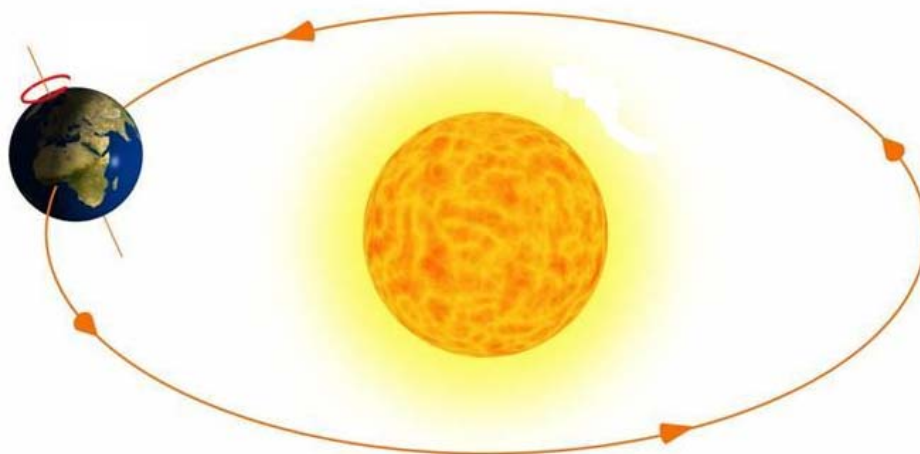


Definizioni del secondo ed evoluzione degli orologi

Nel corso dei secoli vari strumenti aiutarono l'uomo a misurare il tempo; orologi solari, clessidre e orologi a pendolo definirono con minore o maggiore precisione la durata del giorno.

Dal 1875, anno della firma della convenzione del metro, al 1956, il secondo è stato definito in termini di **giorno solare medio** e precisamente come la 86 400^a parte della durata del giorno così definito, e dal 1956 al 1967 in termini di tempo delle effemeridi.

Nei primi decenni del XX secolo ci si rese conto, grazie all'avvento degli orologi a quarzo, che la Terra ha delle irregolarità nei suoi movimenti di rotazione e di rivoluzione (precessione, nutazione, ecc.), pertanto il secondo definito in termini di durata del giorno solare medio non era stabile nel tempo. Furono allora presi



in esame alcuni dispositivi sperimentali, realizzati negli istituti di ricerca europei e americani a partire dalla metà del XX secolo, che si basavano su fenomeni legati alla meccanica quantistica, e confrontati con i riferimenti temporali di definizione astronomica.

Nacque così nel 1967 la nuova definizione del secondo del Sistema Internazionale (SI), detto anche **secondo atomico**:

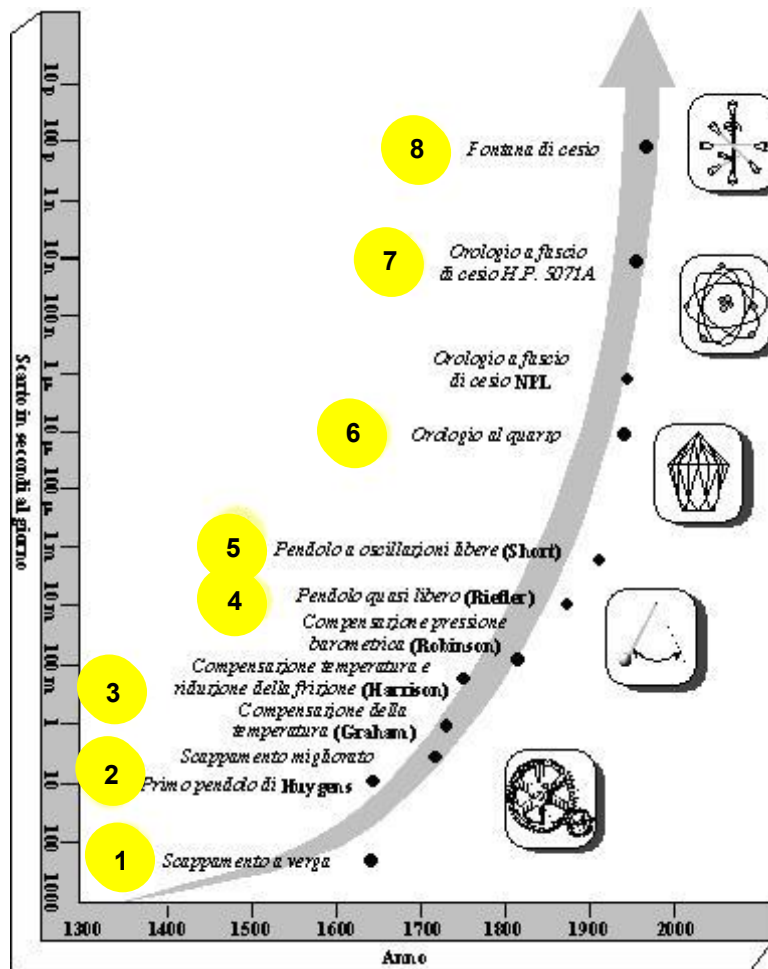
Il secondo è la durata di 9 192 631 770 periodi della radiazione corrispondente alla transizione tra due livelli iperfini dello stato fondamentale dell'atomo di cesio 133

