

→ Objectius

Els alumnes aprendran a:

- Construir i fer funcionar un rellotge de sol portàtil.
- S'ofereix informació necessària perquè l'alumne/a calculi l'hora amb les correccions corresponents a l'equació del temps.

→ Matèries

- Tecnologia
- Física
- Geometria

→ Destreses

- Fer models
- Observació
- Capacitat de realitzar mesures

→ Informació

Aquest quadrant per a hora solar real es basa en el rellotge de sol portàtil inventat el 1630 pel jesuïta P. François de Saint-Rigaud, i s'ha dibuixat per a la latitud de 40° 25' nord (que correspon a Madrid), com a paral·lel aproximat mitjà de la península.

Problemes amb els canvis d'hores:

Caldrà convertir l'hora solar real, que es llegeix en aquest rellotge, en hora legal, que és la que marquen els rellotges. Repassarem alguns conceptes d'hores per comprendre millor aquesta transformació.

L'hora que ens indica el sol en el seu recorregut normal l'anomenem "hora solar real", així, diem que són les 0 hores (les 12 hora civil) quan el sol està en el seu punt més alt. El període transcorregut fins el pas del sol pel mateix lloc equival a un dia, el qual dividim en 24 parts que anomenem hores.

Això és una hora local. Si ens regíssim per l'hora "local" podria donar-se el cas que un viatger que sortís en avió des de Barcelona aterrés a La Corunya pràcticament a la mateixa hora de sortida de Barcelona tota vegada que hi ha més de 42 minuts de diferència entre els horaris locals d'ambdues ciutats. Antigament podia utilitzar-se l'hora local però amb l'aparició del ferrocarril i el telègraf s'hagué d'unificar per a tot el territori nacional la mateixa hora; cas pràctic del horaris de les estacions de tren per unificar arribades i sortides.

En un principi, s'escollí, per tal de pal·liar aquest problema, l'hora local de la capital com hora oficial; més tard (A Espanya des del 1 de gener de 1901) s'emprà el sistema universal dels fusos horaris. Aquest sistema divideix al globus terraquí en 24 fusos esfèrics per meridians equidistants entre si 15° de paral·lel, que corresponen a una hora de les 24 del dia solar. Aquests fusos estan numerats del 0 al 23 cap a orient i el fus 0 està bisecat pel meridià de Greenwich. El centre de cadascun del fusos tindrà, en conseqüència, una hora local, que només diferirà de la de Greenwich en un número exacte d'hores. Cada país adopta l'hora de temps mitjà civil local corresponent al centre del fus o fusos que abraça com hora oficial o legal.

Espanya, situada en el fus 0, tindrà per hora "legal" el temps mitjà civil local de Greenwich, anomenat temps universal (TU). Les 0 hores de "temps universal" correspon a la mitjanit de Greenwich, és a dir, en el moment en el que el sol mitjà passa pel meridià la seva longitud geogràfica (amb origen a Greenwich) serà igual a 180°.

Els punts situats a l'oest del meridià de Greenwich tenen l'hora mitjana civil desfasada respecte a la d'aquest en un temps igual a la diferència de longituds geogràfiques, expressada en temps. És a dir, que si el nostre rellotge marca les 12 (sense hores avançades) vol dir que efectivament són les 12 en aquell mateix moment a Greenwich i que per tant, faltaran 14'45" (diferència de longitud entre Madrid i Greenwich) perquè el sol estigui en la mateixa posició a Madrid; o sigui, que anem avançats respecte a Greenwich. Així, quan el sol passi pel meridià de Madrid (hora mitja civil local), farà 14"15' que passà per Greenwich ; llavors, per saber l'hora mitjana civil local (TU) a Greenwich tindrem que sumar a l'hora real del lloc d'observació, en el nostre cas Madrid, la diferència de longituds. En resum:

Coneixent la longitud respecte a Greenwich, tindrem que sumar-la o bé restar-la a l'hora local, obtinguda amb el rellotge de sol, segons si el lloc d'observació es troba a la longitud oest o est.

En el model retallable es pot interparar, segons el lloc, la longitud (en temps).

