

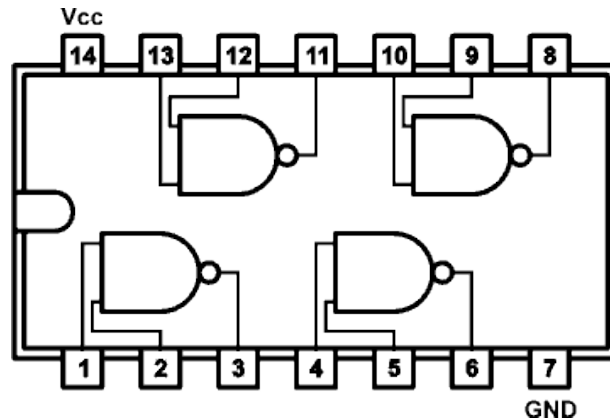
MULTIVIBRATORI

Un multivibratore è un circuito costruito in modo tale da generare in uscita due soli livelli di tensione; questi livelli hanno un valore di 0 V e 5V.

Poiché usiamo la logica positiva questi rappresentano anche i valori logici 0 e 1.

CIRCUITO NAND SN74LS00N

Per costruire un multivibratore utilizziamo il circuito integrato SN74LS00N contenente quattro porte logiche NAND, alimentato con una tensione continua di $V_{cc}=5\text{ V}$.



In questa parte dell'esperienza ci siamo occupati di verificare che il comportamento delle porte NAND del nostro integrato rispettino effettivamente la tabella di verità.

Questo integrato lavora con valori digitali e perciò sugli ingressi si devono mandare segnali che corrispondano ai valori logici 0 e 1.

Il segnale logico 0 viene riconosciuto dall'integrato ogniqualvolta sull'ingresso applichiamo una tensione di 0 V, per questo motivo colleghiamo l'ingresso alla terra. Invece per il segnale logico 1 dobbiamo applicare all'ingresso un segnale costante di tensione 5V che è anche la tensione di alimentazione dell'integrato. Quindi i due ingressi di ogni porta possono essere collegati alternativamente a terra o all'alimentazione. Questa operazione può essere velocizzata inserendo un pulsante il quale, una volta premuto, faccia passare la tensione che lo attraversa da 5V a 0V.

Abbiamo dunque visualizzato e misurato l'uscita delle porte NAND sull'oscilloscopio per tutte le combinazioni di 0 e 1 sugli ingressi. Le uscite dovrebbero rispettare la tabella di verità per la funzione logica NAND. I due ingressi di ogni porta sono indicati con A e B, invece l'uscita è rappresentata da Y.

A	B	$Y = \overline{A \cdot B}$
0	0	1 (4,2 V)
0	1	1 (4,2 V)
1	0	1 (4,2 V)
1	1	0 (80 mV)

Effettivamente il circuito integrato rispetta la tabella di verità della funzione NAND.

I valori delle tensioni in uscita dalle porte NAND non sono perfettamente a 0V e 5V ma possono essere valori che si discostano da essi, questo effetto è dato da cadute di tensione all'interno dell'integrato.

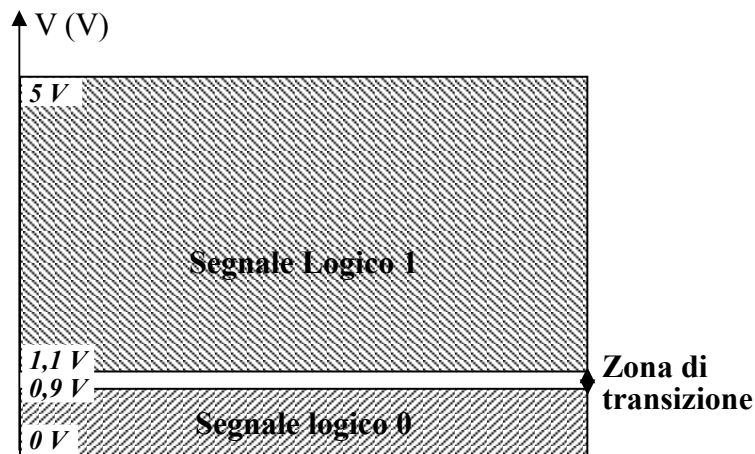
Quindi ora ci occupiamo di verificare per quale valore di tensione vi è la transizione tra un segnale

considerato basso e uno considerato alto.

