

MULTIVIBRATORI (TIMER) INTEGRATI

I **timer** sono circuiti integrati in grado di generare **onde quadre** oppure segnali (a 2 livelli) di durata prestabilita, sotto l'azione di un impulso di comando.

I timer integrati consentono di generare segnali di **frequenza elevata**, offrono la possibilità di variare agevolmente il **duty cycle** e quindi manifestano una semplicità d'uso ed una flessibilità che li fanno preferire decisamente agli amplificatori operazionali per questo tipo di applicazioni.

- Possono operare fino ad una frequenza di 500 [KHz], nella configurazione astabile.
- E' possibile regolare il duty cycle.
- La temporizzazione è molto flessibile (da qualche μ s ad alcune ore).
- Possono fornire una corrente di uscita fino a 200mA.
- Sono compatibili con i circuiti integrati della famiglia TTL.
- Presentano una stabilità nei confronti della temperatura di 50ppm (parti per milione). equivalente a 0.005 % per °C

ASTABILI , MONOSTABILI, BISTABILI

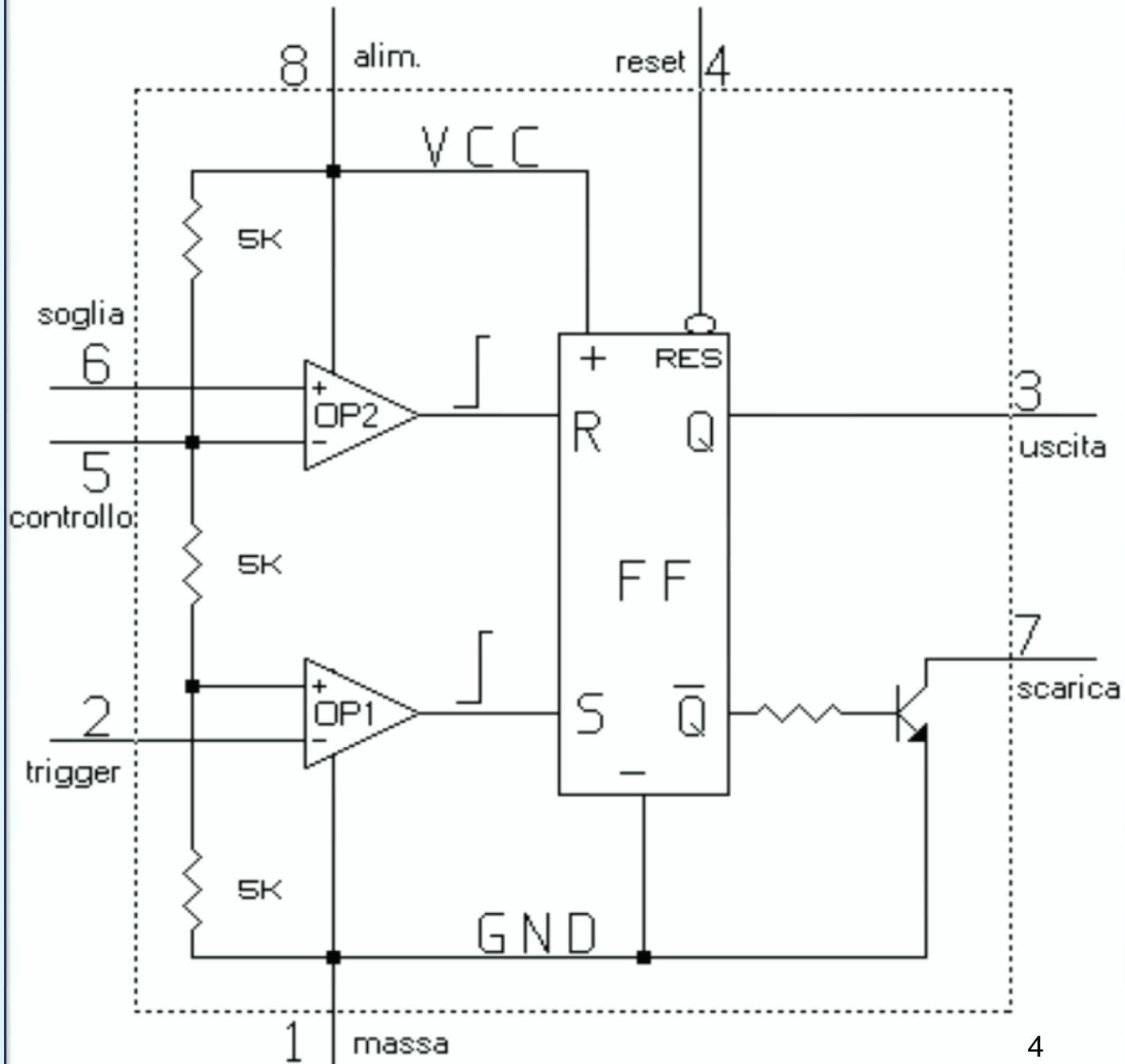
ASTABILE : circuito che dà in uscita una forma d'onda a 2 livelli, nessuno dei quali è stabile. La Vout rimane per un tempo prefissato (da una rete RC) al livello alto, dopodichè passa inevitabilmente nell'altro stato e così via.
(Es : sirena bitonale)

