

# LSS 2016-17

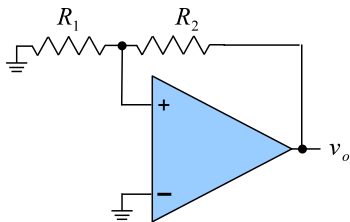
## Reti Logiche: multivibratori e T555

Piero Vicini

A.A. 2016-2017

- Un *multivibratore* e' un circuito che presenta per l'uscita solo due stati stabili e/o metastabili.
- Il circuito e' in uno stato **stabile** se bisogna intervenire dall'esterno per ottenere una transizione dell'uscita.
- Il circuito e' in uno stato **metastabile** se la transizione e' ottenuta in maniera spontanea e tipicamente dopo un tempo noto.
- Esistono 3 diverse tipologie:
  - multivibratore **astabile**: due stati metastabili. Commuta ad intervalli di tempo costanti;
  - multivibratore **bistabile**: due stati stabili. Esempio flip-flop;
  - multivibratore **monostabile**: uno stato stabile ed uno metastabile. Il circuito e' nello stato stabile e commuta in presenza di un impulso esterno. Dopo un tempo noto ritorna nello stato stabile. Si puo' usare per generare impulsi singoli

## Multivibratore bistabile



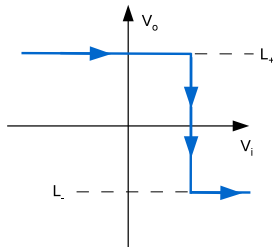
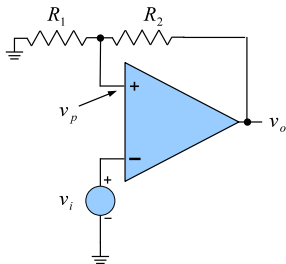
Data la reazione positiva ( $\beta = R_1/(R_1 + R_2)$ ) l'operazionale va inevitabilmente in saturazione. Due soli possibili stati stabili:

$$v_o = L_+ \text{ oppure } v_o = L_-$$

( $L_+$  e  $L_-$  : tensioni di saturazione dell'operazionale)

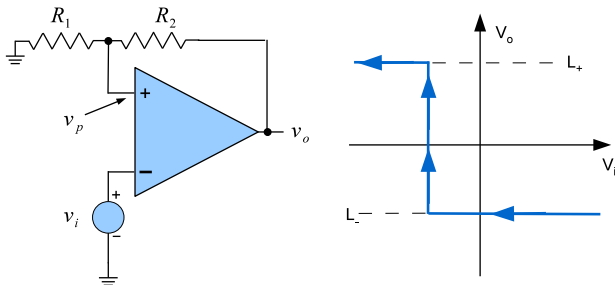
## Multivibratore bistabile(2)

Supponiamo che inizialmente  $V_o = L_+$  (stato up) e applichiamo un segnale d'ingresso variabile,  $v_i$ , al morsetto invertente.



L'uscita commuta dallo stato up allo stato down quando  $v_i > \beta L_+$ .  
Equivale quindi ad un comparatore con soglia  $V_{TH} = \beta L_+$ .

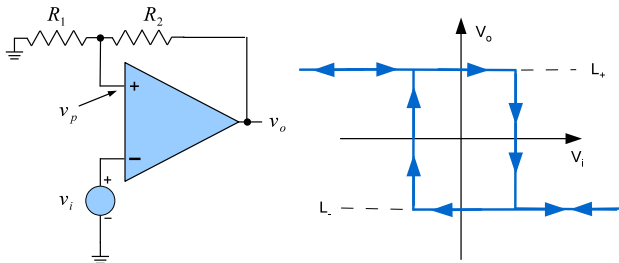
### Multivibratore bistabile(3)



Facciamo ora diminuire  $v_i$ : l'uscita commuta dallo stato down allo stato up quando  $v_i < \beta L_-$ .

Equivale quindi ad un comparatore con soglia  $V_{TL} = \beta L_-$ .

## Multivibratore bistabile(4)

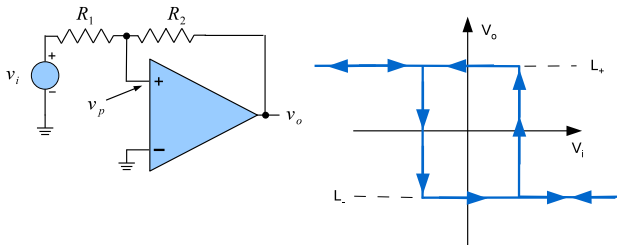


Questo circuito mostra quindi una *isteresi* : il suo comportamento dipende dalla storia passata.