Per far ciò, sull'ingresso A forniamo il segnale logico 1, collegandolo al canale dell'alimentatore di tensione che è fisso a 5 V, quindi colleghiamo l'ingresso B a un altro canale dell'alimentatore dove variamo la tensione erogata a partire da 0 V. In questo modo aumentiamo la tensione fino a quando il segnale logico 0 diventerà 1 e non appena il circuito riconoscerà questo nuovo valore logico, l'uscita della porta NAND passerà da 1 a 0.

Verifichiamo che ciò avviene quando la tensione sull'ingresso B è pari a un valore tra 0,9 V e 1,1 V. In questo intervallo di tensione il segnale è molto disturbato indice del fatto che il circuito non sa che valore logico assegnare per tale intervallo di tensione. Superato questo intervallo, da 1,2 V in poi, l'ingresso B viene percepito definitivamente come 1, per cui l'uscita del NAND diventa 0 e il segnale non risulta più disturbato.

A	B	$Y = \overline{A \cdot B}$
1	0	1
1	1	0

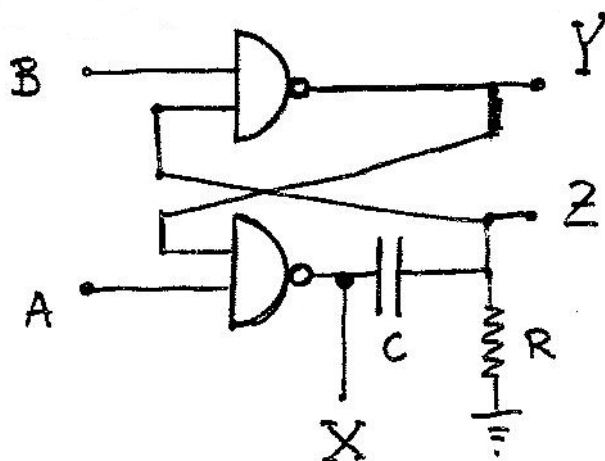


MULTIVIBRATORE MONOSTABILE

Un multivibratore si dice monostabile quando ha un solo stato stabile in uscita.

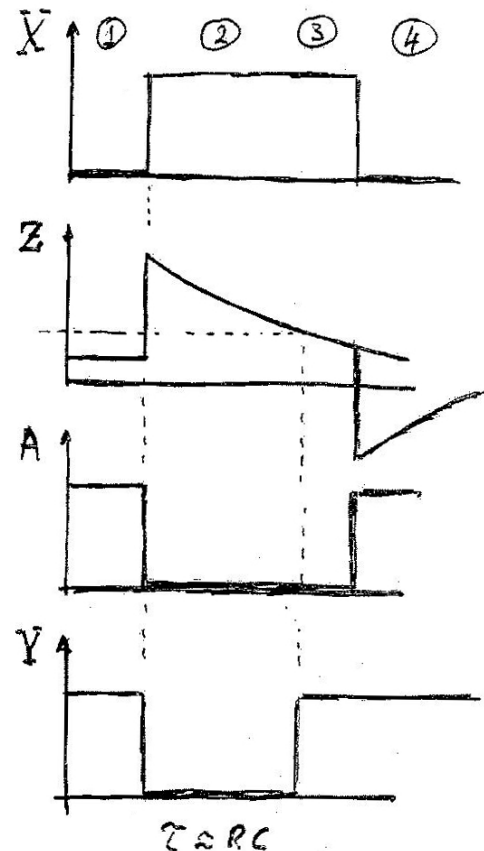
Infatti il circuito inizialmente risiede in uno stato stabile dal quale con un impulso di tensione in ingresso può passare all'altro stato e mantenersi in questo per un periodo di tempo pari a $\tau = RC$ indipendentemente dallo stato dell'ingresso. Dopo, il circuito ritornerà automaticamente nello stato stabile.