MONOSTABILE : il circuito ha uno stato stabile, in cui può rimanere INDEFINITAMENTE ; solo **su comando**, passa nell'altro stato, **instabile**, in cui rimane per un tempo prefissato, per poi tornare nello stato stabile.
(Es : luce scale temporizzata, sciacquone)

BISTABILE : ha 2 stati, entrambi stabili. Solo su comando passa da uno stato all'altro.
(Es : flip-flop)

- Esistono in commercio circuiti integrati dedicati espressamente alla realizzazione di **astabili** e **monostabili** tramite il semplice dimensionamento di una rete RC.
- Riportiamo di seguito la definizione di due termini spesso presenti fra le specifiche di questi integrati, quando sono usati da **monostabili** :
- **Retriggerabilità** : è la capacità di un timer di temporizzare ogni volta che viene applicato un impulso di trigger, e questo indipendentemente dallo stato dell'uscita.
- Se usiamo un timer retriggerabile, per poter applicare un impulso di trigger dobbiamo attendere l'esaurimento dello stato instabile.
Con un timer retriggerabile possiamo ottenere impulsi di lunga durata
- **Resettabilità** : possibilità di interrompere lo stato instabile in corso oppure di inibirne l'inizio. Questa caratteristica offre la possibilità di modificare a piacere la durata degli impulsi prodotti. Il comando si applica tramite un apposito piedino di RESET o CLEAR.
- Esistono due versioni di temporizzatore 555 : NE555 ed SE555. I due integrati sono identici per quanto riguarda aspetto e piedinatura.
- Le differenze riguardano le condizioni di lavoro, dato che NE555 può operare in un campo di temperature da **0° C a 70° C**, mentre l'SE555 tollera da **-55° C a +120° C**.