Notare che  $v_i$  ha solo la funzione di avviare il processo rigenerativo che innesca la commutazione (reazione positiva), quindi puo' essere anche un impulso di brevissima durata.

E' anche noto con il nome di Trigger di Schmitt.

## Multivibratore bistabile(5)

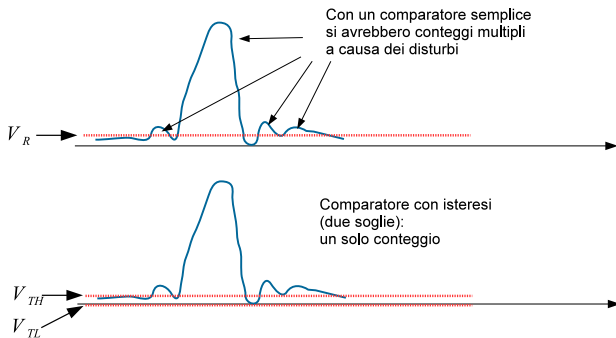


Puo' essere realizzato anche in configurazione non invertente.  
In questo caso:

$$V_{TL} = -L_+(R_1/R_2) \quad V_{HL} = -L_-(R_1/R_2)$$

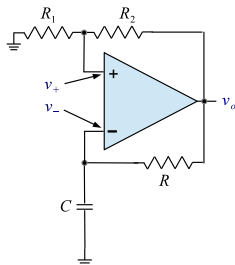
## Multivibratore bistabile(6)

L'isteresi del comparatore e' fondamentale in molte situazioni: per esempio conteggio di impulsi in presenza (inevitabile) di disturbi.



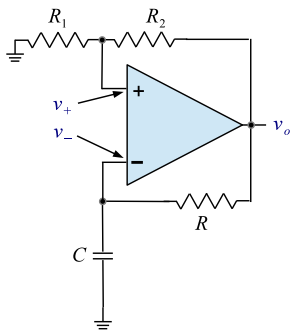


## Multivibratore astabile

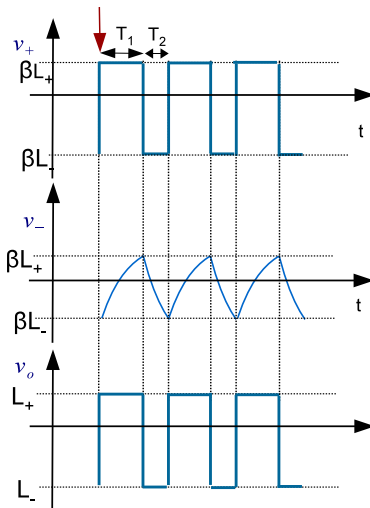


Il circuito bistabile puo' essere reso astabile con una reazione negativa di tipo  $RC$

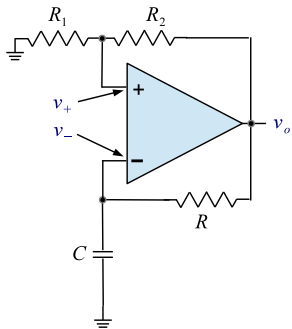
## Multivibratore astabile(2)



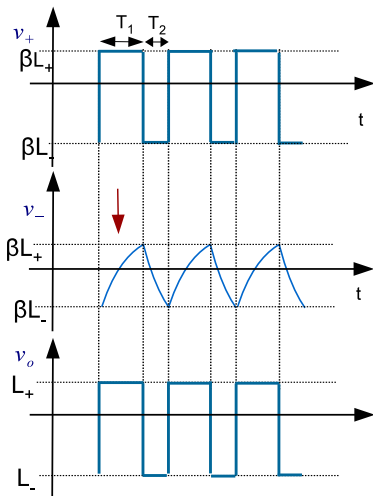
*Ipotesi, inizialmente:  $v_o = L_+$*



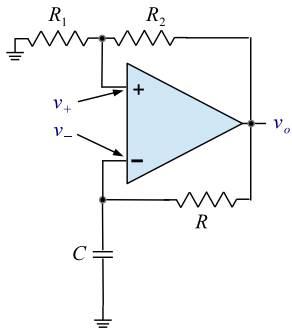
## Multivibratore astabile(2)



