



Elburuak

Hau ikasiko dute ikasleek:

- Eguzki-erloju eramangarri bat egiten eta hura erabiltzen.
- Behar duten informazioa ematen zaie ikasleei, denboraren ekuazioari dagozkion zuzenketak aintzat hartuta, ordua kalkula dezaten.



Materiak

- Teknologia
- Fisika
- Geometria



Trebeziak

- Modeloak egitea
- Behaketak egitea
- Neurketak egitea



Informazioa

Benetako eguzki-ordua jakiteko koadrantea 1630ean François de Saint-Rigaud jesuitak asmatutako eguzki-erloju eramangarrian oinarritzen da, eta ipar-latitudeko 40° 25'-rako marraztuta dago -alegia, Madrilen kokapena-, penintsulako batez besteko paralelotzat hartu baitugu.

Ordu-aldaketekin arazoak:

Erloju horretan irakurtzen den benetako eguzki-ordua legezko ordu bihurtu behar dugu; alegia, gure ohiko erlojuak adierazten duten ordua lortu behar dugu. Berrikus ditzagun orduari buruzko zenbait kontzeptu, ordu-aldaketa hobeto egin ahal izateko.

Eguzkiak bere ibilbidean adierazten digun orduari "benetako eguzki-ordua" deitzen zaio; hau da, Eguzkia bere kokapenik altuenean dagoenean, 00:00ak direla esaten dugu (12:00ak, ordu zibilean). Eguzkiak leku beretik berriro pasatzeko igarotzen den tarte eguna da; eguna 24 zatitan banatuko dugu, eta zati horiek orduak dira.

Hori tokiko ordua da. Tokiko ordua erabiliko bagenu, hau gertatuko litzateke, adibidez: Bartzelonatik Coruñaara hegazkinez bidaiatzen duen pertsona bat Bartzelonatik irten den ia ordu berean iritsiko litzateke Coruñaara; izan ere, bi hiri horietako tokiko orduen artean, 42 minutu baino gehiagoko aldea dago. Antzina, tokiko ordua erabiltzen zuten, baina trena eta telegrafoa agertu zirenean, ordu bera bateratu behar izan zuten lurralde nazional osoan; adibidez, tren-geltokietako ordu-tegiak aldatu behar izan ziren, irteerak eta etorrerak bateratzeko.

Hasiera batean, arazoa konpontzeko, hiriburuko tokiko ordua aukeratu zuten. Geroago (Espainian, 1901eko urtarrilaren 1etik), ordu-eremuen sistema unibertsala erabili zuten. Sistema horren arabera, paraleloko 15°-ko distantziaz bereizitako meridiano distantziakideek 24 ordu-eremutan zatitzen dute Lurra, eta ordu-eremu horiek eguzki-egunaren orduei dagozkie. Ordu-eremu horiek 0tik 23ra zenbakituta daude, ekialderantz, eta 0 ordu-eremua Greenwicheko meridianoak erdibituta dago. Beraz, ordu-eremu bakoitzaren erdiari tokiko ordu bat dagokio, eta, tokiko ordu horren eta Greenwicheko orduaren artean, ordu kopuru jakin bat dago. Herrialde bakoitzak ordu-eremuaren erdiari dagokion tokiko batez besteko ordu zibila hartu du, ordu ofizial edo legezkotzat.

Espainia 0 ordu-eremuan dago, eta, legezko ordutzat, Greenwicheko tokiko batez besteko ordu zibila du; hots, denbora unibertsala (DU). Denbora unibertsalaren 00:00ak Greenwicheko gauerdia dagozkie; une horretan, Eguzkia 180°-ko longitude geografikoa duen eta jatorria Greenwichen duen meridianotik igarotzen da.

Greenwicheko meridianotik mendebalderako lekuetan, tokiko batez besteko ordu zibila desfasetuta dago, Greenwicheko orduarekiko. Desfase-denbora leku horien eta Greenwichen arteko longitude geografikoen (denboran adierazia) berdina da. Esaterako, gure erlojuak 12:00ak direla adierazten duenean (aurrerapen-ordua aintzat hartu gabe), horrek esan nahi du Greenwichen direla 12:00ak, eta 14' 45" falta direla (Madrilen eta Greenwichen arteko longitude-aldea) Madrilen Eguzkia kokapen horretan egoteko; hau da, gure ordua aurreratuta dago, Greenwicheko orduarekiko. Beraz, Greenwichetik pasatu eta 14' 45" geroago (tokiko batez besteko ordu zibila) igaroko da Eguzkia Madrileko meridianotik; beraz, une horretan Greenwicheko tokiko batez besteko ordu zibila zein den jakiteko (DU), behaketa-lekuko -adibide horretan, Madril- benetako ordua gehi longitude-aldea egin beharko dugu. Laburbilduta:

Greenwichetik longitudea jakinez gero, eguzki-erlojuak adierazitako tokiko orduari kendu ala gehitu beharko diogu longitude hori (behaketa-lekua mendebaldeko longitudean ala ekialdeko longitudean badago, hurrenez hurren).

