

G. TORZO, G. CALORE

*Dipartimento di Fisica
Università di Padova*

NOTE DI LABORATORIO
a cura di GIULIO CALVELLI

Un cronometro elettronico interfacciabile di basso costo e di facile realizzazione

Nelle esperienze di laboratorio didattico si presenta frequentemente la necessità di misurare intervalli di tempo con una certa precisione: misure di velocità e accelerazione in esperienze di fisica dei corpi rigidi sono solo l'esempio più comune.

Lo strumento classico in normale dotazione in tutti i laboratori fino a pochi anni fa, il cronometro meccanico, ha ormai ceduto il passo oggi a dispositivi elettronici che offrono caratteristiche di robustezza, precisione ed economicità di gran lunga superiori.

I cronometri elettronici commerciali tuttavia vengono comunemente azionati a mano, cosicché la precisione dello strumento resta inutilizzata perché l'errore di misura è essenzialmente legato alla prontezza di riflessi dell'operatore.

Per superare questa difficoltà il cronometro dev'essere interfacciato con dispositivi (interruttori meccanici, traguardi ottici, sensori magnetici...) che forniscono il segnale elettrico di START, STOP e RESET in corrispondenza agli eventi di interesse per la misura in questione.

Cronometri dotati di questa interfaccia sono disponibili commercialmente, ma a prezzi piuttosto elevati.

Qui noi descriviamo uno strumento realizzato con componenti di facile reperibilità e prezzo contenuto, che può essere costruito senza particolari difficoltà anche dagli studenti nell'ambito di un corso di esercitazioni pratiche di elettronica digitale.

Lo schema del cronometro è mostrato in figura.

Il trasformatore che serve per alimentare a +5V i circuiti integrati, viene anche utilizzato per fornire il segnale di rete a bassa tensione ad un Flip-Flop realizzato con due porte NOR ($\frac{1}{2}$ CD4001). La frequenza del segnale all'uscita del Flip-Flop viene poi divisa per 5 da un divisore (7490). Il se-

gnale a 10 Hz viene quindi portato all'ingresso del contatore di impulsi (INTERSIL ICM7224 oppure MAXIM ICM7224). Il visore a cristalli liquidi (Hitachi H1332C-C oppure Philips H7924AZ) è pilotato direttamente dal contatore che può contare fino a 1999.

Il fondo scala del cronometro è quindi poco più di mezz'ora (33 minuti e 19 secondi), ma può facilmente essere estesa a tempi enormemente più lunghi raddoppiando contatore e visore, o più semplicemente rinunciando a contare i decimi di secondo (si interpone un altro 7490 nella configurazione di divisore per 10).

La precisione dello strumento è essenzialmente quella della frequenza di rete (0.05%) normalmente più che sufficiente per uso didattico.

Il comando di START viene impartito portando a livello logico basso (0 V) il piedino 31 (count inhibit) del 7224, ed il comando di STOP riportando lo stesso piedino a valore logico alto (+5 V). L'azzeramento del visore si ottiene portando a +5 V il piedino 33 (reset).

Le possibili configurazioni d'uso sono numerose: in figura noi abbiamo schematizzato una applicazione molto semplice per misurare il tempo di attraversamento di una distanza definita da due traguardi costituiti da interruttori meccanici. In questo caso la metà inutilizzata del CD4001 serve per trasformare gli impulsi forniti dai traguardi in due stati logici stabili adatti all'ingresso 31 del 7224 (che abilita o disabilita il contatore).

Nello schema qui riportato si sono aggiunte quattro porte NAND (CD4011) che permettono di ottenere, dopo un reset iniziale, la misura di un singolo intervallo di tempo oppure la somma di successivi intervalli (funzione utile ad esempio per ottenere la media di una serie di misure eseguite in successione).

