

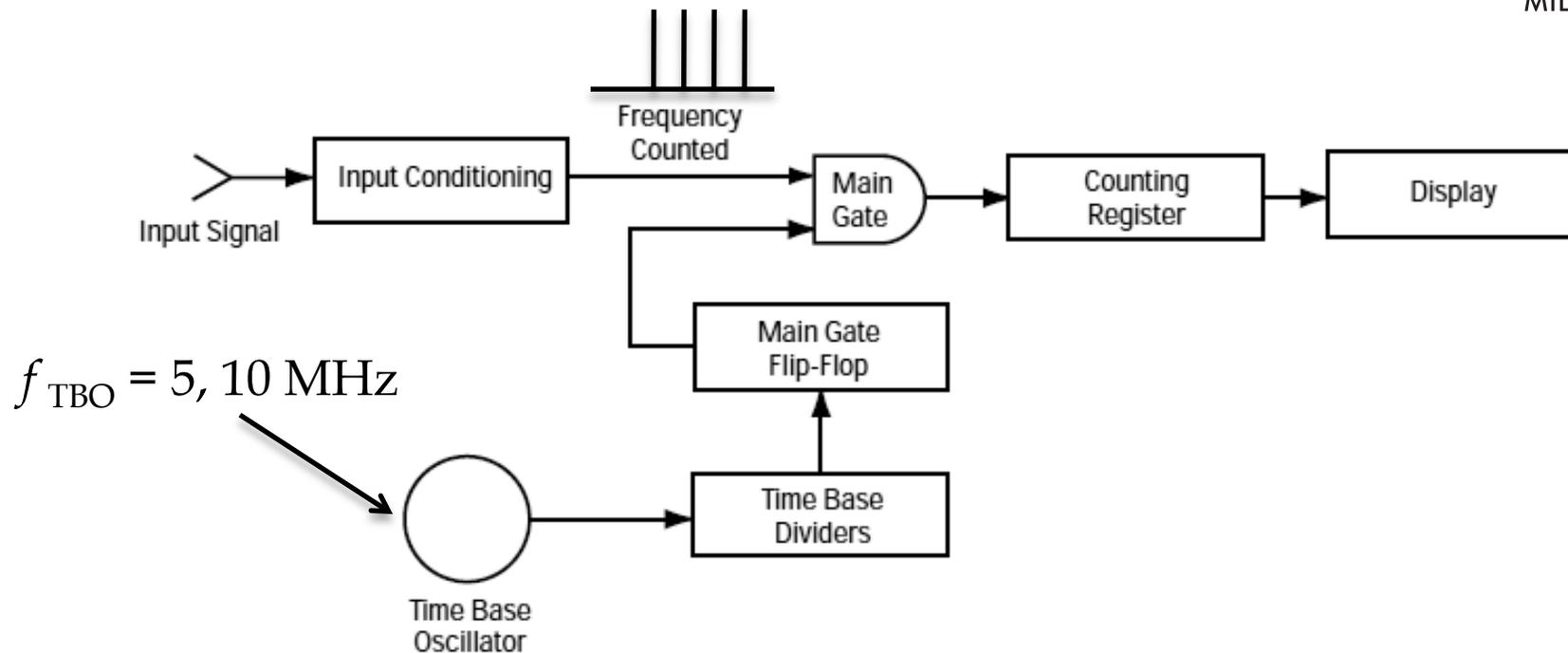


I Contatori Elettronici





- Misure di frequenza
- Misure di periodo
- Misure di rapporto di frequenza
- Misure di intervallo di temporale
- Misure totali tra due segnali



La frequenza di un segnale ripetitivo può essere definita come il numero di cicli nell'unità di tempo:

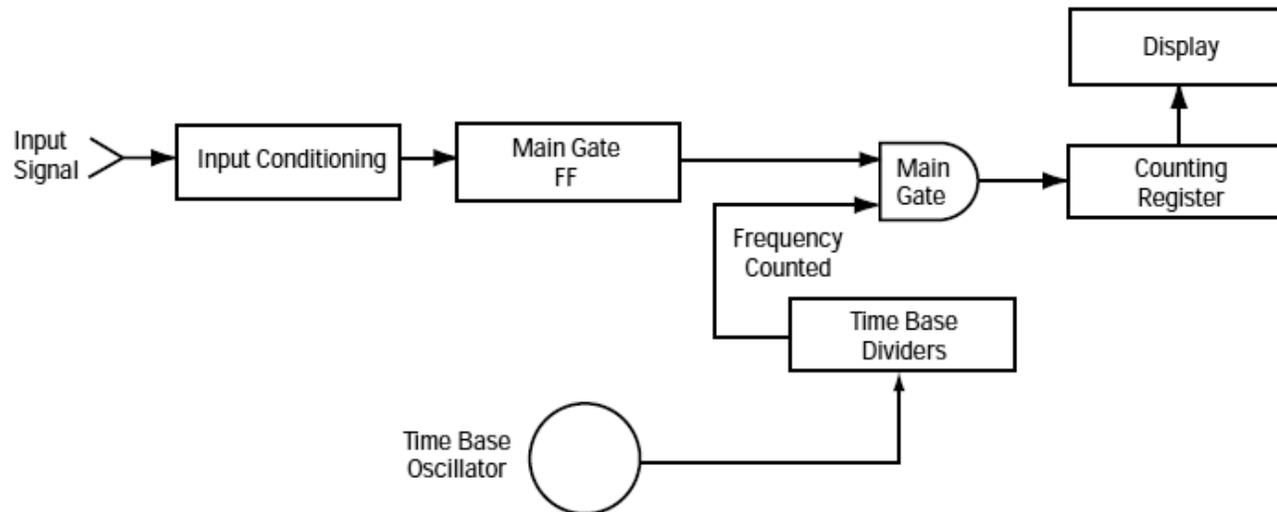
$$f = n / t$$

Se t è pari a 1 s la frequenza viene espressa come n cicli al secondo o Hz

I Contatori Elettronici - Misure di Periodo



POLITECNICO
MILANO 1863



Il periodo P di un segnale è l'inverso della sua frequenza:

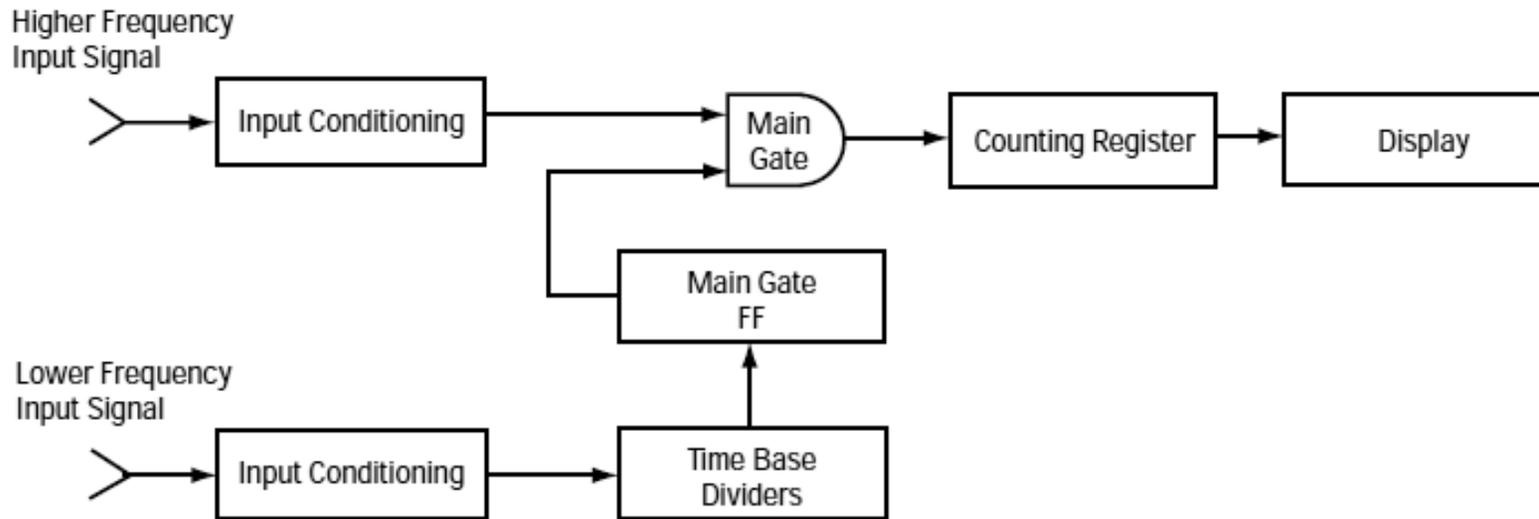
$$P = 1 / f = t / n$$

Il periodo è il tempo che impiega un segnale a completare una oscillazione. Se il tempo di una oscillazione viene calcolato su molti periodi → **media su periodi multipli**. Le misure di periodo permettono di ottenere misure più accurate a bassa frequenza: Misura di frequenza a 100 Hz su un display a 8 cifre e 1 secondo di tempo di apertura: 00000.100 kHz. Misura di periodo sullo stesso segnale con oscillatore a 10 MHz: 0010000.0 μ s. → Risoluzione incrementata di un fattore 1000.

I Contatori Elettronici - Misure di Rapporto di Frequenza



POLITECNICO
MILANO 1863



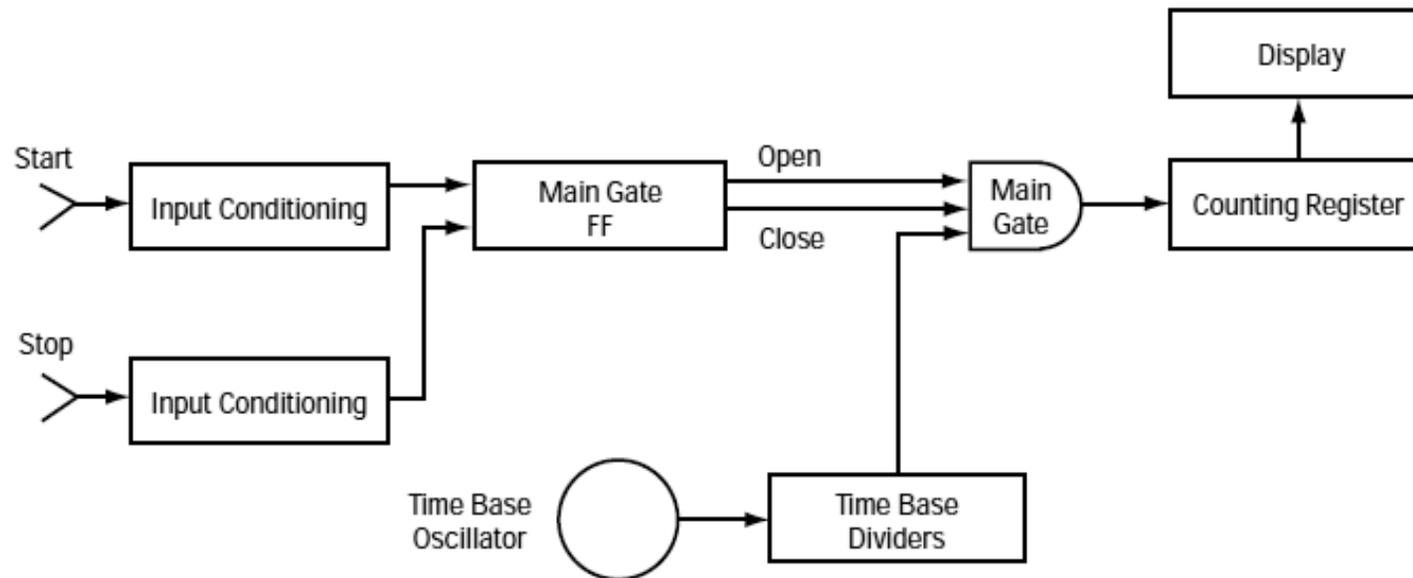
Il rapporto di due frequenze è determinato utilizzando la frequenza inferiore come segnale di controllo dell'apertura della porta del contatore. Il segnale a frequenza più alta è contato attraverso il registro contatore.

