



Università degli Studi di Bergamo

SCUOLA DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica (LM-32)

Laboratorio di Elettronica - Trigger di Schmitt, Oscillatore e Monostabile

Gruppo:

Raffaele Giacomo Giovanni Di Maio

Matricola 1053435

Nicholas Iotti

Matricola 1058728

Giorgio Passarella

Matricola 1079287

Emilio Meroni

Matricola 1080976

Anno Accademico 2025–2026

Trigger di Schmitt

L'amplificatore operazionale è un circuito elettronico che permette di confrontare due tensioni in ingresso e fornirne la differenza tra le due moltiplicata per un fattore di amplificazione A .

$$V_{out} = A \cdot (V^+ - V^-)$$

Nel caso ideale $A \rightarrow \infty$, pertanto l'uscita V_{out} saturerà alla tensione di alimentazione positiva V_{DD} solo se la differenza tra le due tensioni è maggiore di zero, altrimenti $V_{out} = -V_{DD}$.

Questo permette di utilizzarlo come comparatore di due tensioni. Tuttavia nella realtà sono presenti delle problematiche dovute alla presenza di rumore elettronico che porta il segnale in uscita ad avere degli scatti spurri dovuti al ripetuto passaggio della soglia a causa del rumore stesso. Per risolvere questo problema si utilizza il trigger di Schmitt 1.

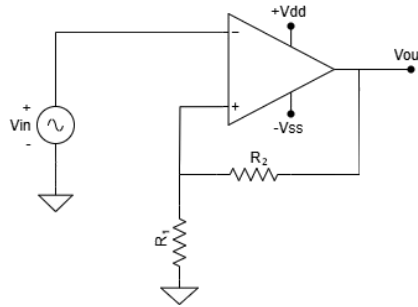


Figura 1: Schematico del Trigger di Schmitt

Grazie all'utilizzo di una soglia dinamica, dipendente da V_{out} , permette di avere in uscita un segnale meno sensibile al rumore in ingresso.

1. Ipotizzando uno stato iniziale in cui $V_{in} \ll 0$ allora si ha che V_{out} satura a V_{DD} , questo porta ad avere un potenziale in:

$$V^+ = \frac{R_1}{R_2 + R_1} \cdot V_{DD} = \frac{V_{DD}}{2} = V_H^+$$

determinando la soglia;

2. Quando $V_{in} > V_H^+$ allora $V_{out} = V_{SS}$, ciò comporta ad avere $V^+ = \frac{V_{SS}}{2} = V_L^+$, ovvero una nuova soglia;
3. Si rimane nello stato 2 fino a quando V_{in} diventa inferiore di V_L^+ ripartendo dal punto 1.

Questo andamento genera un ciclo di isteresi, figura 2, con ampiezza:

$$\frac{2R_1}{R_1 + R_2} \cdot V_{DD}$$

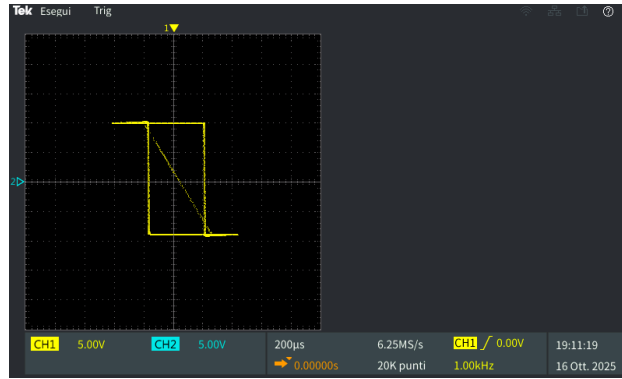


Figura 2: Ciclo di isteresi del Trigger di Schmitt

I valori utilizzati per testarne il funzionamento sono riportati a tabella 1:

Elemento	Valore
V_{DD}	10 V
$V_{in\ pp}$	20 V
$freq$	1 KHz
R_1	9.0 KΩ
R_2	9.0 KΩ

Tabella 1: Valori utilizzati nel circuito: Trigger di Schmitt.