Servendoci dell'integrato precedentemente testato (SN74LS00N) abbiamo costruito il seguente circuito inserendo un condensatore $C = 90 \text{ nF}$ e una resistenza $R = 1 \text{ k}\Omega$ in modo tale da avere una costante di tempo $\tau = RC$ dell'ordine di 10^{-4} secondi.



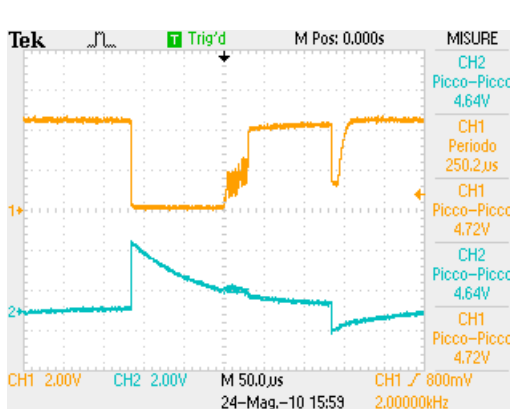
L'ingresso B viene mantenuto costante a 5 V per dare il segnale logico 1, mentre sull'ingresso A viene mandato un'onda quadra con ampiezza 5 Vpp e un offset di 2,5 V per poter generare due livelli di tensione a 0V e 5V.

Il comportamento che ci attendiamo e' rappresentato in figura:



Inizialmente, considerato $A=B=1$, si ha che $Z=X=0$ perché collegati a un condensatore in un primo momento scarico, ed essendo Z l'ingresso di una porta NAND, l'uscita di questa (Y) sarà uguale a 1. In seguito l'oscillazione dell'onda quadra in ingresso porterà ad avere $A=0$ e $B=1$: ne consegue necessariamente che $X=1$. Un gradino di tensione di circa 5V sul condensatore porterà questo a funzionare da corto circuito e a portare Z a 1. In questo modo si avrà $Y=0$.

A questo punto si può visualizzare sull'oscilloscopio il comportamento dell'uscita Z, la quale decresce man mano che il condensatore si carica.



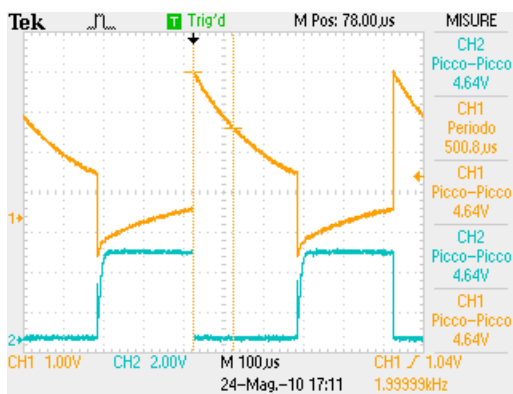
Nel nostro caso la frequenza del segnale A è pari a $f = 2$ kHz.

In giallo e' visualizzata l'uscita Y mentre in blu l'uscita Z.

L'uscita Z, diminuendo esponenzialmente, partirà da un valore logico 1 per arrivare a un valore logico 0.

Poiché Z decresce lentamente, il passaggio tra i due valori non avviene improvvisamente ma vi e' una zona di transizione lunga una qualche decina di nanosecondi caratterizzata da disturbi, che si ripercuote anche sull'uscita Y. In questa zona la tensione è tra 1V e 2V e, come precedentemente trattato, il circuito non sa riconoscere a quale livello logico appartenga questo valore di tensione.

Per evitare questo inconveniente occorre che il condensatore si carichi più in fretta, ovvero bisogna aumentare la costante di tempo τ . Cambiando la vecchia resistenza con una da $R = 10$ k Ω si ottiene una costante di tempo più lunga, questa risulta essere dell'ordine di $\tau = RC = 10^{-3}$ secondi.