L'accuratezza della misura può essere incrementata utilizzando la tecnica di media multipla.

I Contatori Elettronici - Misure di intervallo temporale



POLITECNICO
MILANO 1863

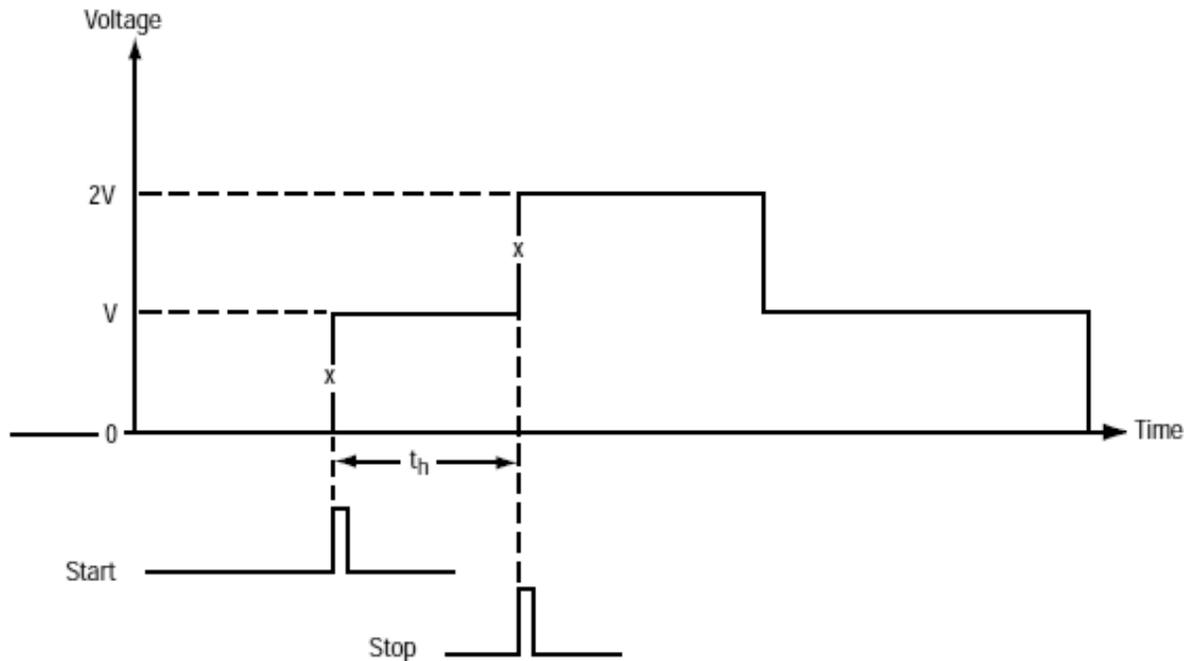


La porta principale (*main gate*) è ora controllata da due input indipendenti: l'input di START, che apre la porta del contatore e quello di STOP che la chiude. Gli impulsi di Clock vengono accumulati mentre la porta del contatore rimane aperta. Il loro conteggio indica il tempo passato tra l'evento di START e di STOP.

I Contatori Elettronici - Misure di intervallo temporale



POLITECNICO
MILANO 1863

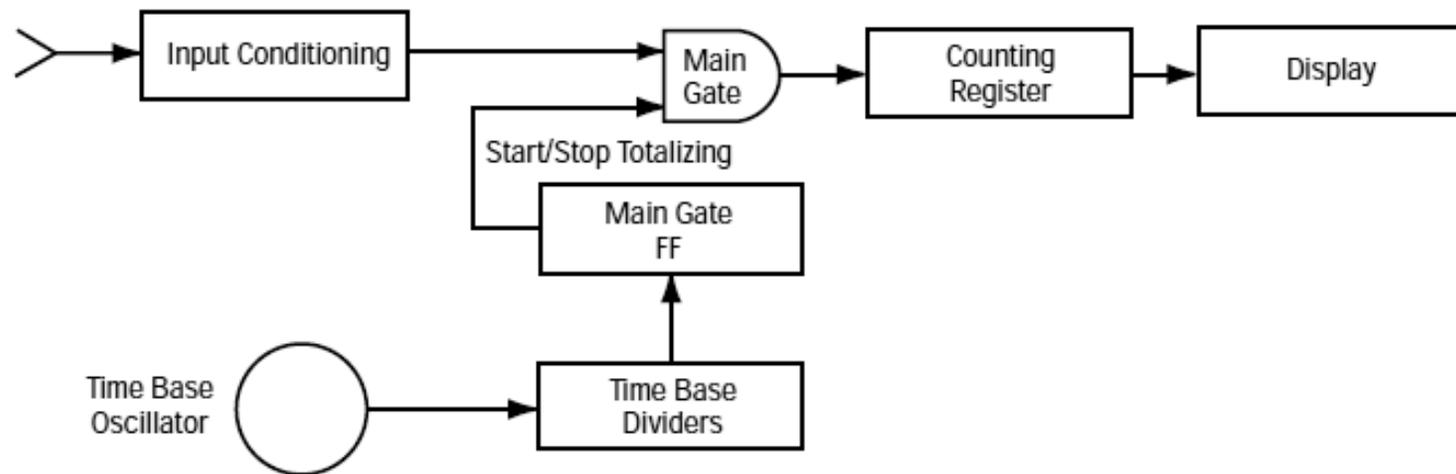


Il circuito deve essere in grado di sincronizzarsi (*trigger*) su eventi che possiedono caratteristiche di ampiezza differenti.