Modelo ebakigarrian, longitudea (denboran adierazia) interpolatu egin daiteke, lekuaren arabera.

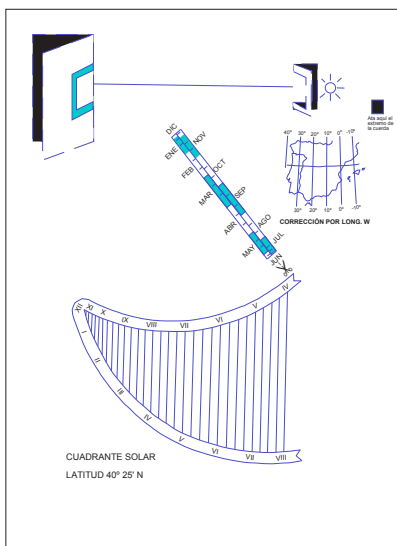
Beste aldaketa bat geratzen da. Beste zenbait herrialdetan bezala -besteak beste, eguzki-argia aprobetxatzeko-, Greenwicheko ordua aurreratu egiten da Espainian, ordubete neguan eta bi ordu udan. Horrela lortzen da Espainiako ordu ofiziala edo legezkoa. Beste herrialde batzuetan ere egiten dute hori.

Azkenik, beraz, urtaroa zein den, ordubete edo bi ordu gehitu beharko diogu eguzki-erlojuak adierazitako orduari, gure eguzki-erloju eramangarriari esker lortutako ordua gure eguneroko bizitzara arautzen duten erlojuen orduarekin bat etor dadin.

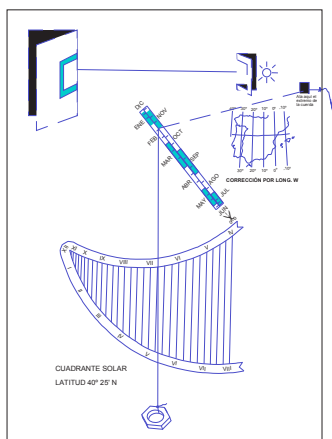
➔ Materialak

- Kartoi mehea
- A4 formatuko papera
- Hari edo soka zati bat
- Objektu astun bat, plomutzat erabiltzeko (adibidez, azkoin bat)
- Artaziak
- Itsasgarri zuria

➔ Jarduera



- ➊ Lehenengo eta behin, kartoi mehe batean itsatsiko dugu koadrantearen orria. Horren ondoren, markatutako lerroetatik ebakiko dugu.
- ➋ Behatxuloa ebaki eta tolestuko dugu, kartoi mehearekiko zut geratzeko moduan.
- ➌ Behatxuloaren ezkeraldeko laukizuzenean, behatxuloaren itzala margotuta dago. Puntu-lerrotik ebaki eta tolestuko dugu, kartoi mehearekiko zut geratzeko moduan. Laukizuzen horren barruan marraztutako laukizuzen txikia behatxuloaren itzalaren irudia da. Eguzki-erlojua eguzkitan jartzean, laukizuzen horrekin bat egin behar du behatxuloaren itzalak, erlojua zuzen orientatzeko. KONTUZ! EZ BEGIRATU EGUZKIARI ZUZENEAN BEHATXULOTIK! Ezkeraldeko laukizuzenean bilatuko dugu behatxuloaren itzala.



- 4 Horren ondoren, 50 cm inguruko hari mehe bat jarriko dugu. Horren mutur batean, pisuren bat jarriko dugu, plomutzat; esaterako, azkoin bat edo metalezko zirindola bat.
- 5 Plomua dagoen muturretik 12 cm ingurura, korapilo bat edo marka bat egingo dugu harian. Korapilo edo marka hori koadrantearen adierazlea izango da.
- 6 Data-eskalaren erdiko lerroan, zirrikitu fin bat egingo dugu. Horretatik, haria sartuko dugu, plomua eta adierazlea aurrealdean geratzeko moduan. Korapilo edo markatik, 25 cm inguru utziko dugu eta kartoiaren ertzera lotuko dugu haria.