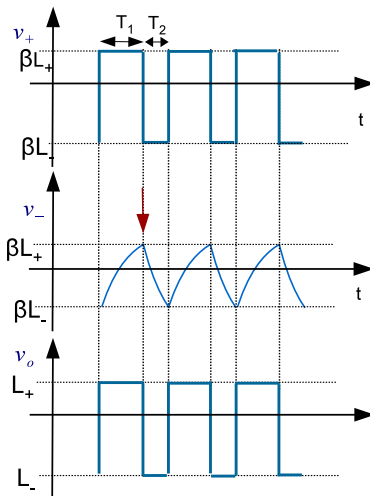
*C si carica,  $v_-$  cresce*



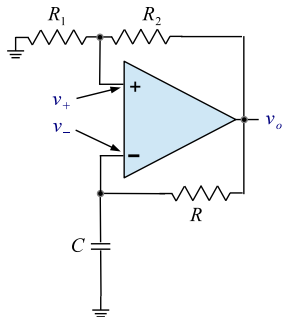
## Multivibratore astabile(2)



$v_-$  arriva a  $\beta L_+$   
l'operazionale commuta



## Multivibratore astabile(3)



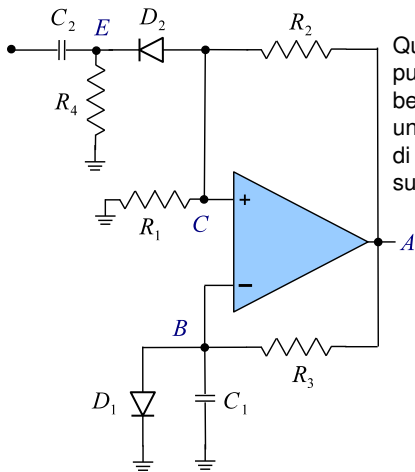
$$T_1 = \tau \ln \frac{1 - \beta \frac{L_-}{L_+}}{1 - \beta}$$

$$T_2 = \tau \ln \frac{1 - \beta \frac{L_+}{L_-}}{1 - \beta}$$

Se  $L_+ = -L_-$  si ha  $T_1 = T_2$  e quindi

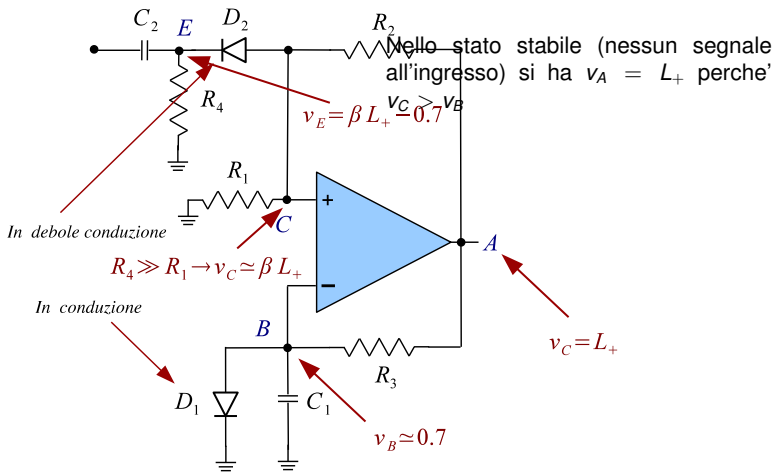
$$T = T_1 + T_2 = 2\tau \ln \frac{1 + \beta}{1 - \beta}$$