I Contatori Elettronici - Misure totali tra due segnali



POLITECNICO
MILANO 1863



Funzionalità simile a quella del contatore in modalità frequenza. Viene utilizzata per contare il numero totale di uno specifico gruppo di impulsi. Posso accumulare i conteggi di due canali e farne la somma o la differenza ($A+B$) o ($A-B$) semplicemente attraverso il comando manuale del pannello di controllo frontale dello strumento, impostando l'istante di START e di STOP della misura.

I Contatori Elettronici - Altre funzioni



POLITECNICO
MILANO 1863

Tre altre funzioni sono implementate nei contatori convenzionali:

- Contatori normalizzati;
- Contatori programmati;
- Contatori prescalati.

Contatori normalizzati

I contatori normalizzati mostrano la frequenza del segnale misurato moltiplicato per una costante numerica:

$$y = a \cdot f$$

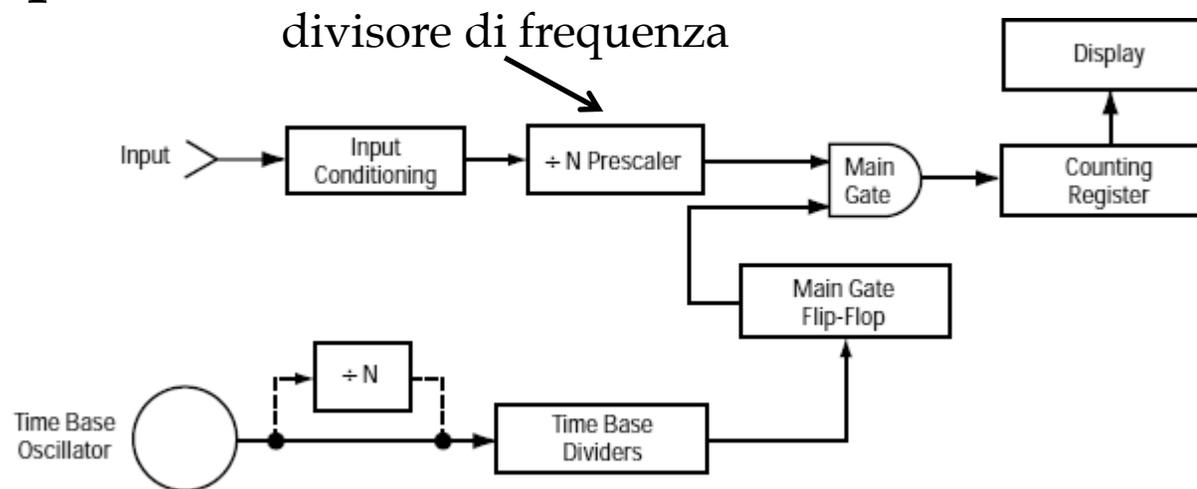
Questa tecnica è comunemente utilizzata per la misura di dei giri al minuto o il flusso in applicazioni industriali.



Contatori programmati

I contatori programmati inviano un segnale elettrico quando il display supera il valore programmato dall'utente all'interno del contatore elettronico. Il segnale elettrico è solitamente utilizzato per il controllo dell'equipaggiamento in applicazioni industriali. Ad esempio per misure di gruppi e per misurare i giri al minuto all'interno dei motori.

Contatori prescalati





Per aumentare la frequenza massima di conversione senza superare le capacità fisiche della porta principale e del contatore è possibile inserire un divisore (*prescaler*). Il divisore divide la frequenza del segnale in ingresso di un fattore N prima di entrare nella porta principale. Per fare la misura è quindi necessario che la porta principale rimanga aperta un tempo N volte più lungo per accumulare lo stesso numero di conteggi nel contatore. Il divisore richiede quindi un compromesso tra l'utilizzo di un contatore e di una porta principale con prestazioni meno stringenti e il costo di inserire all'interno del sistema un divisore addizionale, mantenendo la stessa risoluzione.

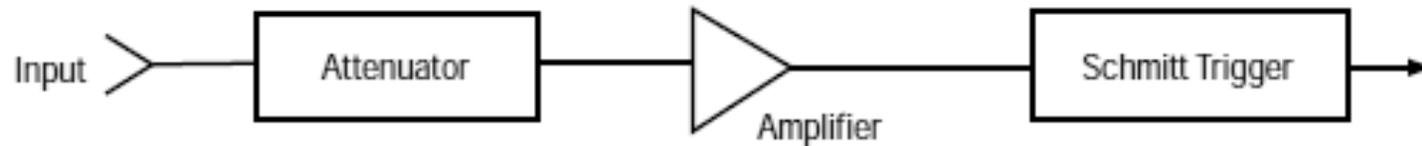
Difetti:

- risoluzione meno accurata a parità di tempo di misura N ;
- tempi di misura inferiori a 1 ms non utilizzabili.