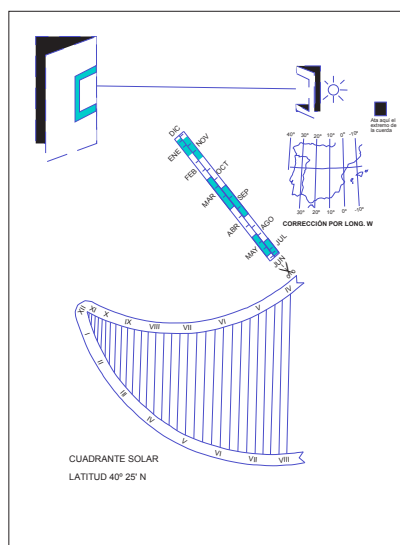
Queda encara una modificació. A Espanya, com en d'altres països, per necessitats varies com ara l'aprofitament de la llum de sol, s'avança l'hora de Greenwich una hora a l'hivern i dues a l'estiu. Partint d'aquestes variants en resulta l'hora "oficial o legal" d'Espanya. Aquesta mesura l'han adoptat també d'altres nacions.

Com a pas final, i com a resultat de l'explicació abans esmentada, tindrem que sumar-li 1 o 2 hores a les obtingudes fins ara, depenent de l'època de l'any en que ens trobem, per tal que l'hora obtinguda amb el nostre rellotge de sol portàtil coincideixi amb la dels rellotges que regulen la nostra vida diària.

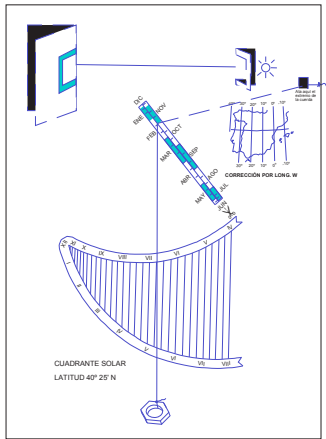
→ Materials

- Cartolina
- Paper A4
- Un tros de fil o corda
- Alguna cosa pesada que ens pugui servir de plomada (per exemple, una peça de metall)
- Tisores
- Cola blanca

→ Activitat



- 1 Enganxem en primer lloc el full del quadrant, pròpiament dit, sobre un cartó. Retallarem tot seguint les línies marcades.
- 2 Retallarem la mira i la doblarem de manera que ens quedi perpendicular a la cartolina.
- 3 El rectangle a l'esquerra de la mira al sol té dibuixada l'ombra de la mira. Retallem per la línia de punts i doblarem de manera que quedi perpendicular a la cartolina. El rectangle que hi ha dibuixat a l'interior és el dibuix de l'ombra de la mira. Quan ho col·loquem al sol, l'ombra de la mira haurà de caure sobre aquest rectangle per a que hi hagi una correcta orientació el rellotge (¡ATENCIÓN! NO S'HA DE MIRAR MAI DIRECTAMENT EL SOL PER LA MIRA, Buscarem l'ombra de la mira al rectangle de l'esquerra).



- 4 El completarem amb un cordill prim, d'uns 50 cm, en un extrem del qual hi col·locarem un pes qualsevol (una volandera o cargol, per exemple) que farà de plomada.
- 5 A uns 12 cm de l'extrem de la plomada, el cordill ha de tenir un nus o marca que funcionarà com a índex del quadrant.
- 6 Per la línia central de l'escala de dates realitzarem un ranura fina per on passarem el cordill. La plomada i l'índex han de quedar a la banda de la cara principal. Deixarem uns 25 cm des del nus o senyal, i lligarem el cordill a la vora del cartó.

→ Instruccions de maneig per llegir l'hora

- 1 Portem l'índex del cordill al punt XII.
- 2 Tibem el cordill de manera que passi pel dia de la data
- 3 Mantindrem l'aparell en un pla vertical.
- 4 Orientarem l'instrument cap el sol de manera que l'ombra de la mira caigui sobre el dibuix de l'ombra al rectangle de l'esquerra.
- 5 L'índex del cordill marca sobre el quadrant solar l'hora real.
- 6 Per passar a l'hora legal efectuarem les correccions que s'indiquen a continuació:

$$HL = HSV + LONG W + AHC$$

O si es volen incloure les correccions de l'equació del temps:

$$HL = HSV + LONG W + AHC + ET$$

Les correccions que cal aplicar per relacionar l'hora que llegim amb la legal són:

LONG W: Longitud oest (que pot estimar-se en el mapa, ja en minuts-temps) per passar a l'hora civil del fus horari.