A completamento di questa definizione si ricorda che nel sistema SI, l'unità di misura della frequenza di un fenomeno periodico, indicata con f o più spesso con ν , è definita come il reciproco dell'unità di tempo [s^{-1}] e si esprime in hertz [Hz].

Gli orologi atomici a fascio di cesio di tipo commerciale conservati presso l'INRIM permettono di mantenere il secondo SI con incertezze relative di 10^{-14} ; in altre parole questi orologi, ammesso che possano funzionare così a lungo, accumulerebbero uno scarto di un secondo in tre milioni di anni.

A partire dal 2003 è operativo presso l'INRIM un campione primario basato su una fontana atomica, impiegante atomi di cesio raffreddati ad una temperatura di $1 \mu K$ con tecniche di "laser cooling"; la sua accuratezza è attualmente di 10^{-15} (secondo l'esempio precedente, accumulerebbe uno scarto di un secondo in trenta milioni di anni).

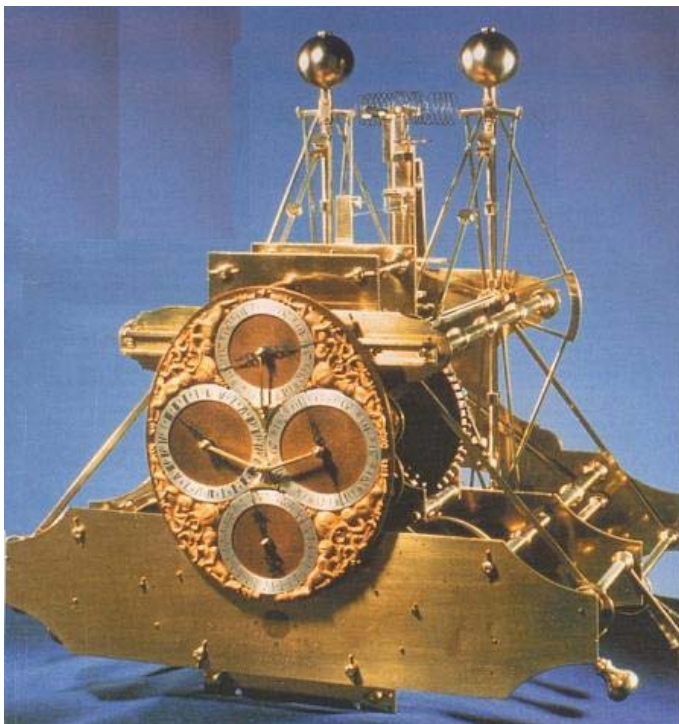
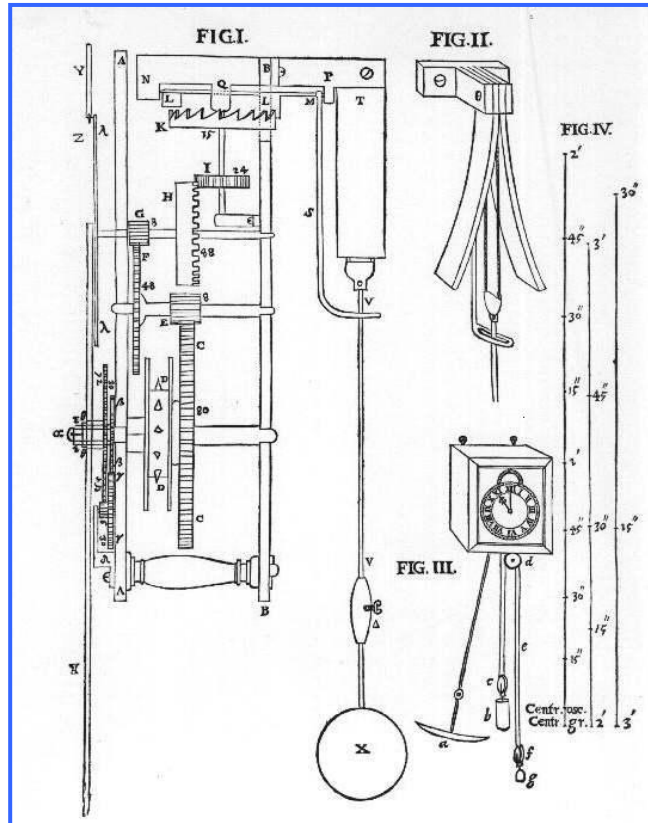
L'evoluzione tecnologica degli orologi, a partire dal primo orologio meccanico fino all'orologio atomico a fontana di cesio, ed i corrispondenti livelli di precisione di misura raggiungibile, sono riportati nello schema seguente.