I Contatori Elettronici - Considerazioni sul trattamento del segnale in ingresso

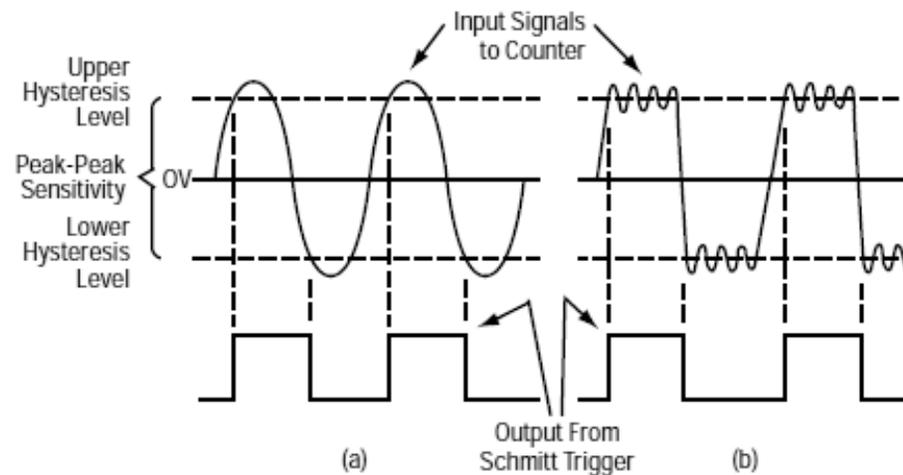


POLITECNICO
MILANO 1863



1- Sensibilità

Il più piccolo segnale contabile da un contatore. Si può migliorare utilizzando l'amplificatore prima del Trigger di Schmitt. Troppa sensibilità può causare falsi eventi di trigger.



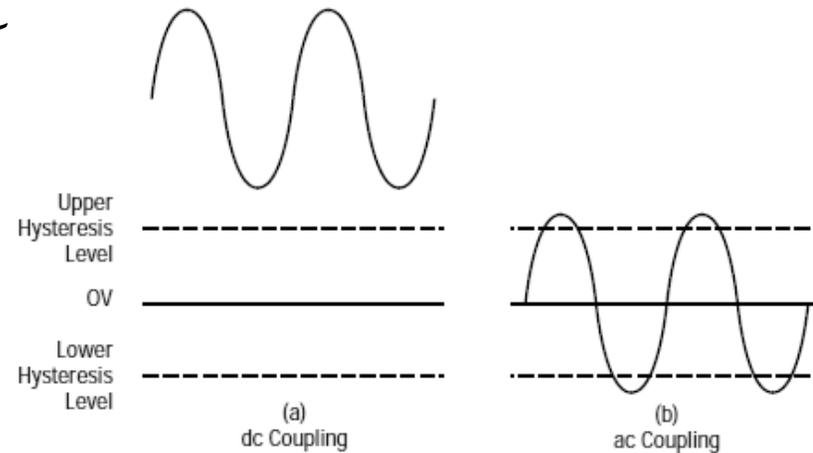
Sistemi Virtuali di Acquisizione Dati
Prof. Alessandro Pesatori

I Contatori Elettronici - Considerazioni sul trattamento del segnale in ingresso

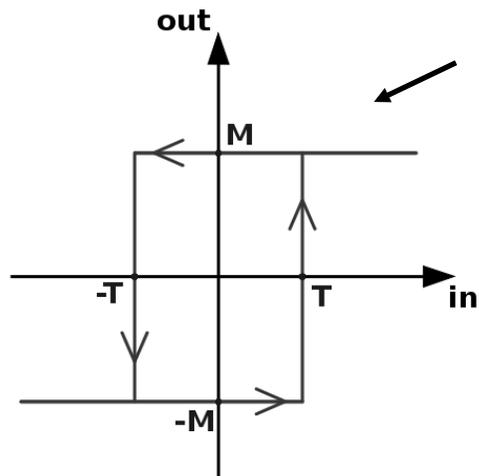


POLITECNICO
MILANO 1863

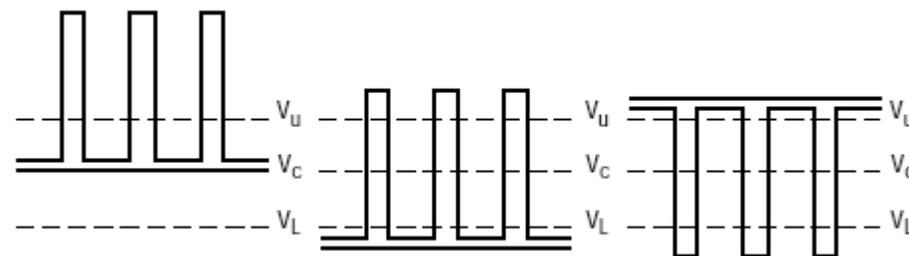
2-Accoppiamento AC- DC



3-Livello di trigger



Trigger di Schmitt



I Contatori Elettronici - Considerazioni sul trattamento del segnale in ingresso



POLITECNICO
MILANO 1863

4-Controllo della pendenza

Serve a decidere se il trigger di Schmitt debba generare un impulso sul fronte di salita o discesa del segnale.

5-Range dinamico

Zona lineare di utilizzo dell'amplificatore operazionale presente all'ingresso.

6-Attenuatori

Adattano la dinamica del segnale in ingresso a quella misurabile con il contatore.