## Multivibratore monostabile



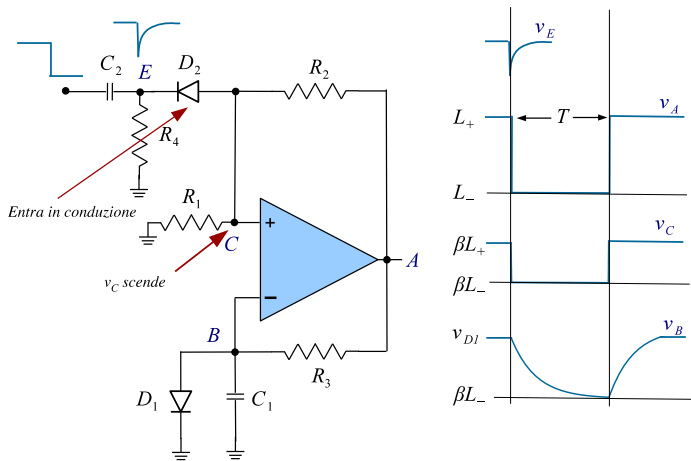
Questo circuito fornisce in uscita un impulso (negativo) di ampiezza e durata ben definita quando riceve all'ingresso un impulso (negativo) di trigger anche di breve durata (purche' di ampiezza superiore ad una certa soglia).

## Multivibratore monostabile(2)



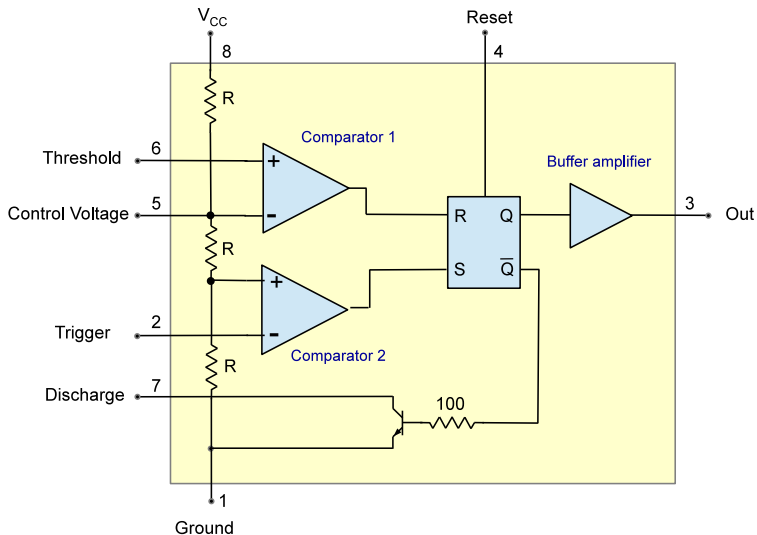
Stato stabile

## Multivibratore monostabile(3)

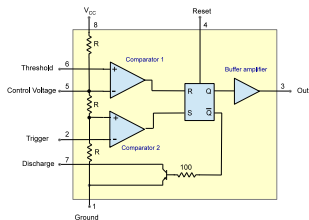




## Il timer 555

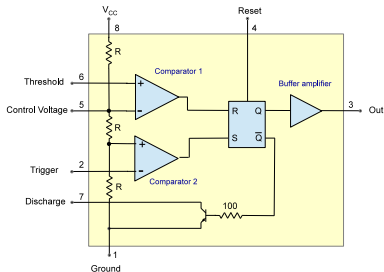


## Il timer 555: Tavola della verita'



Reset	Trigger	Threshold	S	R	Out	$Q_1$
Low	x	x	x	x	Low	On
High	$< 1/3V_{CC}$	$> 2/3V_{CC}$	High	High	High	Off
High	$< 1/3V_{CC}$	$< 2/3V_{CC}$	High	Low	High	Off
High	$> 1/3V_{CC}$	$> 2/3V_{CC}$	Low	High	Low	On
High	$> 1/3V_{CC}$	$< 2/3V_{CC}$	Low	Low	Non cambia	Non cambia

