

Analemma

Facciamo un po' di chiarezza, prima di tutto. Parlando della durata del giorno abbiamo definito:

1) il **giorno sidereo**, come l'intervallo di tempo che separa due passaggi successivi di una stella sul meridiano di un punto della superficie terrestre. Esso dura 23h56m4s sempre.

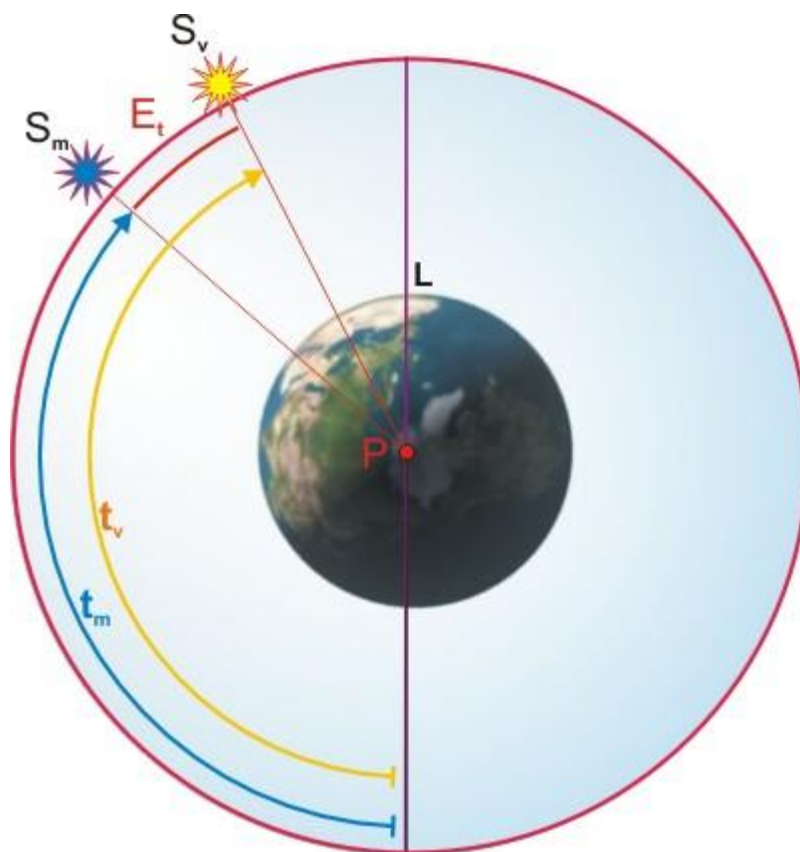
2) il **giorno solare**, come l'intervallo di tempo che separa due passaggi successivi del sole sul meridiano di un punto della superficie terrestre. Esso dura circa 24h, e con quel circa intendiamo che la sua durata non è costante, ma varia. Questa variazione di velocità apparente del Sole dipende da due fattori:

a) La Terra non si muove di moto circolare uniforme attorno al Sole, ma percorre un'orbita ellittica variando continuamente la sua velocità, che è massima al perielio e minima all'afelio, in armonia con la seconda legge di Keplero. Di conseguenza il moto apparente annuo del Sole lungo l'eclittica non è uniforme ma massimo al perigeo e minimo all'apogeo.

b) Il piano dell'eclittica è inclinato di circa $23^{\circ}.5$ rispetto al piano dell'equatore. Tale diversa inclinazione è il risultato dell'inclinazione dell'asse terrestre.

Se il giorno solare vero non è affidabile come unità di misura del tempo, si è dovuto trovare la soluzione del:

3) **giorno solare medio** che ha durata costante e pari alla media di un gran numero di giorni solari veri. La definizione di giorno solare medio si basa su un artificio matematico: il **Sole medio**. Questo astro, inesistente ma definibile matematicamente, invece di percorrere l'eclittica a velocità variabile come fa il Sole vero, percorre l'equatore a velocità uniforme.