Da cui sono stati ricavati i grafici a figura 3.

Oscillatore

L'oscillatore è un circuito elettronico che genera un segnale ad onda quadra con un duty cycle pari al 50 per cento. Questo viene fatto attraverso la carica e la scarica di un condensatore (vedi circuito). Il funzionamento del circuito si può suddividere in due fasi: $v_{out}=V_{dd}$ $v_{out}=-V_{dd}$

E' possibile inoltre osservare la carica e scarica del condensatore nel tempo attraverso le seguenti equazioni: $V_c(t_1)$ $V_c(t_2)$

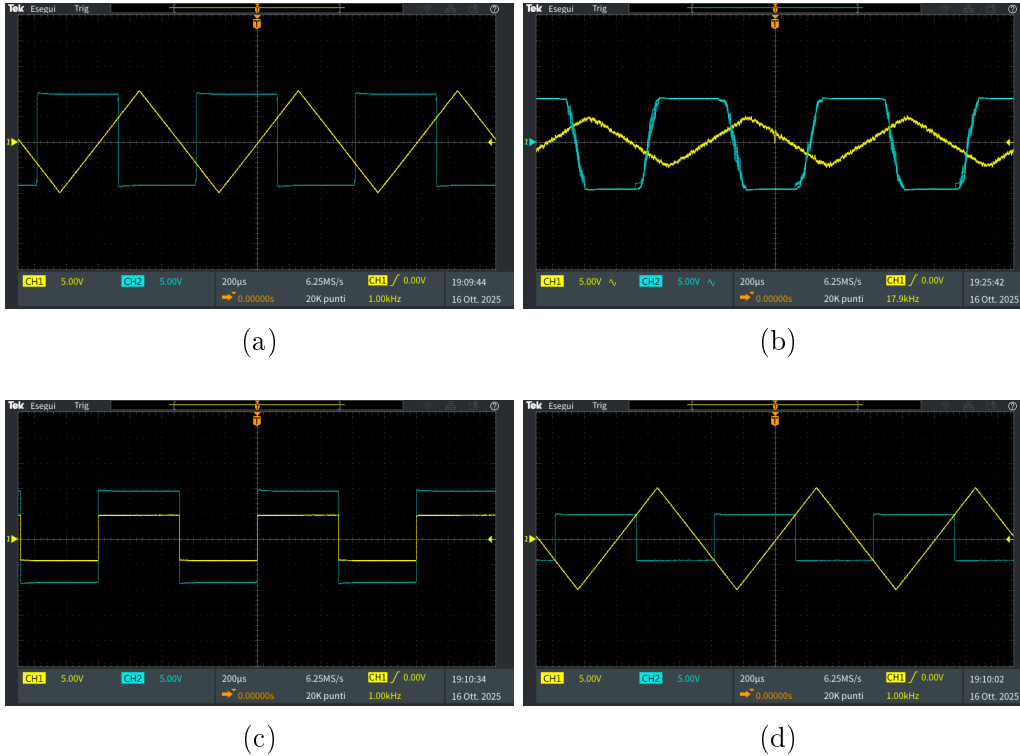


Figura 3: Figure *a* e *b*: V_{in} in giallo e V_{out} in azzurro, confronto con segnale in ingresso non rumoroso (*a*) e rumoroso (*b*). Figura *c*: in giallo la soglia dinamica, V^+ , in azzurro l'uscita. Figura *d*: Soglia dinamica confrontata con l'ingresso (in giallo).

Dalle quali possiamo ricavarci i due periodi T_1 , T_2 e il periodo totale del segnale T : $T_1 = T_2 = T$

Infine modificando il valore della resistenza R si può controllare il valore della costante di tempo τ influenza la frequenza dell'onda generata (guardare plot)

In questo circuito si ottiene un duty cycle del 50 dovuto alla carica e scarica del condensatore sulla stessa resistenza. Di conseguenza se si volesse modificare questo parametro si dovrebbe utilizzare un schema circuitale composto da due diodi opposti con resistenze R_3 e R_4 diverse.