AHC: Increment sobre l'hora civil, que depèn de les disposicions legals del moment (acostuma a ser un número complet d'hores).

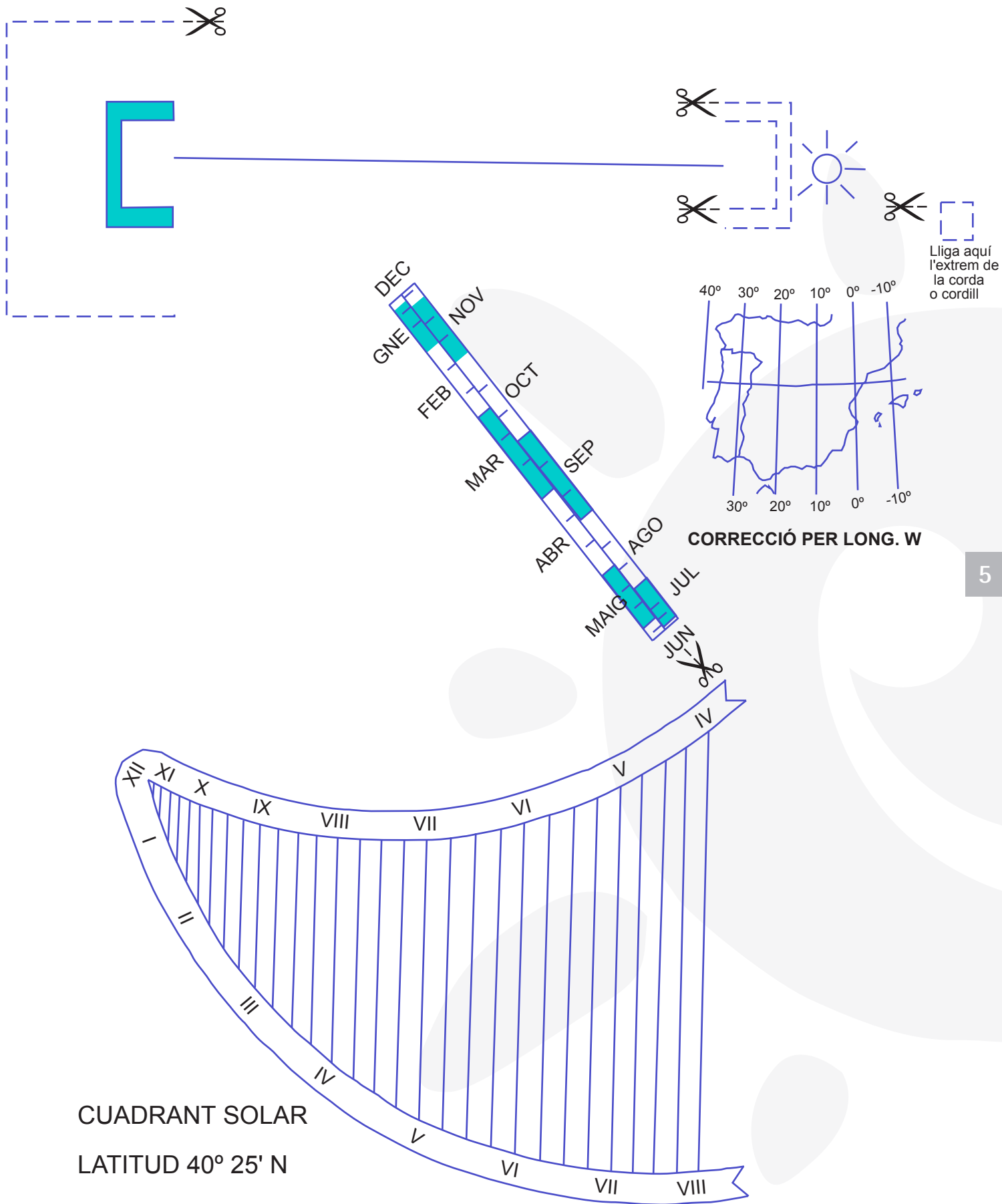
ET: Equació del temps (estimada a la gràfica, segons la data)

per tenir l'hora solar mitjana local.