## Il timer 555



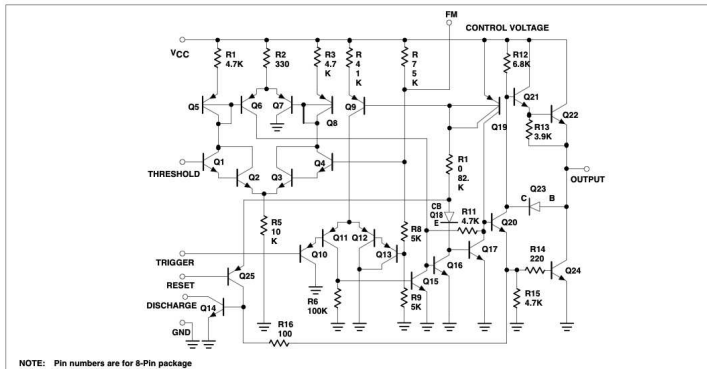
### Recommended Operating Conditions

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

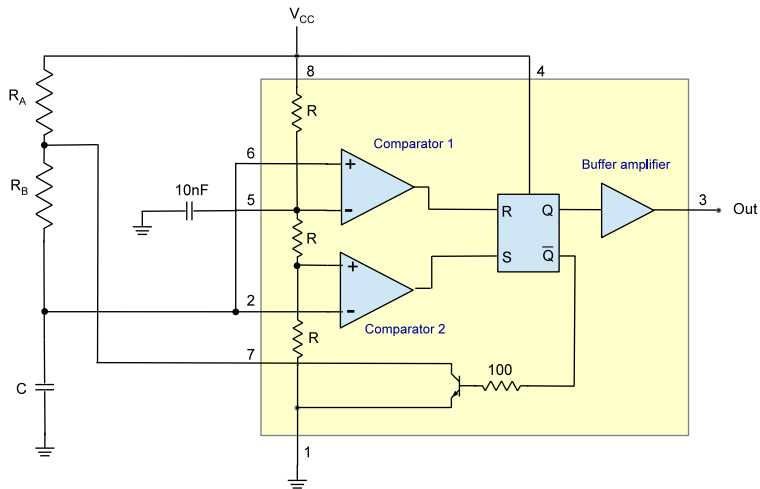
		MIN	MAX	UNIT	
$V_{CC}$	Supply voltage	NA555, NE555, SA555	4.5	16	V
		SE555	4.5	18	
$V_I$	Input voltage	CONT, RESET, THRES, and TRIG		$V_{CC}$	V
$I_O$	Output current			$\pm 200$	mA
$T_A$	Operating free-air temperature	NA555	-40	105	°C
		NE555	0	70	
		SA555	-40	85	
		SE555	-55	125	