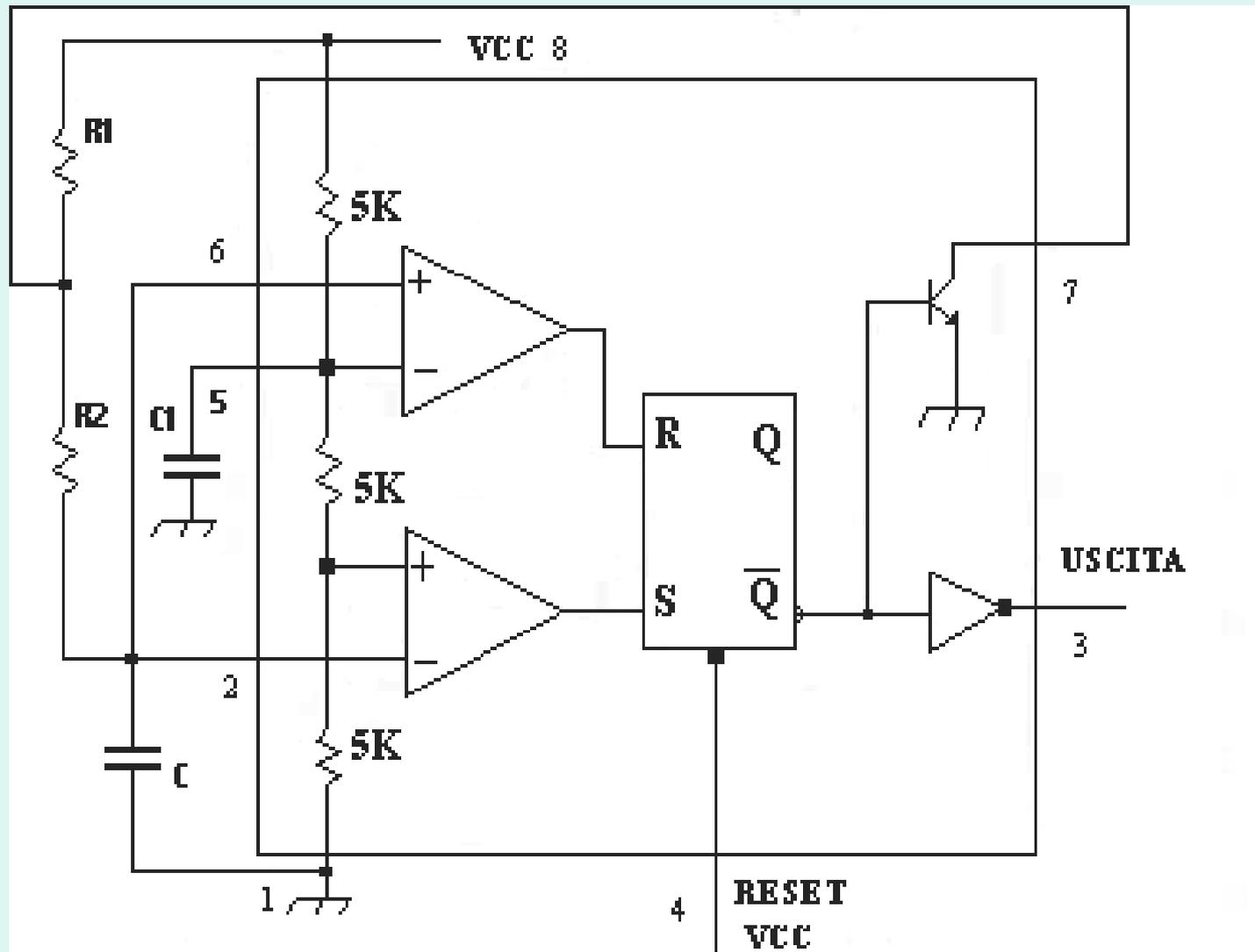
TIMER 555



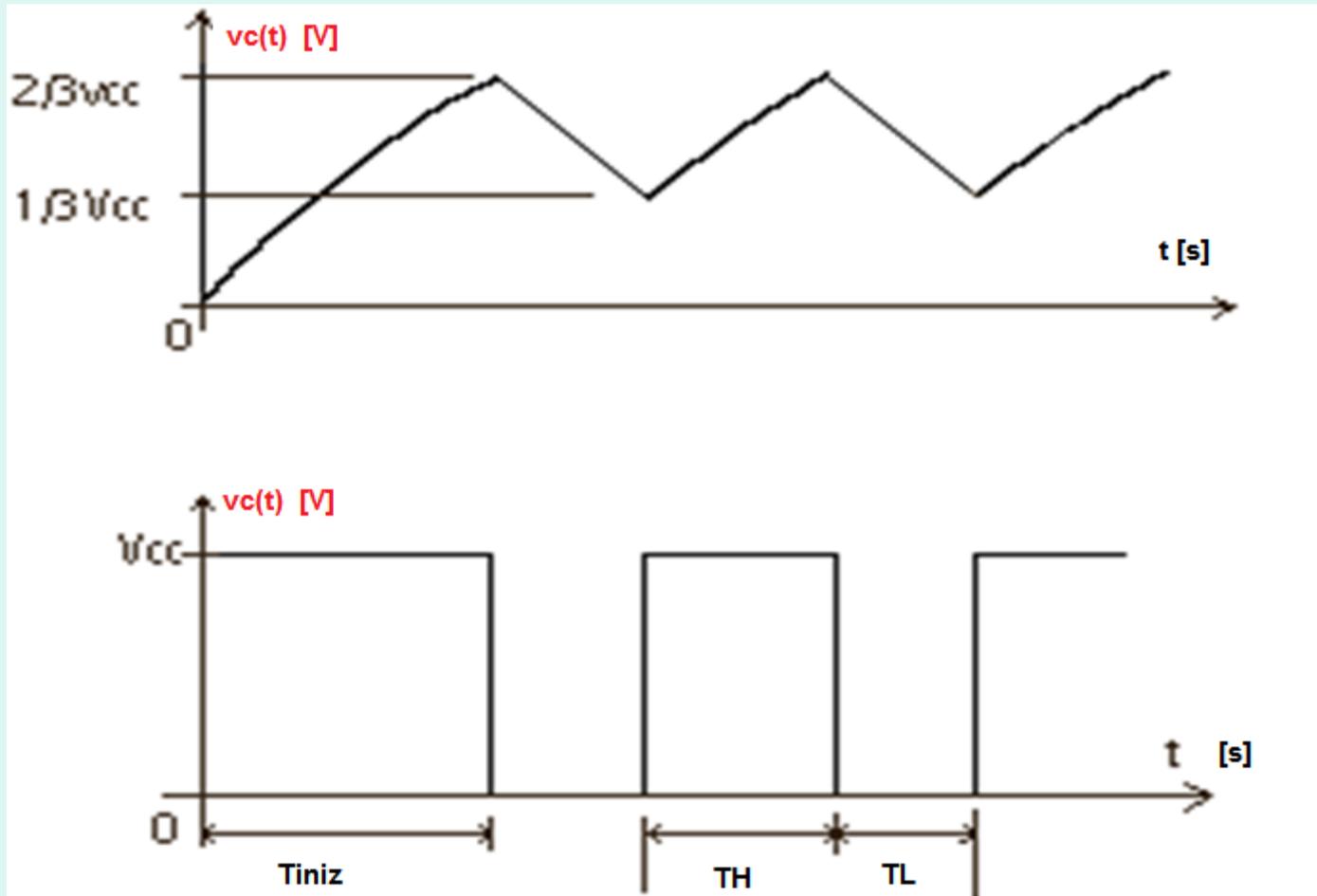
- Le tre resistenze da 5K cadauna (da cui deriva il nome 555) ripartiscono la tensione di alimentazione V_{cc} in tre parti uguali.
- Sull'ingresso non invertente (+) dell' OP1 c'è la tensione $1/3 V_{cc}$, sull'ingresso invertente (-) dell' OP2 c'è la tensione $2/3 V_{cc}$.
- Il **Flip-Flop** (FF) è comandato, sul suo ingresso Set (S), dall'uscita di OP1, mentre il suo ingresso Reset (R) dall'uscita di OP2.
- Questi due ingressi S e R entrano in funzione (sono attivi) sui fronti di salita (passaggio da 0 a $+V_{cc}$) delle uscite degli OP.
- Più precisamente quando **S** va alto, anche per un breve istante, l'uscita **Q** va pure alta, cioè si SETTA (sul pin 3 c'è una tensione pari a $\sim V_{cc}$), mentre **Q negata** va bassa (potenziale di massa).
- Il pin 4 di reset, se tenuto a livello di massa, forza l'uscita Q (pin 3) al livello basso (0 V), indipendentemente dalla situazione di R e di S.
- Pertanto il pin 4 di norma dovrà essere a livello di V_{cc} (infatti molte applicazioni hanno pin 8 e 4 collegati assieme).