→ Consideracions

Tal i com podem comprovar de manera pràctica, el rellotge ens donarà un major error com més pròxim a les XII sigui l'hora d'observació. Coincideix amb la realitat ja que el sol, en aquells moments, passa d'ascendir a descendir en la seva culminació màxima i l'altura varia molt poc, corresponent poc increment d'altura per a un llarg període de temps. Això no obstant, a la resta del quadrant, podem apreciar per lectura directa els 15 minuts i computar els cinc minuts. Realitzant tot el procés amb cura, no ens serà difícil obtenir una precisió amb el nostre rellotge de cinc minuts de marge. Podem realitzar la lectura dues o tres vegades.

Per a altres latituds necessitarem dibuixar nous rellotges, variant només la latitud, tot i que el que aquí dibuixem es pot utilitzar per a latituds pròximes a l'expressada amb poc marge d'error.



→ Per saber-ne més

L'hora que ens indica el sol en el seu recorregut normal és la que anomenem "hora solar real", així, diem que són les 0 hores (les 12 hora civil) quan el sol està en el seu punt més alt. El període transcorregut fins el pas del sol pel mateix lloc equival a un dia, el qual dividim en 24 parts que anomenem hores.

Passa, però, que el temps transcorregut entre dues passades del sol real pel mateix meridià no és exactament el mateix: així, un dia solar al mes de febrer és d'una durada diferent que al mes d'abril. Això és degut a que la velocitat amb la que la terra es desplaça al llarg de la seva òrbita és variable (uns dies gira més ràpidament que uns altres) segons la llei de Kepler. Una altra de les causes és l'obliqüitat de l'eix terrestre respecte el pla de l'òrbita que descriu la terra. Si volguéssim mesurar aquest temps, que és variable en els seus períodes, ens seria molt difícil. Per solucionar aquest problema es va "inventar" el "temps solar mitjà"; així, una hora solar mitjana serà el promig de les hores solars reals al llarg de l'any. Partint d'aquest càlcul sí que podem mesurar el temps amb un rellotge mecànic que funcioni amb moviment uniforme. Observarem que unes vegades, durant l'any, quan la terra es desplaça més ràpidament sobre la seva òrbita, el "sol mitjà" va avançat respecte del real, mentre que altres vegades s'endarrereix, sempre per un mateix instant físic.

La suma d'aquestes dues diferències ens la dona l'anomenada "equació del temps".

