



TECNOLOGIA

La misura del tempo

Fenomeni periodici

Gli eventi che si ripetono con le medesime caratteristiche a intervalli regolari sono detti *fenomeni periodici*. Il concetto di tempo è legato all'esistenza di eventi di questo tipo.

Sono fenomeni periodici il battito cardiaco, l'alternarsi del giorno e della notte, il movimento oscillatorio di un pendolo. Lo svuotamento di una clessidra, mostrato qui sotto, non è un fenomeno periodico, ma può diventarlo se si capovolge la clessidra non appena si è svuotata la parte superiore.



Clessidra.

L'unità di misura del tempo

Un *giorno solare* è il tempo che intercorre tra due passaggi successivi del Sole sullo stesso meridiano.

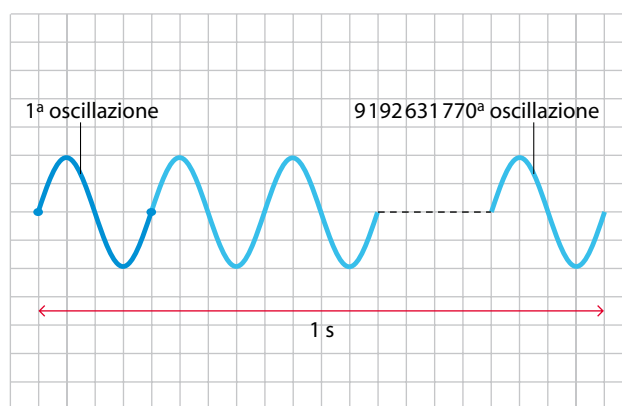
In passato, l'unità di misura del tempo veniva riferita al moto apparente del Sole attorno alla Terra. Si assumeva come campione di tempo il *giorno solare medio*, cioè la media aritmetica dei giorni solari presenti in un anno. Un'ora è la ventiquattresima parte del giorno solare medio, il *minuto* la sessantesima parte dell'ora, il *secondo* la sessantesima parte del minuto. In questo modo il secondo è l'86400-esima parte del giorno solare medio.

Multipli e sottomultipli del secondo		
Nome	Simbolo	Valore in secondi
anno	a	$3,15 \times 10^7$ s
giorno	d	86400 s
ora	h	3600 s
minuto	min	60 s
secondo	s	1 s
millisecondo	ms	$0,001$ s = 1×10^{-3} s
microsecondo	μ s	$0,000001$ s = 1×10^{-6} s
nanosecondo	ns	$0,000000001$ s = 1×10^{-9} s

Oggi è noto che il giorno solare medio non è rigorosamente costante nel tempo, ma aumenta di qualche centesimo di secondo ogni anno, perché i moti della Terra non avvengono a velocità costante. Perciò si è deciso di prendere come campione di tempo il periodo di oscillazione delle onde luminose emesse da un atomo di cesio 133 in una particolare transizione atomica.

Infatti, il periodo di oscillazione delle onde luminose emesse da un atomo dipende solo dalle sue proprietà atomiche, che sono ritenute immutabili.

Come vedi nel diagramma, un secondo corrisponde a 9 192 631 770 oscillazioni delle onde emesse dal cesio.



Gli orologi

Gli strumenti per la misura del tempo sono gli *orologi*. L'orologio è dotato di due meccanismi:

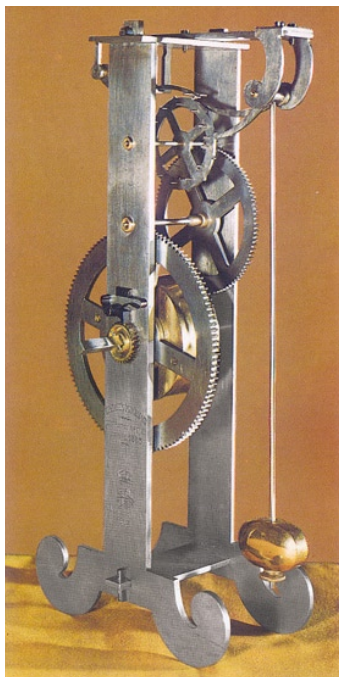
- uno che effettua un moto periodico;
- un altro che conta il numero dei periodi eseguiti dal primo.

Nella vita quotidiana, per valutare la durata di un fenomeno controlliamo con un orologio l'istante in cui il fenomeno inizia e l'istante in cui termina, poi facciamo la differenza.

La *durata* di un fenomeno è quindi la differenza tra due istanti di tempo letti sul quadrante dell'orologio. La durata si chiama anche *intervallo di tempo*.

Un *orologio a pendolo* sfrutta le oscillazioni del pendolo per determinare la velocità di avanzamento di una ruota dentata. A sua volta, la ruota muove una serie di ingranaggi che spostano le lancette dell'orologio.