Abbiamo di conseguenza un intervallo di tempo costante (**giorno solare medio**) adatto a misurare il tempo in accordo con gli strumenti meccanici, e in parziale accordo con il giorno solare vero. Il tempo medio infatti presenta una piccola discrepanza rispetto al tempo solare vero segnato dalle meridiane, dato che il l'angolo orario del Sole medio non coincide quasi mai con quello del Sole vero. Il Sole medio anticipa o ritarda rispetto al Sole vero nel corso dell'anno di alcuni minuti (al massimo 16 minuti circa).

La differenza tra il tempo solare vero (t_v) e il tempo solare medio (t_m) è un intervallo di tempo calcolabile e prevedibile chiamato **equazione del tempo (Et)**. Essa rappresenta l'accumulo di anticipi e ritardi dovuti a questa lieve differenza nel corso dell'anno tra il giorno solare vero e quello medio:

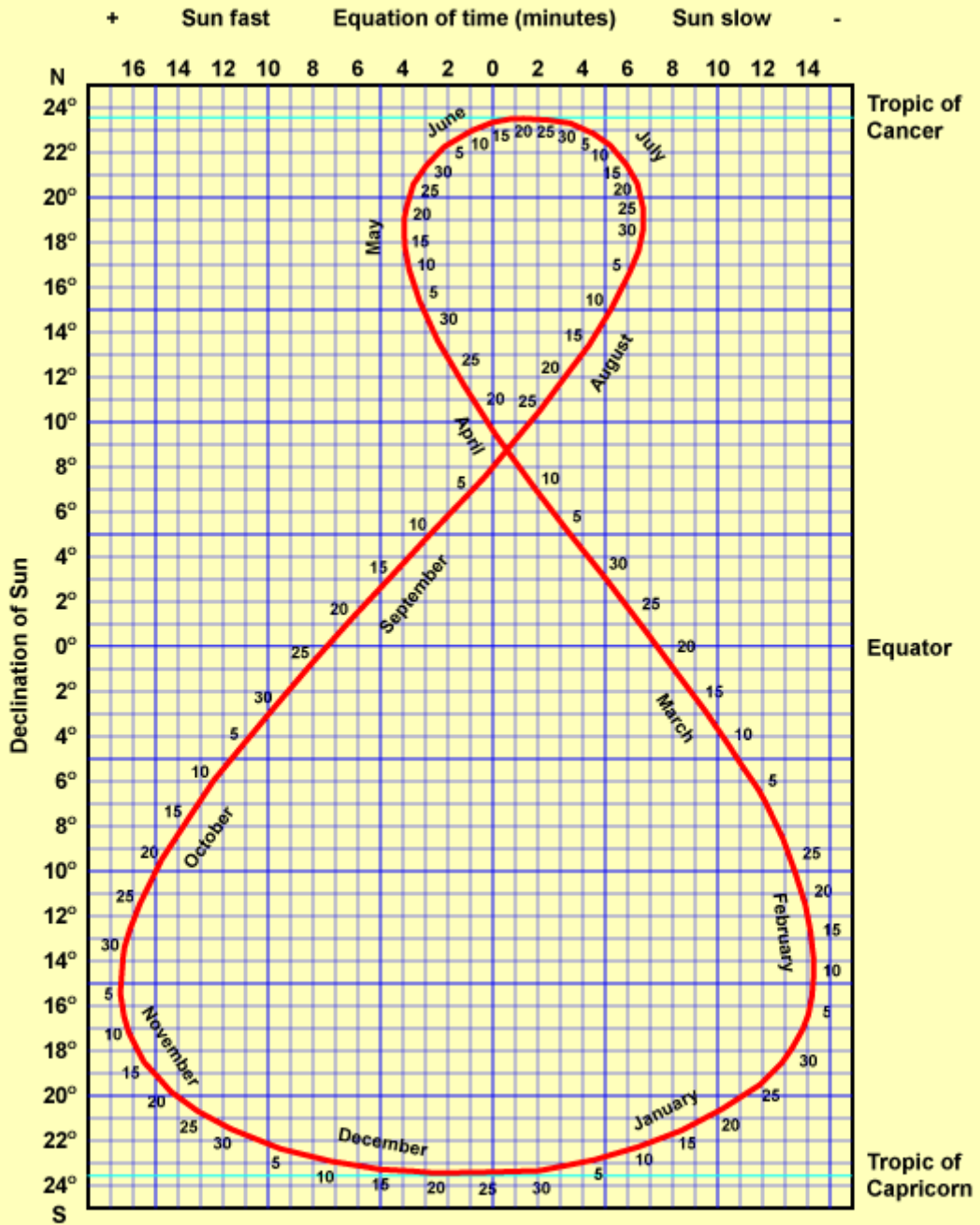
$$Et = t_v - t_m$$

Perciò l'equazione del tempo è anche la correzione da apportare al tempo medio per ottenere il simultaneo tempo vero o viceversa.