$$ET = TM - TV - 12h$$

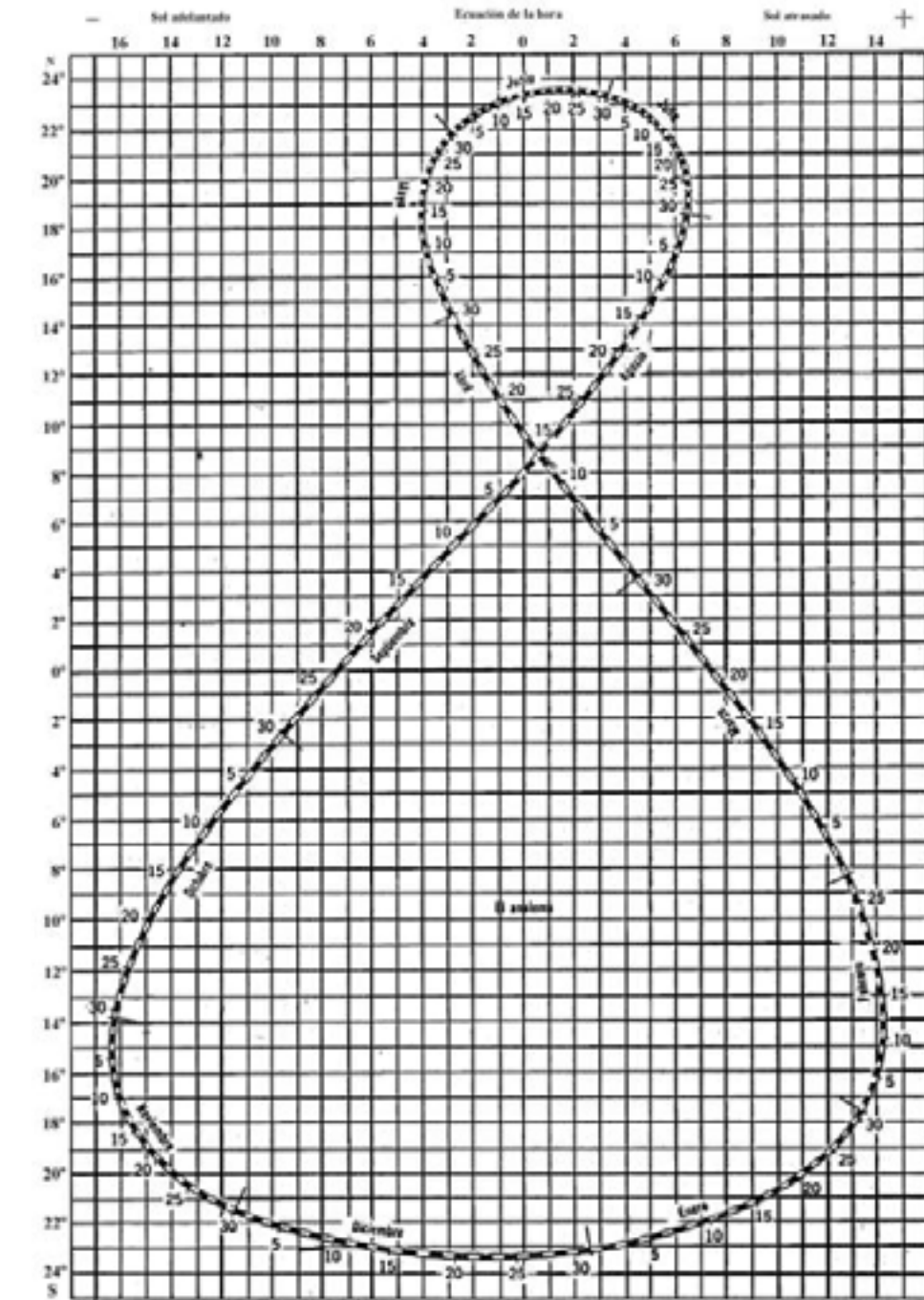
Caldrà tenir en compte els signes i també que a l'Anuari Astronòmic, el pas del sol pel meridià de Madrid, se'ns dona en temps universal (amb el temps de Greenwich). El "temps civil" és el "mitjà local" que hem utilitzat fins ara, però augmentat 12 hores. Després, si el "temps real" el comptem des de 0, en passar el sol pel meridià, en restar el "temps mitjà civil" caldrà restar 12 hores que, al sobrar, també tindrem que restar. En el nostre rellotge de sol no s'ha de fer aquest càlcul ja que hem posat l'hora solar real al seu pas pel meridià a les 12 hores.

En resum, sumant amb el seu signe a l'hora solar real (més 12 hores) l'equació del temps obtindrem l'hora solar local mitjana civil. Aquesta hora sí que la podem mesurar amb un rellotge mecànic.

Recapitulant allò exposat, posarem un exemple pràctic sobre el funcionament i els càlculs del nostre rellotge de sol portàtil.

Suposem que l'observació l'hem efectuada el dia 1 d'abril i que després d'ajustar l'aparell segons les instruccions, el nus que ens serveix d'índex ens marca les 3h 30m de la tarda (procurant que el cordill no rasqui amb el cartó). Farem els càlculs següents:

Hora solar real mesurada amb el rellotge (HSV) 3h 30m 00s
 L'equació del temps per al dia 1 d'abril de signe positiu a la gràfica (ET) +4m 30s
 HORA MITJANA CIVIL LOCAL 3h 34m 30s
 Correcció per longitud W (LW) a Madrid +14m 45s
 HORA MITJANA LOCAL DE GREENWICH 3h 48m 75s
 Hora que s'avança a Espanya (HC d'hivern) 1h 00m 0s
 HORA OFICIAL O LEGAL A LA PENÍNSULA, hora de rellotge (HL) 4h 48m 75s=4h 49m 15s



→ Analema

Busquem la data del dia en que estem realitzant la mesura, i llegim a la part superior els minuts que cal sumar o restar a l'equació del temps (a la dreta sumem i a l'esquerra es resten). A l'eix de l'esquerra podem saber la inclinació de l'eix de la Terra en aquell moment.