Monostabile

Il Monostabile è un circuito elettronico che riceve in ingresso un segnale e dà in uscita un impulso di durata ben definita. Inoltre, il fronte d'onda ascen-

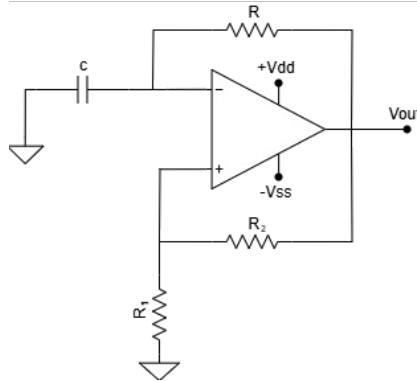


Figura 4: Schematico oscillatore.

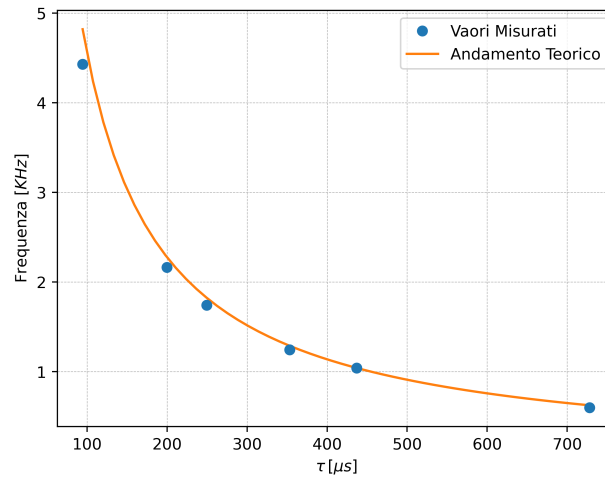


Figura 5: Variazione della frequenza al variare della costante di tempo τ .

dente del segnale in uscita è sincronizzato con il fronte d'onda discendente del segnale in ingresso.

In una configurazione iniziale con diodo collegato in parallelo alla capacità, questo porta l'uscita ad essere costante al valore di accensione del diodo circa 0.7V a causa del fluire della corrente nel percorso a resistenza più bassa e quindi la capacità smette di caricarsi.

La presenza del derivatore (filtro passa-alto) permette di estrarre gli impulsi a delta di dirac da un segnale in ingresso e questo fa sì che la soglia dinamica cambi. In aggiunta, collegando un diodo al derivatore fa sì che passino solo gli impulsi negativi e quindi che il segnale venga disaccoppiato dal resto del circuito.

La durata dell'impulso è definita dalla costante tau e dalle resistenze R1

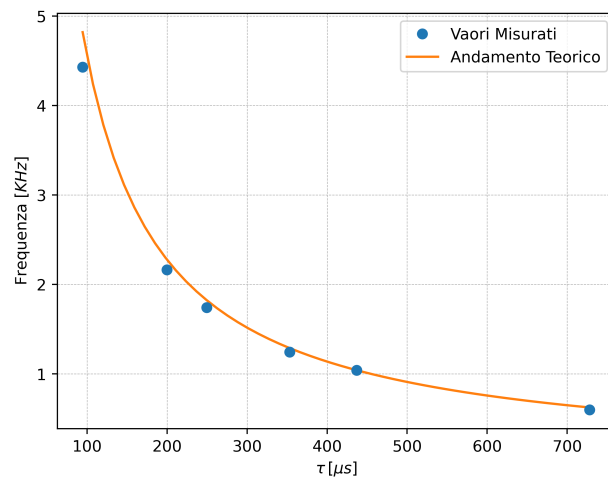


Figura 6: Variazione della frequenza al variare della costante di tempo τ .

e R2: formule...

Tabella dati $f=100\text{hz}$ $V_{dd}=10\text{V}$ $R=\text{tre da } 9\text{kohm}$ e una resistenza variabile da 10.3kohm $C=70\text{nF}$ $C_T=1\text{nF}$