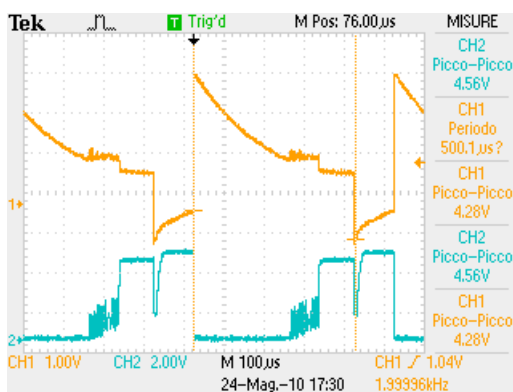


Sempre con una frequenza di $f = 2 \text{ kHz}$ cambiamo la simmetria dell'onda quadra, impostandola all'80%: ciò vuol dire che il livello alto del segnale avrà una durata pari al 80% del periodo dell'onda quadra (in figura i cursori rappresentano la lunghezza del segnale A quando è a 0). In figura in giallo è rappresentata l'uscita Z mentre in blu l'uscita Y.

Quando il segnale A diventa zero, l'uscita Y si porta anch'essa a zero mentre l'uscita Z diventa alta. Dopo il 20% del periodo di A, l'ingresso ritorna immediatamente a 1 ma le caratteristiche del monostabile comportano che ciò non

interferisca con il valore di tensione delle uscite Y e Z.

Terminato quindi il ruolo del segnale A, ora è l'uscita Z a decidere quando variare Y in quanto la tensione su Z decresce man mano che il condensatore si carica, fino ad arrivare al punto in cui il segnale Z diventa uno 0 logico. A questo punto, con $Z=0$, Y torna al valore $Y=1$ nel suo stato stabile.



Sempre alla frequenza di 2 kHz, impostiamo questa volta la simmetria dell'onda quadra al 20%, (cioè il segnale è alto per il 20% del suo periodo), la durata dell'impulso A sarà quindi molto più lunga, perfino maggiore della costante di tempo del condensatore. Nonostante ciò, la durata del segnale all'uscita Y è sempre la stessa.

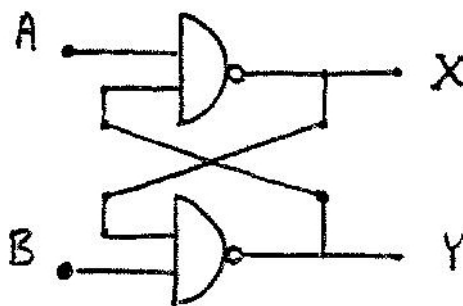
In giallo è visualizzato Z, in blu l'uscita Y, i cursori rappresentano la lunghezza dell'impulso A.

MULTIVIBRATORE BISTABILE (FLIP/FLOP)

Un multivibratore si dice bistabile quando può mantenere uno dei due stati stabili per un periodo di tempo indefinito. Esso può passare da uno stato all'altro mediante degli impulsi di tensione agli ingressi di durata arbitraria.

Questo multivibratore viene anche chiamato flip-flop e costituisce il più semplice magazzino di memoria in quanto può mantenere uno stato stabile (ovvero un valore binario, un bit) fino a quando non viene fatto un reset del circuito.

Esso è costituito da porte NAND collegate nel modo seguente:



Per costruirlo ci serviamo del circuito integrato SN74LS00N, alimentato con tensione continua di 5 V.

Verifichiamo ora se il comportamento del nostro circuito è concorde con la tabella di verità.