7-Impedenza d'ingresso

1 M Ω per frequenze inferiori a 10 MHz e 50 Ω per quelle superiori.

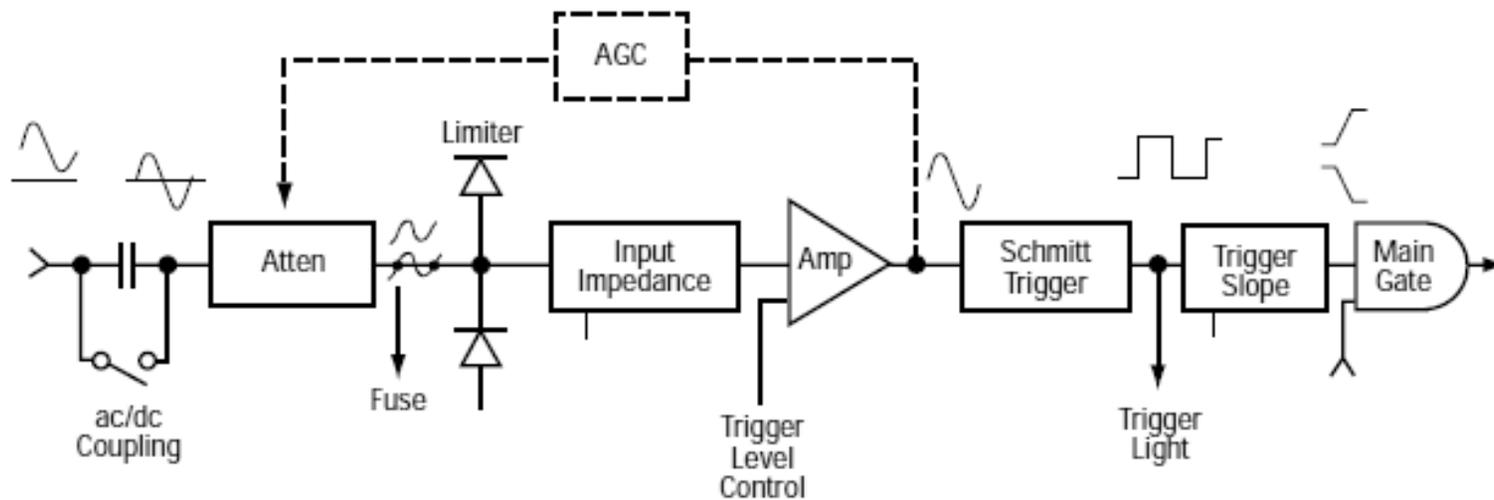
8-Controllo automatico del guadagno

Serve a controllare automaticamente la sensibilità del sistema di misura.

I Contatori Elettronici - Considerazioni sul trattamento del segnale in ingresso



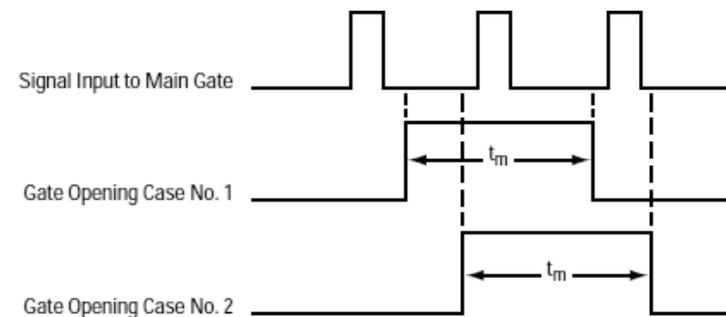
POLITECNICO
MILANO 1863



Schema riassuntivo dell'ingresso di un contatore



- Errori di conteggio ± 1 ;
- Errori della base dei tempi;
- Errori di trigger
- Errori sistematici





Condizioni:

- L'errore di conto ± 1 e di trigger (errori casuali) degradano significativamente la risoluzione su misure di intervalli di tempo.
- L'intervallo di tempo sia ripetitivo.

Accuratezza della misura a intervalli mediati

= $\pm 1n$ (1 count + trigger error)

