

