A	B	X	Y
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	0	1
		1	0
0	0	1	1

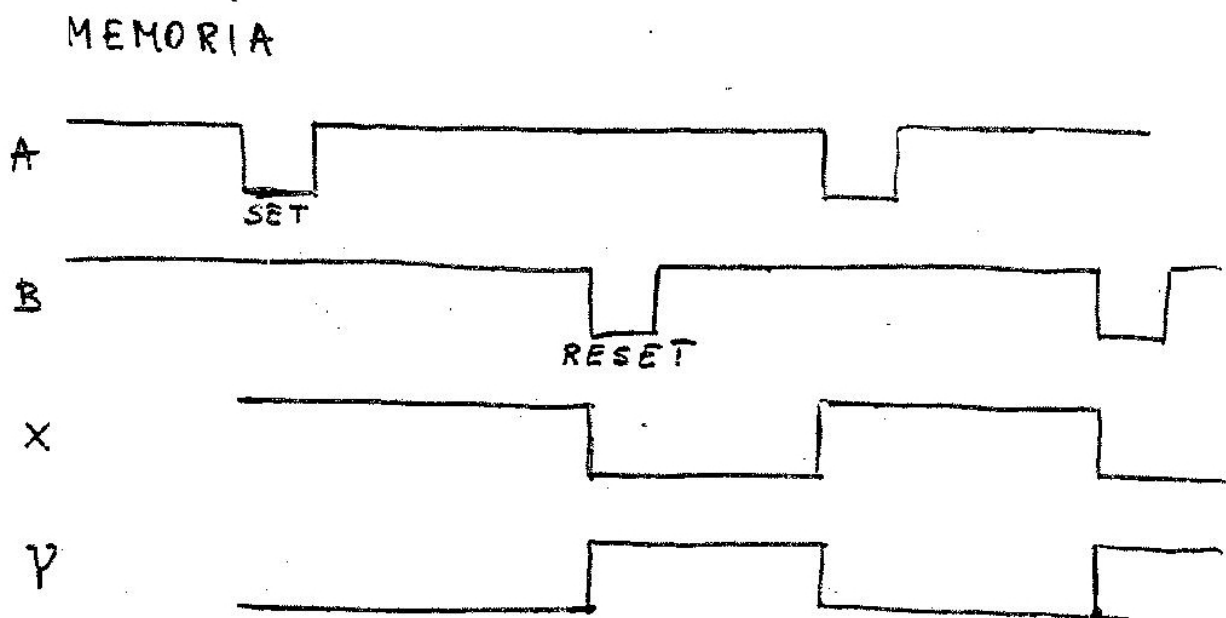
Mantiene lo stato precedente

L'ultimo caso non è usato perché si fa sempre in modo che X e Y siano sempre l'una il complemento dell'altra.

I segnali 0 e 1 vengono generati ponendo rispettivamente l'ingresso a terra e all'alimentazione dell'integrato.

Misurando i valori delle uscite sull'oscilloscopio abbiamo verificato che il flip flop rispetta effettivamente la tabella di verità, inoltre quando abbiamo un valore di 5V per entrambi gli ingressi le uscite dipendono dagli stati precedenti di queste.

Vogliamo ora verificare se il circuito si comporta come dispositivo di memoria.



Il passaggio da un valore di tensione all'altro per i due ingressi A e B viene agevolato tramite l'introduzione di un pulsante per ciascun ingresso. In questo modo quando il pulsante non è premuto, l'ingresso è alimentato dal generatore e si ha segnale logico 1, mentre quando premiamo il pulsante, mandiamo l'ingresso a terra, per cui si avrà segnale logico 0. È indispensabile inserire una resistenza tra l'alimentatore e il pulsante in modo da non cortocircuitare il generatore quando si preme il pulsante.

A questo punto, mantenendo B=1 e portando l'ingresso del flip flop A a 0 per un breve intervallo di tempo, viene eseguita la funzione di *set*: le due uscite diventano X=1 e Y=0. Ora finché non viene resettato il circuito, i valori delle uscite si manterranno in questo stato stabile: il circuito funziona in questo modo come elemento di memoria. Dopodiché, portando B a 0, viene eseguita la funzione *reset*: le due uscite diventano X=0 e Y=1 contrariamente alla situazione precedente. Il circuito come detto precedentemente manterrà stabili questi valori delle uscite. Eseguendo un'altra volta la funzione *set* il circuito scambierà nuovamente gli stati delle uscite.