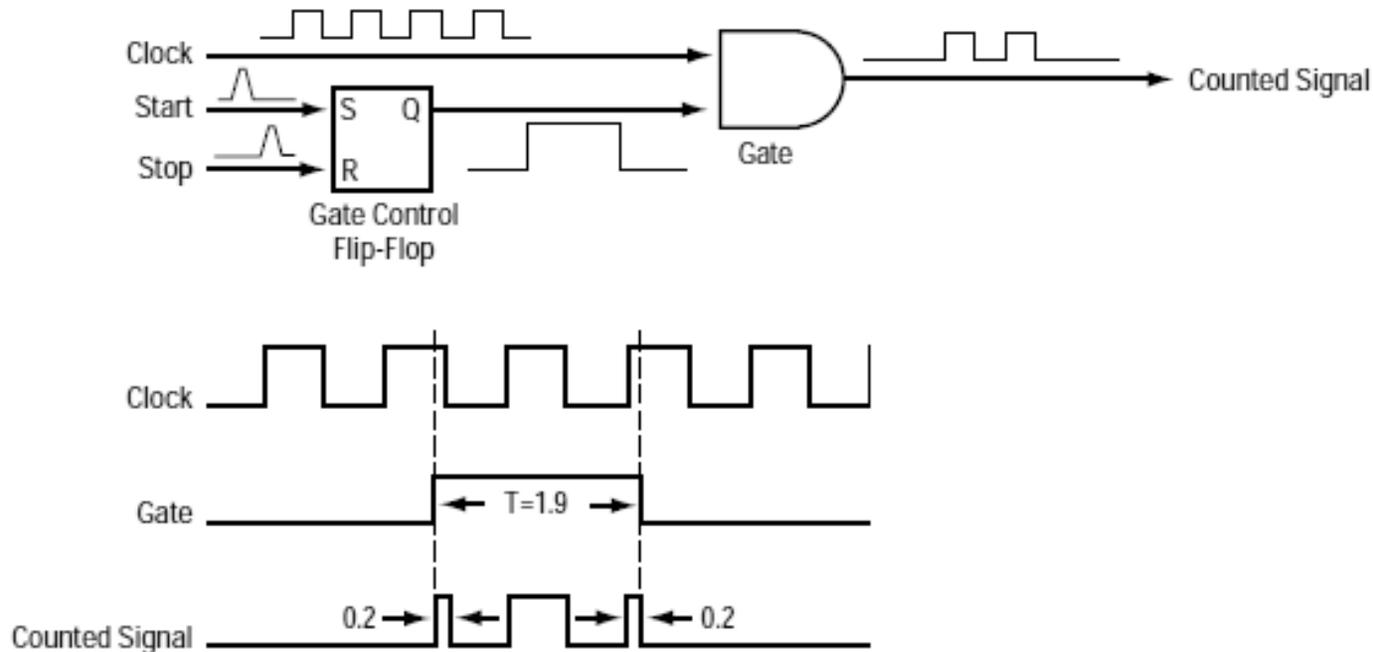
\pm errore della base temporale

\pm errore sistematico

I Contatori Elettronici - Misure di intervallo di tempo: Direct Gating



POLITECNICO
MILANO 1863

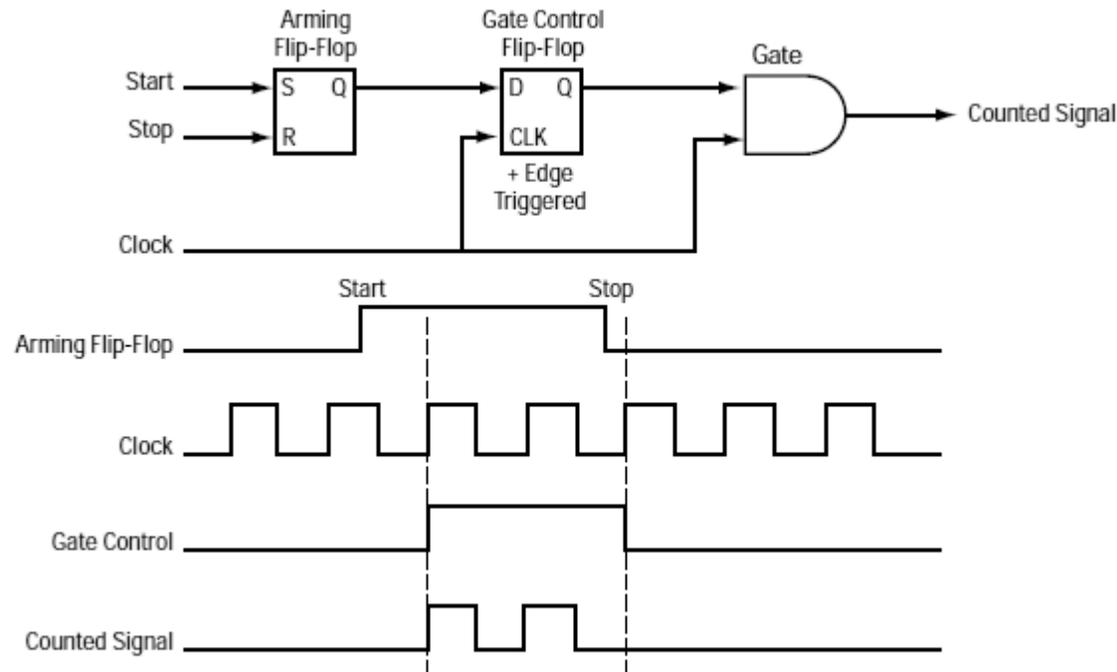


- Troncare gli impulsi di clock può generare errori superiori ad 1 conteggio;
- Le misure di tempo saranno affette da errori non stimabili;
- Il contatore non misura intervalli di tempo inferiori a quelli della minima larghezza d'impulso misurabile.

I Contatori Elettronici - Misure di intervallo di tempo: Synchronized Gating



POLITECNICO
MILANO 1863



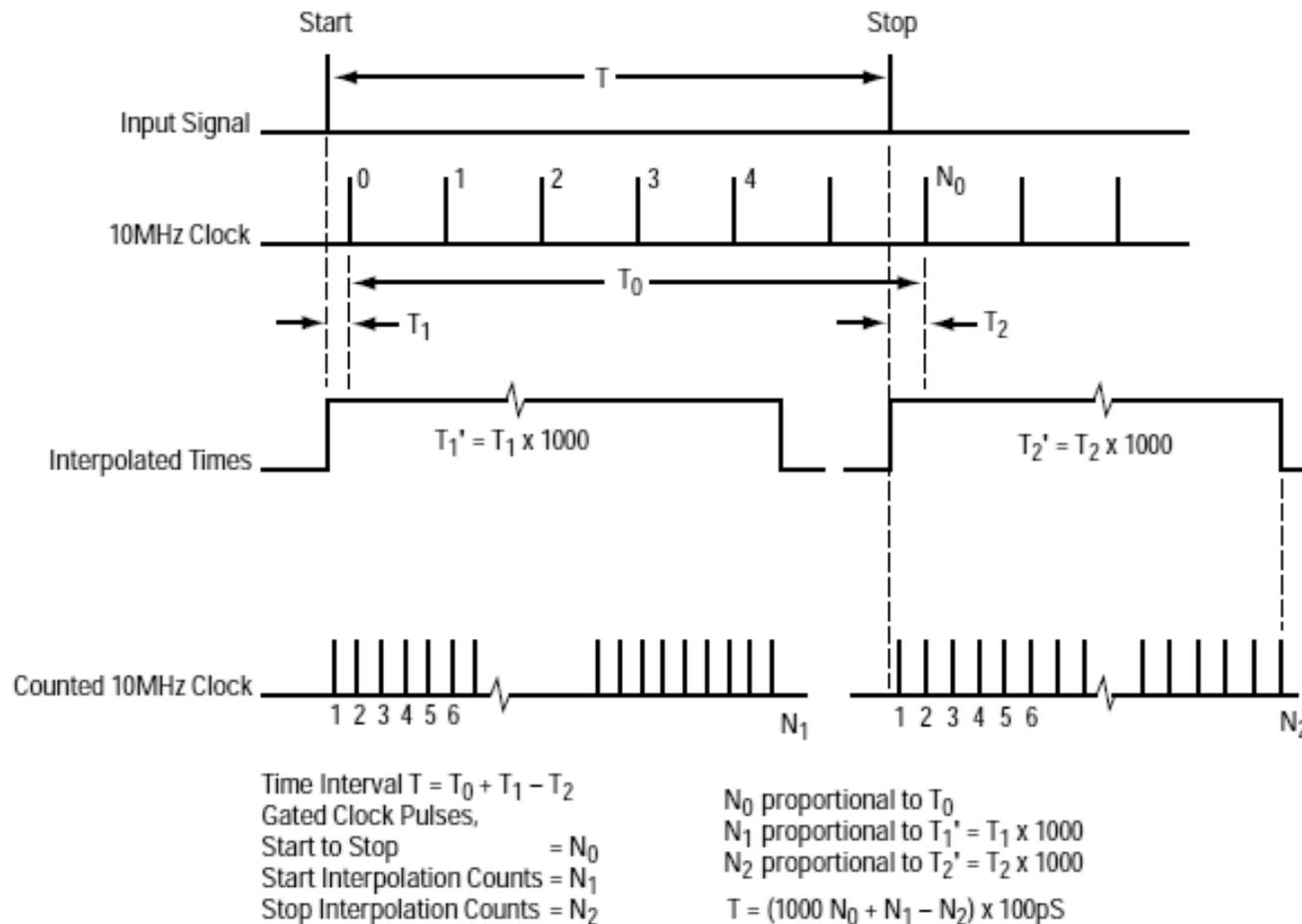
- non vengono troncati gli impulsi dei clock;
- Le misure presentano errori di distorsione che non possono essere stimati;
- Permette misure di intervalli di tempo inferiori alla minima larghezza d'impulso misurabile dal contatore.