→ Ordua irakurtzeko jarraibideak

- 1 Hariaren indizea XII. puntura eramango dugu.
- 2 Haria tenkatu egingo dugu, dataren egunetik pasa dadin.
- 3 Erlojua plano bertikal batean jarriko dugu.
- 4 Eguzkirantz orientatuko dugu erlojua, behatxuloaren itzala ezkerreko laukizuzenaren barruko itzalaren irudiarekin bat etorri arte.
- 5 Hariaren adierazleak benetako ordua adieraziko du eguzki-koadrantearen gainean.
- 6 Legezko ordua lortzeko, zuzenketa hauek egingo ditugu:

$$TO = BEO + W \text{ LONG} + OZG$$

Nahi izanez gero, denboraren ekuazioari dagozkion zuzenketak egin daitezke:

$$TO = BEO + W \text{ LONG} + OZG + DE$$

Irakurtzen dugun ordua eta legezko ordua lotzeko, zuzenketa hauek egin behar ditugu:

W LONG: Mendebaldeko longituda (mapari begiratuta kalkula daiteke, minututan zuzenean), ordu-eremuaren ordu zibila lortzeko.

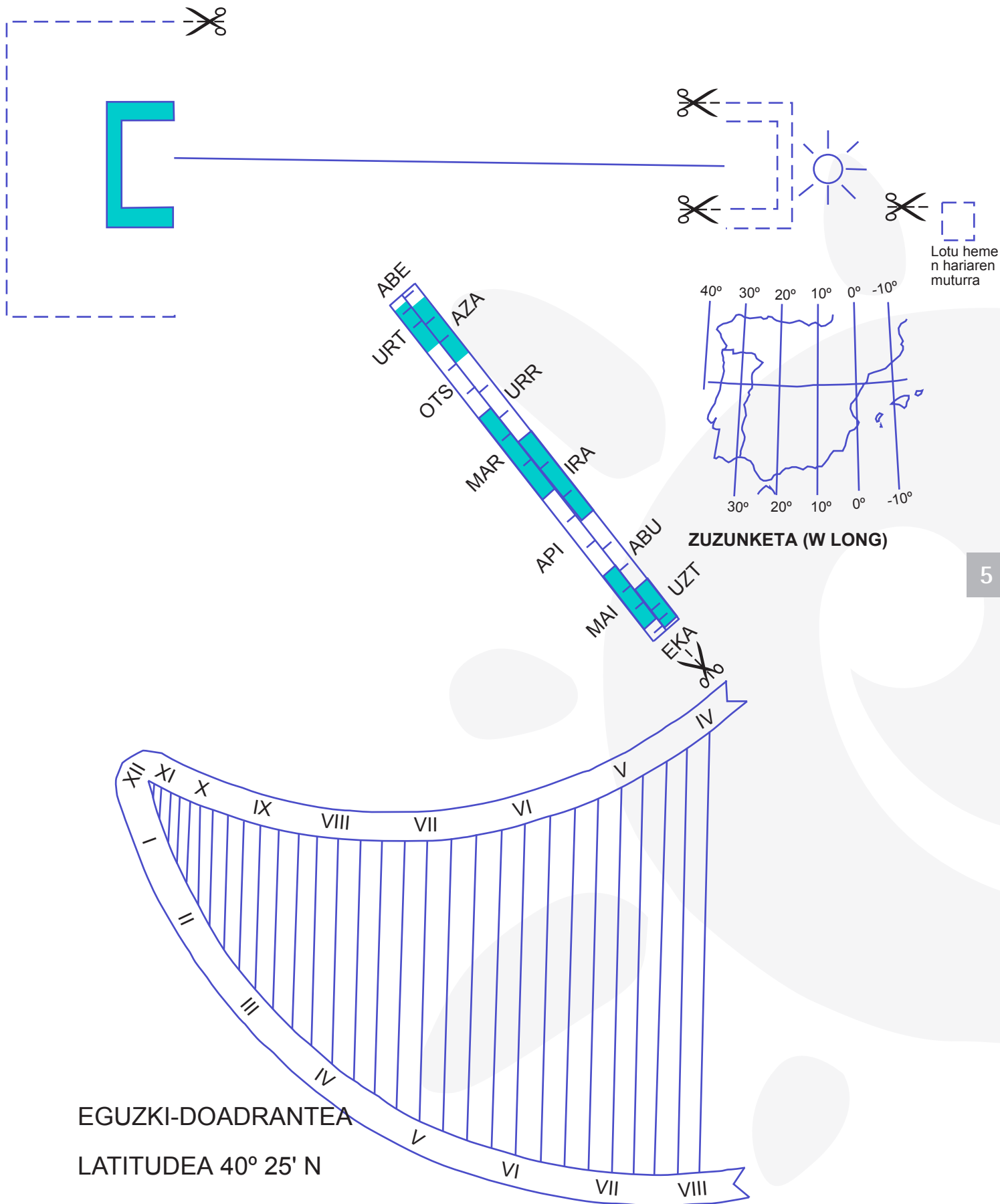
OZG: Ordu zibilarekiko gehikuntza, unean uneko xedapen legalen arabera (oro har, ordu kopuru osoa izaten da, bat edo bi).