## Il timer 555:il circuito

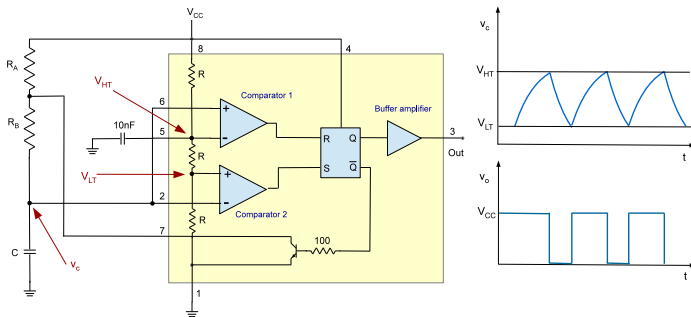
### EQUIVALENT SCHEMATIC



## Il timer 555: circuito astabile

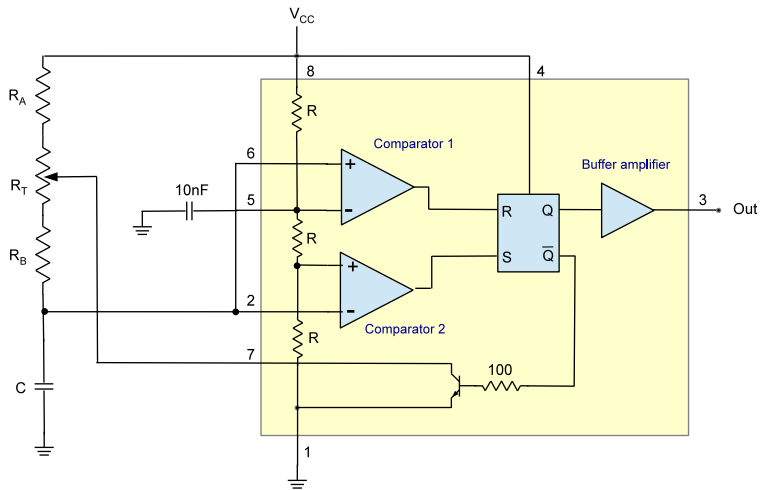


## Il timer 555: circuito astabile(2)

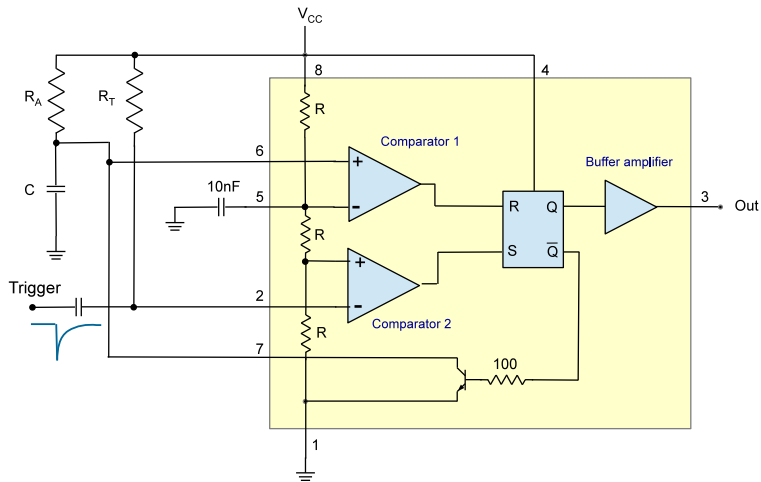


Supponiamo inizialmente il condensatore  $C$  scarico e  $Q = \text{HIGH}$ .  $C$  si carica attraverso  $R_A + R_B$  e la tensione  $v_C$  sale esponenzialmente. Quando  $v_C$  raggiunge  $V_{HT} = (2/3)V_{CC}$  il comparatore 1 diventa HIGH e invia il segnale di Reset al Flip Flop.  $\bar{Q}$  diventa HIGH, il transistor conduce (in saturazione) e il condensatore si scarica attraverso  $R_B$ . Quando la tensione  $v_C$  raggiunge  $V_{LT} = (1/3)V_{CC}$  l'uscita del comparatore 2 diventa HIGH e il Flip Flop riceve il segnale di Set. Il transistor si interdice e il ciclo ricomincia.

## Il timer 555: Astabile a duty cycle variabile

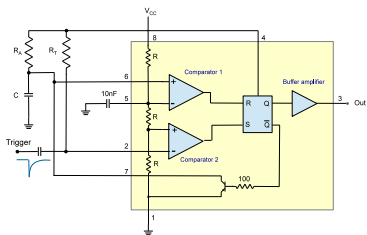


## Il timer 555: monostabile





## Il timer 555: monostabile(2)



Supponiamo inizialmente  $\overline{Q} = 1$  e il condensatore C, scarico. L'uscita Q è a zero

A  $t = 0$  l'impulso negativo di trigger porta il comparatore  $C_2$  a HIGH:

$\Rightarrow Q = 1 \overline{Q} = 0$

Il transistor si interdice e C inizia a caricarsi:

$$v_c(t) = V_{CC}(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

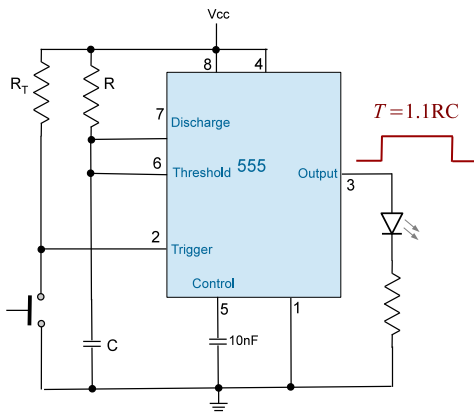
Quando  $v_c(t)$  arriva a  $V_{HT} = (2/3)V_{CC}$  il comparatore  $C_1$  diventa HIGH e invia il segnale di Reset al Flip Flop. Il transistor passa in saturazione e il condensatore inizia a scaricarsi.

In uscita si ha quindi un impulso positivo di durata

$$T = RC \log_e 3 = 1.1RC$$

come si ricava facilmente.