Il periodo di un pendolo, cioè il tempo che il pendolo impiega per fare un'oscillazione completa, dipende dalla latitudine terrestre. Il ritmo di un orologio a pendolo al polo nord è infatti diverso da quello di un orologio a pendolo all'equatore. Gli orologi a pendolo misurano il tempo in modo diverso a seconda della latitudine alla quale si trovano.



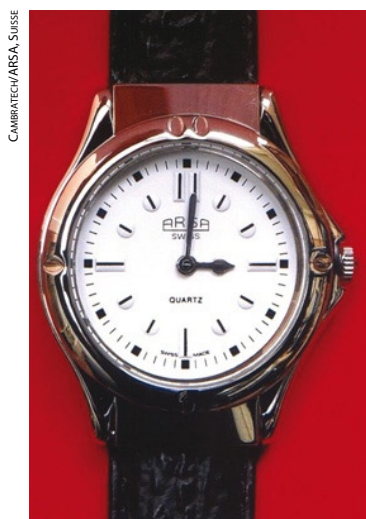
Orologio a pendolo ideato da Galileo Galilei nel 1641.

In un *orologio a molla*, un anello ruota torcendo una piccola molla che lo richiama verso la sua posizione di equilibrio.

In questo modo si produce un moto oscillatorio periodico che non dipende dalla posizione dell'orologio sulla superficie terrestre.

I migliori orologi a pendolo e a molla possono ritardare o anticipare, in un anno, circa 10 secondi. Sebbene nella vita quotidiana questo errore non sia rilevante, può capitare che sia necessaria una misura del tempo più precisa.

Per questo scopo si utilizzano le proprietà del quarzo, un solido cristallino molto rigido. Quando la superficie superiore e la superficie inferiore del cristallo vengono avvicinate e poi lasciate libere di muoversi, vibrano come se fossero legate fra loro da una molla. Grazie alle caratteristiche fisiche del quarzo, è possibile realizzare circuiti elettrici sensibili alle rapide oscillazioni del cristallo. Questi circuiti alimentano un motore che fa avanzare le lancette dell'orologio (*orologio al quarzo*).



Orologio al quarzo.

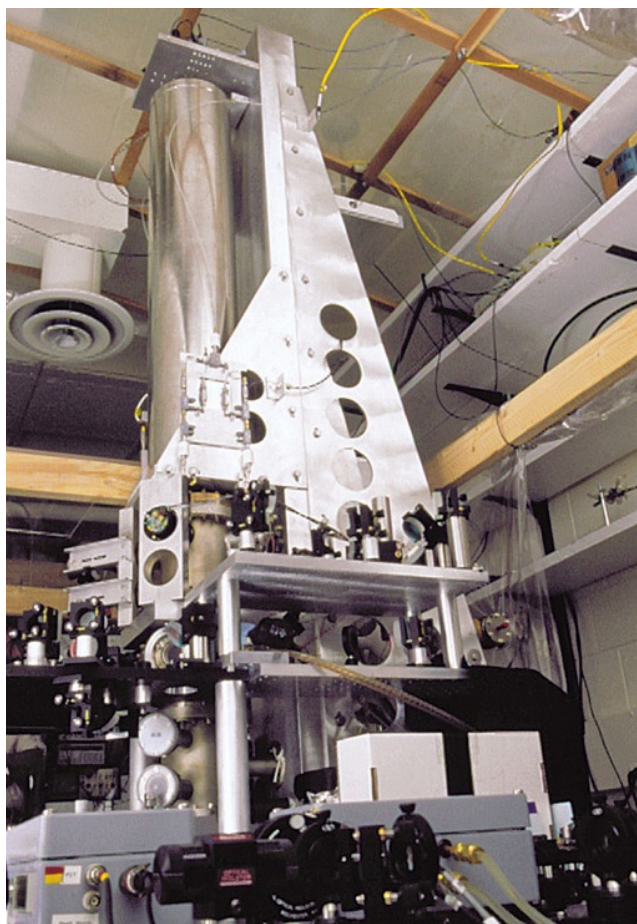
Nel caso di orologi digitali, i circuiti funzionano come minuscoli calcolatori e tengono il conto del numero di oscillazioni del cristallo, traducendo poi l'informazione in secondi, minuti e ore.

Gli orologi più accurati esistenti oggi al mondo sono gli *orologi atomici*. Possono sbagliare di un secondo ogni milione di anni.

Margine di errore degli orologi	
Tipo di orologio	Margine di errore
Clessidra	1 ora al giorno
Pendolo	10 secondi all'anno
Molla	10 secondi all'anno
Quarzo	alcuni secondi all'anno
Atomico	1 secondo ogni milione di anni

La misura del tempo è diventata talmente precisa che viene utilizzata anche per definire il metro, l'unità di misura della lunghezza.

L'ultimo modello di orologio atomico si chiama NIST-F1 ed è stato costruito dal National Institute of Standards and Technology negli Stati Uniti. Questo orologio atomico rappresenta il riferimento per gli orologi atomici di tutto il mondo.



L'orologio atomico NIST-F1.

NIST

CAMBRIDGE/ARSA, SUISSE