Sistemi Virtuali di Acquisizione Dati
Prof. Alessandro Pesatori

I Contatori Elettronici - Metodi a interpolazione analogica:



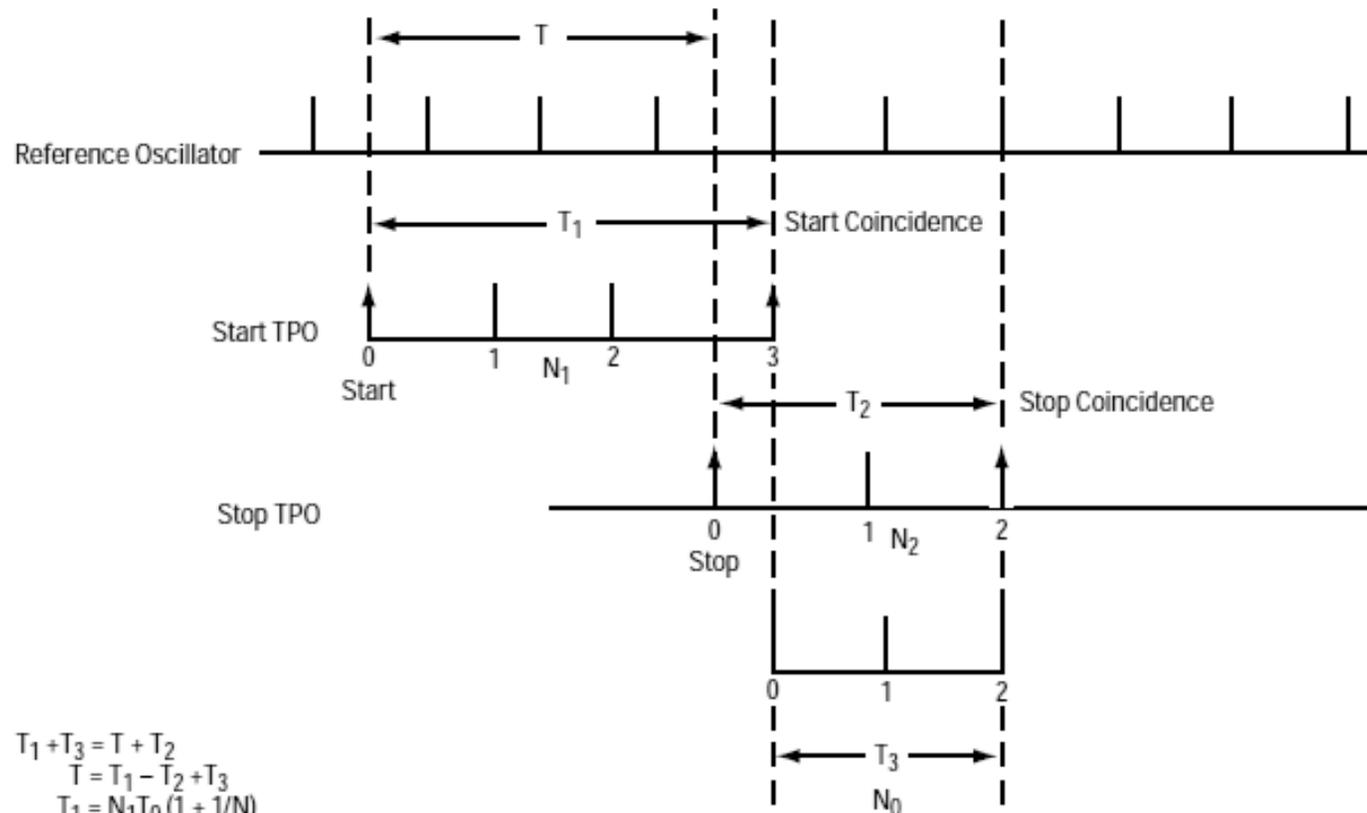
POLITECNICO
MILANO 1863



I Contatori Elettronici - Metodo a interpolazione a doppio verniero



POLITECNICO
MILANO 1863



$$\begin{aligned}
 T_1 + T_3 &= T + T_2 \\
 T &= T_1 - T_2 + T_3 \\
 T_1 &= N_1 T_0 (1 + 1/N) \\
 T_2 &= N_2 \cdot T_0 (1 + 1/N) \\
 T_3 &= N_0 \cdot T_0
 \end{aligned}$$

$$\text{Time Interval Measured, } T = T_0 [N_0 + (1 + 1/N)(N_1 - N_2)]$$