- Sapendo che un OP, quando ha l'ingresso invertente a potenziale **più basso (anche solo di qualche mv)** del non invertente, manda la sua uscita a livello alto (V_{cc}), si avrà un impulso da 0 a V_{cc} sul **Set** quando il pin 2 sarà ad una tensione inferiore ad $1/3$ di V_{cc} , mentre si avrà un impulso da 0 a V_{cc} sul **Reset** quando il pin 6 sarà ad una tensione superiore a quella del pin 5 ($2/3 V_{cc}$).
- È bene notare subito che con il pin 5 (controllo) si può dall'esterno intervenire e modificare la tensione di soglia di OP2. Ad esempio se dal pin 5 collego una R da 10 K verso massa, su tale pin avrò $1/2 V_{cc}$.
- Quando si lasci invariato il valore $2/3 V_{cc}$, è bene che il pin 5 si chiuda a massa con una capacità, in genere da 10 nF.

- **IL MULTIVIBRATORE ASTABILE CON TIMER 555**
- Il **multivibratore astabile** è un circuito in grado di generare una forma d'onda rettangolare, senza alcun segnale applicato in ingresso.
Lo schema elettrico, realizzato con il timer 555, è il seguente:



- Supponendo che inizialmente il condensatore **C** sia scarico, gli ingressi dei due comparatori sui piedini **2** e **6** si trovano a livello basso; il comparatore superiore dà in uscita un livello basso, quindi $R=0$; il comparatore inferiore dà in uscita un livello alto, quindi $S=1$; il flip-flop S-R pone $Q=1$, mentre $Q_{NEG} = 0$;
- l'uscita del timer (piedino 3) si trova a livello alto; il transistor è interdetto, poiché la base non è polarizzata ed il piedino **7** si trova isolato da massa, il condensatore **C** può caricarsi attraverso i resistori R_1 ed R_2 che si trovano in serie.



- Quando la tensione ai capi del condensatore C raggiunge il valore di $1/3V_{cc}$, il comparatore inferiore commuta e si porta a livello basso: $S=0$;
il flip-flop S-R non commuta perché anche $R=0$

($S=R=0$ >>>> comando di Memoria)

la parte restante del circuito resta nello stato iniziale ed il condensatore continua a caricarsi.