La percezione diretta della differenza tra il tempo solare vero e quello medio si può ottenere ad esempio osservando il Sole ogni giorno sempre alla stessa ora (degli orologi meccanici). Tutti sanno, ad esempio, che il Sole estivo è più alto dall'orizzonte rispetto a quello invernale e il fenomeno, responsabile dei cambiamenti climatici stagionali, è dovuto alla particolare inclinazione dell'asse terrestre rispetto al piano della sua orbita attorno al Sole. Si possono visualizzare entrambe queste "oscillazioni" fotografando il Sole in vari momenti dell'anno alla stessa ora, con una macchina fotografica posizionata sempre nello stesso modo. Sovrapponendo le immagini ottenute, oppure utilizzando sempre uno stesso fotogramma per tutte le "pose", si può avere l'idea del "percorso" del Sole che assume una forma a 8. L'immagine riportata qui è stata ottenuta proprio con una tecnica simile a quella descritta, mettendo assieme varie esposizioni eseguite nel corso di un intero anno.



Proprio per tener conto di queste oscillazioni è stato costruito un grafico denominato **analemma** o **Lemniscata**



The *analemma* (redrawn using data from the U.S. Coast and Geodetic Survey)

In questo grafico sull'asse verticale è rappresentata la declinazione solare, ossia l'altezza del sole sull'equatore celeste nei vari giorni dell'anno. Come si vede essa varia tra i $23^{\circ}27'N$ ed i $23^{\circ}27'S$. Sulla linea rossa sono riportati i vari giorni dell'anno e si può vedere come il 22/12 essa indichi il valore $23^{\circ}27'S$ mentre il 21/06 indichi il valore $23^{\circ}27'N$ mentre il 21/03 ed il 23/09 indichi il valore 0. Sull'asse orizzontale è invece riportata l'equazione del tempo precedentemente definita, ossia il ritardo o l'anticipo del tempo vero rispetto al tempo medio in minuti. Queste due informazioni sono molto utili per calcolare ad esempio la latitudine e la longitudine di un punto utilizzando per la prima l'altezza del sole a mezzogiorno e per la seconda la differenza oraria di tra il luogo in cui ci troviamo ed il meridiano di riferimento.

Esempio. Se oggi fosse il 5 maggio l'analemma ci informa che oggi la declinazione solare vale $16^{\circ}N$, quindi alla misura dell'altezza del sole a mezzogiorno non è quella effettiva, ma quella che si ottiene aggiungendo a quella effettiva la declinazione solare, e di questo dobbiamo tener conto qualora volessimo calcolare la latitudine di un punto utilizzando l'altezza del sole sul piano dell'orizzonte. Sull'asse orizzontale leggiamo che il mezzogiorno vero è in anticipo di 3.5 minuti rispetto al mezzogiorno medio, e di ciò dovremo tener conto nel calcolo della longitudine.

A questo punto Qualcuno di voi potrebbe dire: si vabbé ma a noi tutto questo ci interessa? Oggi abbiamo il GPS, il Navigatore e tanti altri strumenti che ci permettono di fare a meno di queste conoscenze!!! La risposta potrebbe essere: tutti questi strumenti funzionano non in automatico, non sono stati creati da un Dio infinitamente buono, ma sono il frutto dell'applicazione di conoscenze acquisite in secoli e secoli di osservazioni. Ora, anche se non vi si chiede di essere dei novelli Ulisse o Colombo o Magellano, almeno potete fare lo sforzo di capire come si stabilisce la posizione di un punto sulla superficie terrestre. Vabbuo!

Ciao