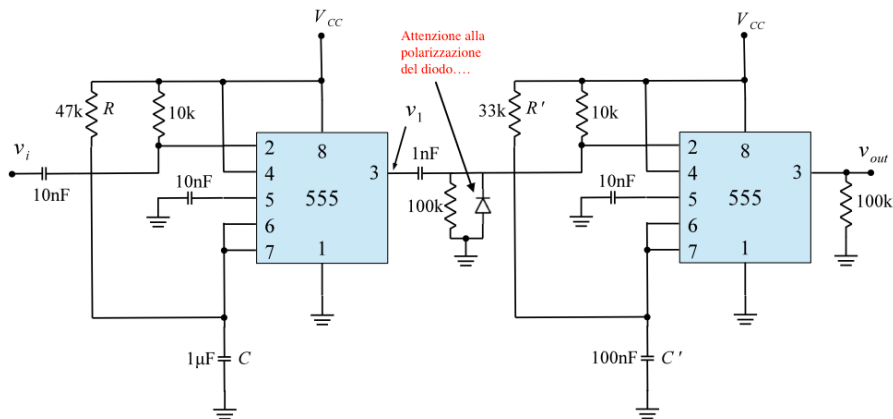
## Il timer 555: altro esempio di monostabile



# Esperienza 7: Doppio monostabile con 555 e generatore di rumore

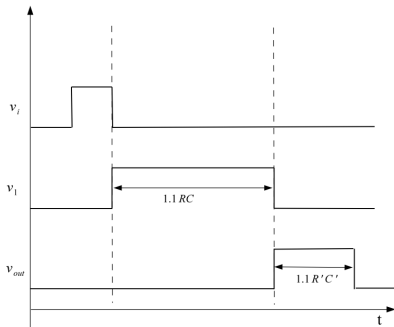
## Esperienza 7: Doppio monostabile con 555 e Generatore di rumore

- Circuito in grado di fornire un impulso positivo di durata prefissata, che abbia un ritardo prefissato rispetto ad un impulso di ingresso (trigger).
- Due monostabili in cascata, realizzati utilizzando due integrati 555



## Esperienza 7: Doppio monostabile con 555 e Generatore di rumore (2)

- Il primo monostabile fornisce un impulso positivo ( $v_1$ ) di ampiezza pari a  $V_{CC}$  e di durata  $T = 1.1RC$ , sincronizzato con il fronte di discesa del segnale di trigger ( $v_i$ ).
- Il secondo, un impulso di ampiezza pari a  $V_{CC}$  e di durata  $T' = 1.1R'C'$ , sincronizzato con il fronte di discesa di ( $v_1$ )

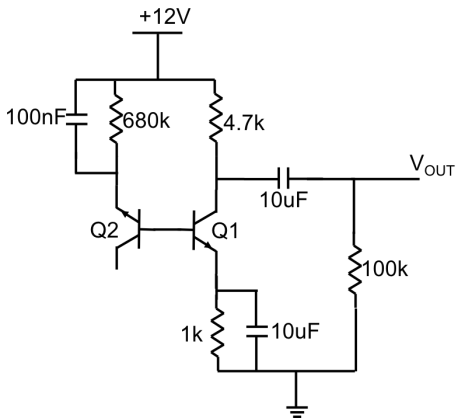


- Con i valori dati:
  - $R = 47k$  e  $C = 1\mu F \rightarrow T \approx 1.1RC = 52mS$
  - $R' = 33k$  e  $C' = 100nF \rightarrow T' \approx 1.1R'C' = 3.6mS$

- Costruire il circuito e verificarne il funzionamento utilizzando come sorgente di trigger il generatore di onda quadra.

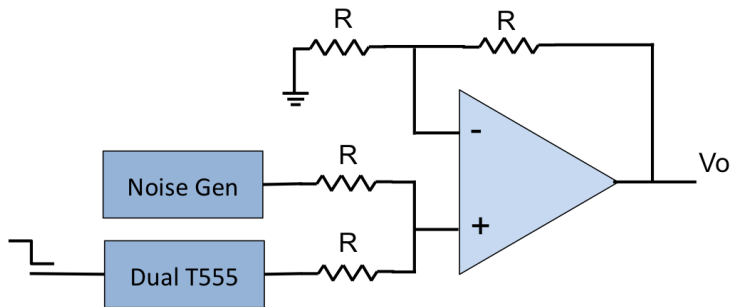
## Esperienza 7: Doppio monostabile con 555 e Generatore di rumore

- Realizziamo la sorgente di rumore con 2N2222A.
- Giunzione base-emettitore del transistor Q2 e' nella regione di breakdown  $\rightarrow$  rumore *avalanche* dovuto a collisioni casuali elettroni-reticolo.
- Q1 in configurazione CE con  $A \simeq 45dB$



- Verificare il funzionamento del circuito caratterizzando il segnale di rumore

- Circuito sommatore segnale + rumore



- Verificare il funzionamento del circuito