Quando la tensione ai capi del condensatore C raggiunge i $2/3V_{cc}$, allora il comparatore superiore commuta, portando la sua uscita a livello alto: $R=1$;

il flip-flop S-R pone $Q=0$ e $Q_{neg}=1$;

l'uscita del timer si porta a livello basso, il transistor va in saturazione, collegando il piedino 7 a massa : il condensatore è costretto a scaricarsi attraverso il solo resistore R_2 .

- Quando la tensione ai capi del condensatore C scende al di sotto di $1/3V_{cc}$ allora il comparatore inferiore commuta, portando $S=1$, mentre $R=0$, appena inizia la scarica. Il flip-flop avendo $S=1$ porta la sua uscita Q a 1, e Q_{neg} a 0;
- l'uscita del timer si porta a livello alto; il transistor è interdetto, il condensatore ricomincia a caricarsi, ripetendo il ciclo precedente con un andamento illustrato dalla figura.

Trascurando il tempo iniziale di carica T_{iniz} , in cui il condensatore parte da tensione zero, indichiamo con T_H il tempo in cui l'uscita si mantiene a livello alto, ed il condensatore si carica;

T_H lo possiamo calcolare con la seguente formula :

$$T_H = 0,693 (R_1 + R_2) C \quad [0,693 = \ln 2]$$

Infatti il condensatore si carica attraverso R_1 ed R_2 .

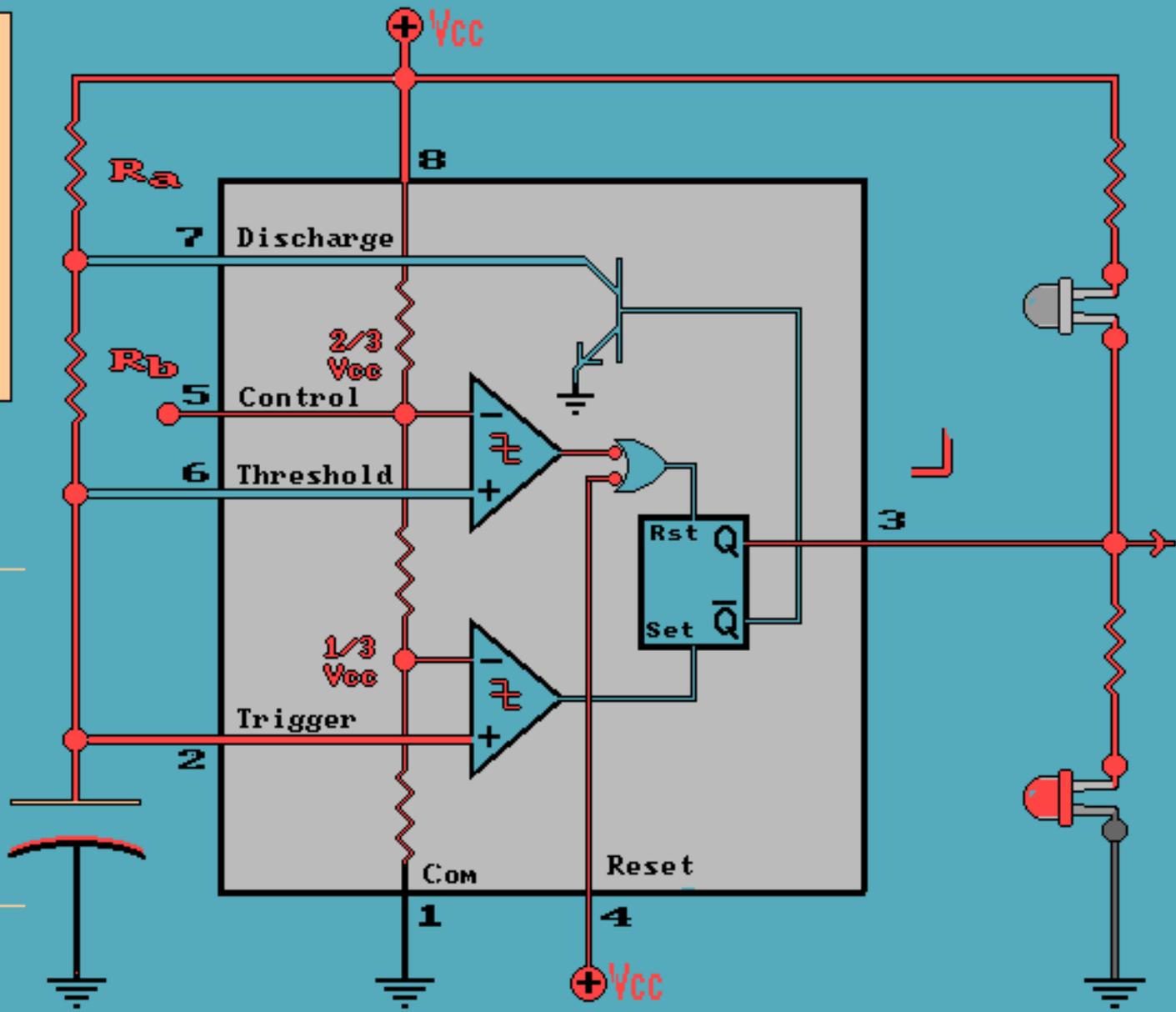
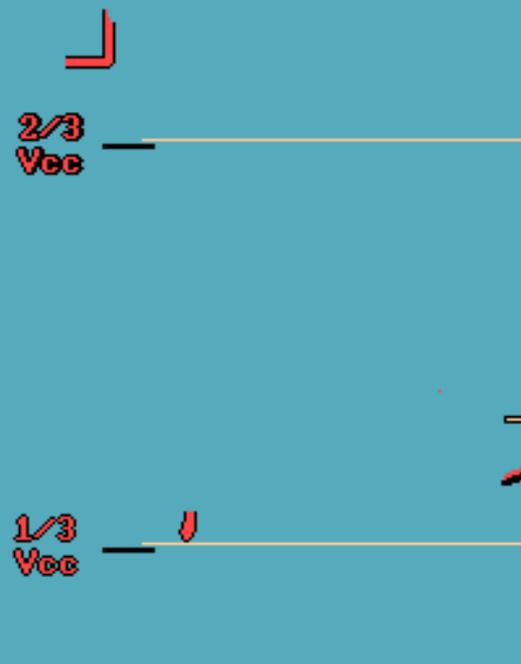
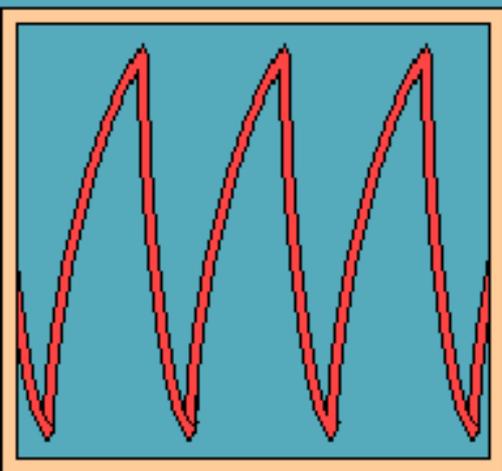
T_L , il tempo per cui l'uscita si mantiene a livello basso, si può calcolare così : $T_L = 0,693 R_2 C$