1 Scappamento a verga

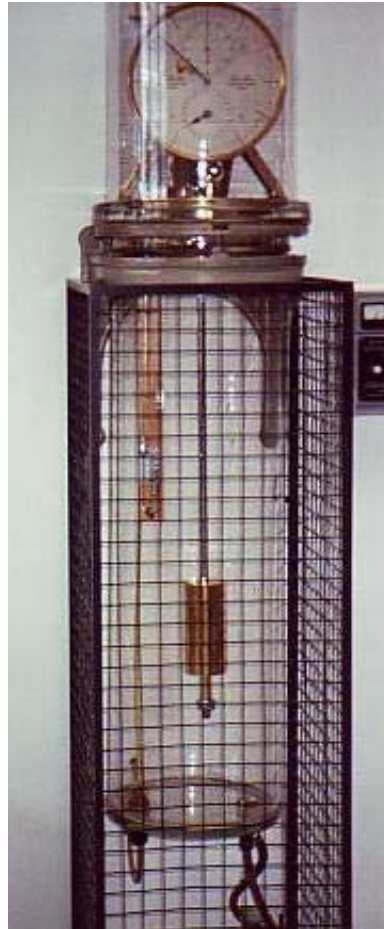


2 Pendolo di Huygens



3 Cronometro di Harrison

4 Pendolo quasi libero di Riefler

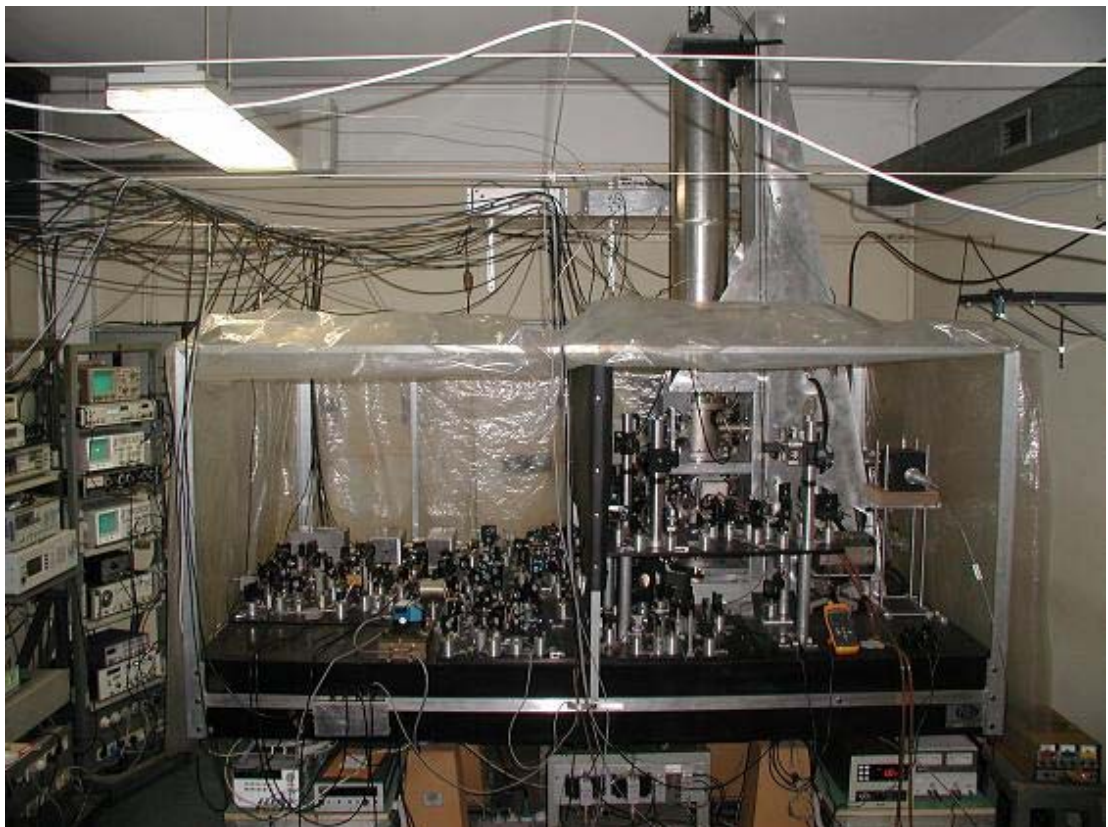


5 Pendolo ad oscillatore libero di Shortt

6 Cristallo per orologio al quarzo (IEN)



7 Orologio atomico a fascio di cesio HP 5071A



8 Fontana atomica di cesio dell'INRIM

Definizioni astronomiche del secondo

Secondo di giorno solare medio (fino al 1956)

Per rendere più uniforme la scala di tempo basata sulla rotazione terrestre, si è immaginato un sole fittizio i cui passaggi giornalieri su un meridiano avvenissero ad intervalli di tempo regolari della durata di 86400 secondi suddivisi in 24 ore. Il sole fittizio o medio si muove sul piano dell'equatore celeste con moto uniforme per tutto l'anno. Così è nato il giorno solare medio, mentre la differenza di tempo tra il passaggio reale del sole ed il passaggio del sole fittizio è chiamata l'equazione del tempo. Ricollegandoci a quanto detto si arriva alla definizione del secondo come:

Il secondo è la ottantaseimilaquattrocentesima parte del giorno solare medio

Secondo delle Effemeridi (1956 – 1967)

Nel 1960, la scala di tempo raccomandata dalla Conferenza Generale dei Pesi e delle Misure - CGPM (in seguito a quanto proposto nel 1956 dal Comité International des Poids et Mesures), fu il tempo delle Effemeridi TE, una scala di tipo dinamico basata sul moto di rivoluzione della Terra intorno al Sole. Misurando la posizione angolare del Sole rispetto ad un sistema di riferimento celeste ed utilizzando l'equazione dell'orbita apparente del Sole, ad ogni misura di longitudine viene associato in modo unico un istante di tempo. Quindi:

Il secondo è la frazione $1/31\,556\,925,974\,7$ dell'anno tropico, per il giorno 0 gennaio 1900, alle ore 12 del tempo delle Effemeridi