Sommando i due tempi otteniamo il periodo cioè : $T = T_H + T_L$

La frequenza sarà : $f = 1/T$

Si dice **duty-cycle DC** il rapporto tra T_H e T , cioè: $DC = T_H/T$

- Si può notare che è impossibile ottenere un duty-cycle pari al 50%, cioè $T_H = T_L$, cioè il tempo in cui la forma d'onda è a livello alto è uguale al tempo in cui la forma d'onda è a livello basso;
- Per ottenere questo dovremmo porre $R_1 = 0$; però R_1 è la resistenza di collettore del transistor interno, e non può avere valori molto bassi per evitare di danneggiare il transistor.
- Per ottenere duty-cycle vicini al 50% possiamo usare per R_1 valori intorno ai 1000 ohm ed usare per R_2 valori molto più alti di R_1 oppure utilizzare uno dei molti schemi per avere duty-cycle del 50% che vedremo in seguito.
- Il condensatore C_1 serve a filtrare la tensione di riferimento. Il morsetto di **RESET** va collegato a + Vcc durante il funzionamento.



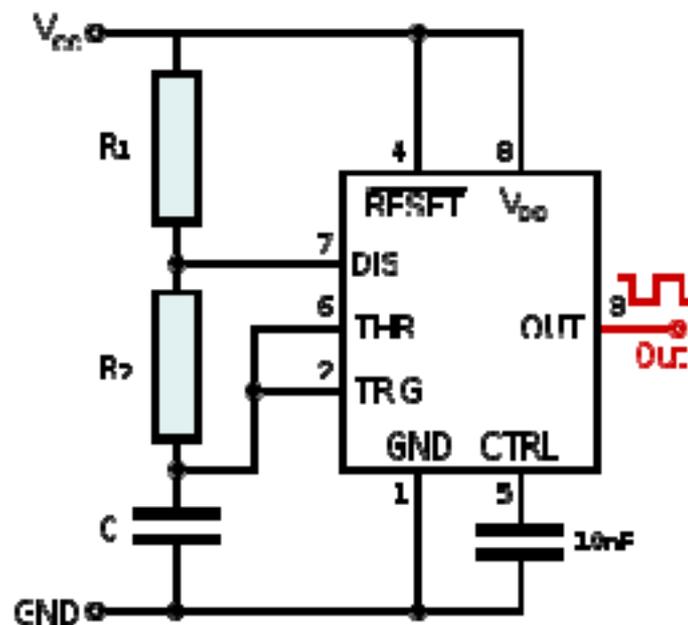
Astabile con NE555

Dalle formule si nota che $T1 > T2$ quindi la forma d'onda avrà sempre un **duty cycle** maggiore del 50% per cui le onde di uscita non sono mai quadre, in pratica ponendo $R1 \ll R2$ il duty cycle si avvicina molto al 50% quindi in prima approssimazione le onde si potrebbero ritenere quadre. Il valore di $R1$ e $R2$ è consigliabile che sia compreso tra 1 KOhm e 10 MOhm in quanto valori più piccoli di 1 KOhm potrebbero causare problemi nel funzionamento del **BJT** interno che potrebbe uscire dalla saturazione e nella peggiore delle ipotesi il circuito non oscillerebbe più.

Per alterare il valore del duty cycle si può modificare la configurazione base nei seguenti modi:

Duty Cycle = 50%: inserire in parallelo alla resistenza $R2$ un diodo con il catodo rivolto verso il pin 6.

Duty Cycle < 50%: per questo tipo di configurazione bisogna inserire al posto della $R2$ due rami resistenza- diodo in parallelo con i versi dei diodi uno opposto all'altro



MULTIVIBRATORE MONOSTABILE (con NE555)

- Un multivibratore monostabile è un circuito che genera, su comando, un impulso di durata prestabilita.
- Un circuito elettronico ha un comportamento monostabile quando possiede **un solo stato di equilibrio** stabile tra i due possibili ; in assenza di eccitazioni esterne il circuito rimane permanentemente in tale stato.
- Quando all'ingresso del circuito viene inviato un segnale di forma opportuna, generalmente un **impulso**, esso si allontana dallo stato di equilibrio per portarsi in una situazione transitoria dalla quale, dopo un certo tempo ritorna nello stato iniziale d'equilibrio.
- La durata del periodo transitorio dipende dalle caratteristiche del circuito e può essere stabilito dal progettista o variata dall'utilizzatore, in quest'ultimo caso agendo, di regola, su un potenziometro.

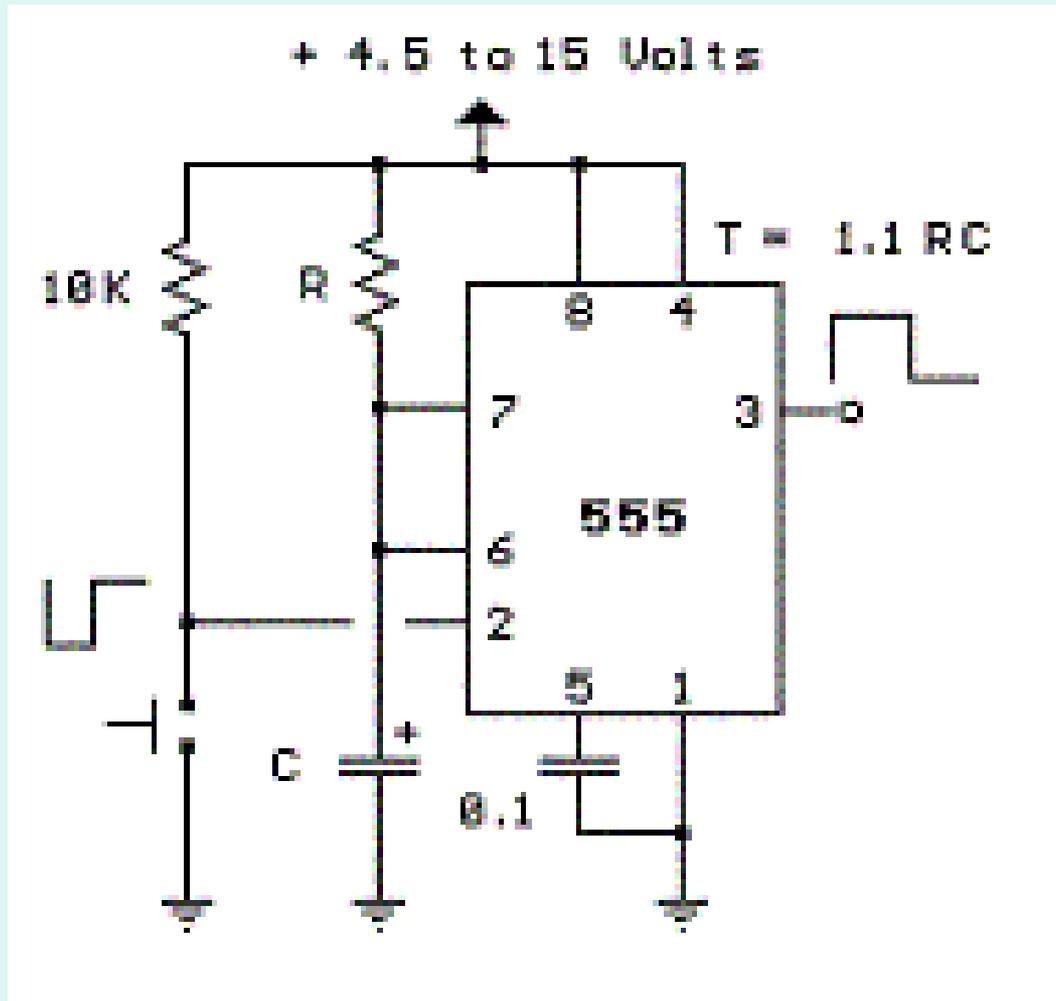
- Diversamente dall'astabile, il **monostabile** è in grado di mantenere stabilmente uno stato in uscita (da cui deriva il nome).
- Il circuito può essere allontanato da questa condizione di stabilità tramite un comando esterno, chiamato **trigger**, ma tende a ritornarvi in un tempo che dipende da una **rete RC di ritardo**.
- Se la commutazione è sincronizzata con il fronte di salita del segnale di trigger, il dispositivo è detto **positive edge triggered (p.e.t.)**, se invece la commutazione avviene in corrispondenza del fronte di discesa di questo impulso, il dispositivo si dice **negative edge triggered (n.e.t.)**

Utilità dell'oscillatore monostabile

- Il multivibratore monostabile o timer è un circuito che possiede un solo stato stabile; può cambiare stato in uscita in corrispondenza di un appropriato segnale di comando, comunemente chiamato segnale di trigger, solo per un tempo definito, per poi ritornare allo stato di riposo.
- È chiamato anche multivibratore *one shot* o *single shot*.

- I monostabili vengono utilizzati per generare impulsi di durata nota, stabilita attraverso reti di temporizzazione, in corrispondenza di un comando manuale o proveniente da altri impulsi di durata minore.

Funzionamento del monostabile con NE555



- Lo schema elettrico di un monostabile con NE555 è rappresentato in figura. In condizioni di riposo l'uscita è a livello basso e la capacità **C** è scarica.
- L'applicazione di un impulso **negativo** all'ingresso TRIGGER (pin2), porta , per breve tempo , la tensione sull'ingresso (-) di OP1 a **massa** ; dato che l'ingresso (+) è a **1/3 Vcc**, l'uscita di OP1 va al livello **alto** → **S=1**
- La situazione sugli IN di OP2 è :
 $IN(-) = 2/3 V_{cc}$, $IN(+)=0$ (C è scarico !) ,
 per cui l'uscita di OP2 va a **zero** → **R=0**
- Si provoca così la commutazione del *F/F* (comando di **SET** : S=1 , R=0), l'uscita Q diventa alta e la capacità inizia a caricarsi attraverso la resistenza **R** fino a raggiungere il livello **2/3 Vcc** (il BJT è OFF, dato che riceve il valore da Q negata=0 e C non si può scaricare a massa)
- Quando la tensione su C vale poco più di $2/3 V_{cc}$, l'uscita di OP2 va alta → **R=1** , mentre l'uscita di OP1 è bassa → **S=0** (appena finito l'impulso di trigger l'uscita di OP1 torna bassa)
- Si ha la nuova commutazione del *F/F* (comando di **RESET** : S=0 , R= 1), l'uscita ritorna al valore di riposo e la capacità si scarica a massa istantaneamente attraverso il pin 7(il BJT è ON)