DE: Denboraren ekuazioa (grafikoan kalkulatu, dataren arabera), tokiko batez besteko eguzki-ordua lortzeko.

→ Aintzat hartzeko

Esperimentuz egiazta dezakegunez, zenbat eta txikiagoa izan behaketa-orduaren eta XII orduaren arteko aldea, orduan eta errore handiagoa emango du erlojuak. Izan ere, une horretan, punturik garaienean iristean, igotzen amaitu eta jaisten hasten da Eguzkia, eta oso gutxi aldatzen da altitudea; hau da, altitude-gehikuntza txikia dagokio denbora-tarte luzeari. Hala ere, koadranteko gainerako puntuetan, 15 minutuko tarteak hauteman ditzakegu, irakurketa zuzenean, eta 5 minutukoak, ausaz. Prozesu osoa arretaz eginez gero, ez da zaila bost minutuko tarteko zehaztasuna lortzea; bizpahiru aldiz egin dezakegu irakurketa.

Beste latitude batzuetarako, beste erloju batzuk marraztu beharko ditugu; latitudea aldatu besterik ez dugu egin behar. Alabaina, jarduera honetan marraztutako erlojua antzeko latitudeetan ere erabil daiteke, eta errorea txikia izango da.



→ Gehiago jakiteko

Eguzkiak bere ibilbidean adierazten digun orduari "benetako eguzki-ordua" deitzen zaio; hau da, Eguzkia bere kokapenik altuenean dagoenean, 00:00ak direla esaten dugu (12:00ak, ordu zibilean). Eguzkiak leku beretik berriro pasatzeko igarotzen den tartea eguna da; eguna 24 zatitan banatuko dugu, eta zati horiek orduak dira.

Baina Eguzkiak meridiano beretik bi aldiz igarotzeko behar duen denbora ez da beti bera izaten; adibidez, otsaileko eguzki-egunaren iraupena eta apirileko eguzki-egunarena desberdinak dira. Hona hemen horren arrazoiak: Lurrak orbitan zehar lekualdatzeko duen abiadura aldakorra da, Keplerren bigarren legearen arabera; hots, egun batzuetan beste batzuetan baino azkarrago biratzen da. Beste arrazoi bat Lurraren ardatzak Lurraren orbitaren planoarekiko duen zehartasuna da. Denbora hori bere periodoetan aldakorra denez, oso zaila da hura neurtzea. Arazo hori konpontzeko, "batez besteko eguzki-denbora" asmatu zuten; horren arabera, batez besteko eguzki-ordu bat urte osoko benetako eguzki-orduen batez bestekoa da. Beraz, batez besteko eguzki-ordua neurtzeko aukera izango dugu, higidura uniformeko erloju mekanikoen bidez. Urtean zehar, zenbait egunetan, Lurra bere orbitan azkarrago higitzen denean, "batez besteko eguzkia" benetakorekiko aurreratuta dagoela ikusiko dugu, eta beste batzuetan atzeratu egiten dela, une fisiko berean beti.

Horri erreparatuta "denboraren ekuazioa" delakoa lor daiteke:

$$DE = BBD - BD - 12 \text{ h}$$

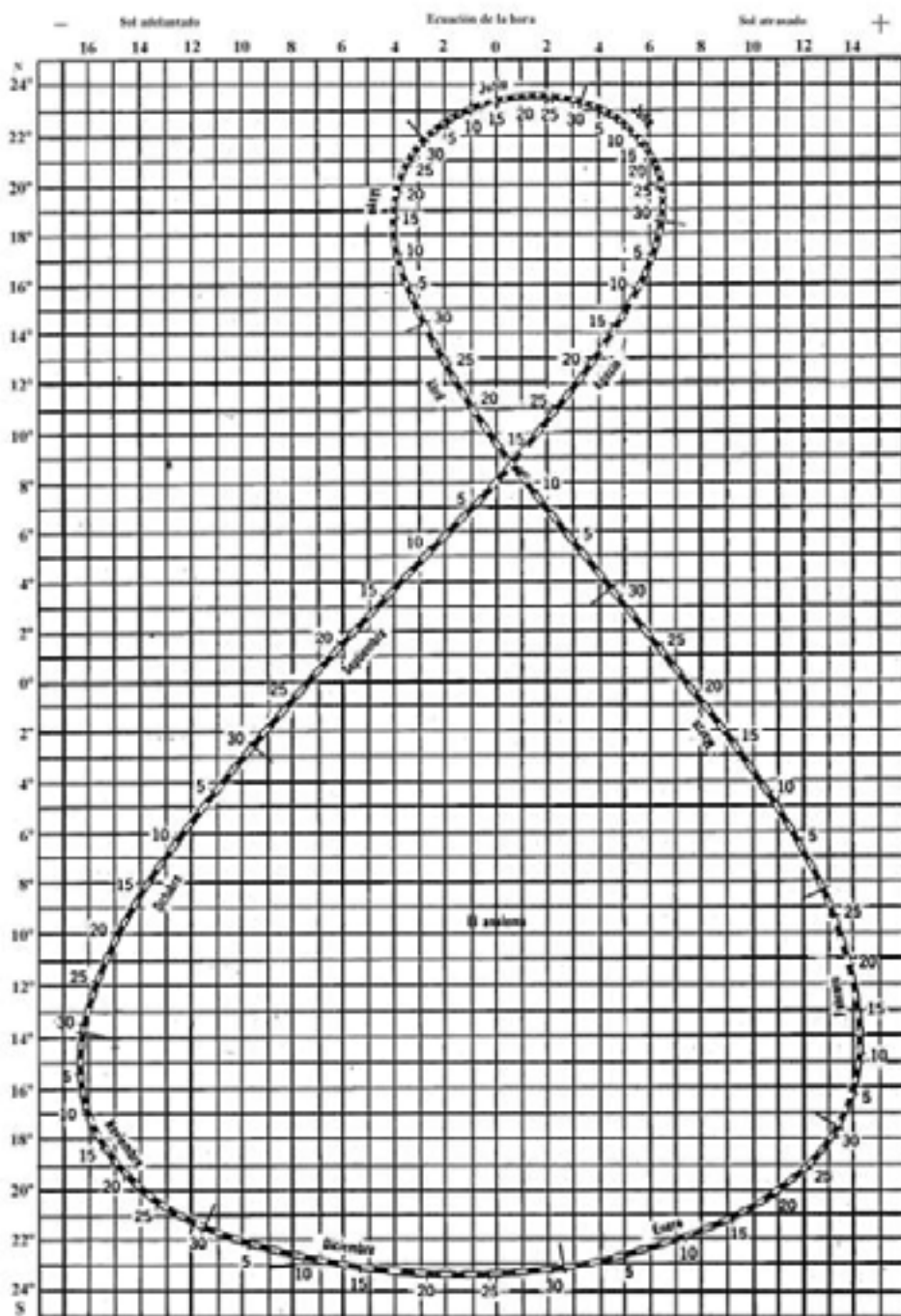
Kontuan izan beharko ditugu zeinuak, eta Urtekari Astronomikoan Eguzkia Madrileko meridianotik igarotzen den unea denbora unibertsalean adierazten dela (Greenwicheko denboran). Denbora zibila orain arte erabili dugun tokiko batez besteko denbora da, baina 12 ordu gehiagorekin. Beraz, benetako denbora 00:00etatik kontatzen hasten bagara, Eguzkia meridianotik igarotzen denetik, batez besteko denbora zibila kentzean, 12 ordu ere kendu beharko ditugu; izan ere, sobera dago. Gure eguzki-erlojuak, ez dugu kalkulu hori egin beharrik; izan ere, benetako eguzki-ordua jarri dugu, 12:00etan Eguzkia meridianotik igaro denean.

Laburbilduta, zeinua kontuan hartuta denboraren ekuazioa benetako eguzki-orduari gehituz gero (gehi 12 ordu), tokiko batez besteko eguzki-ordu zibila lortuko dugu. Ordu hori erloju mekanikoen bidez neur daiteke.

Azaldutako guztia laburbiltzeko, adibide praktiko bat egingo dugu, gure eguzki-erloju eramangarria nola erabiltzen den eta kalkuluak nola egiten diren ikusteko.

Demagun behaketa apirilaren 1ean egin dugula eta, tresna jarraibideen arabera doitu ondoren, adierazletzat erabili dugun korapiloak arratsaldeko 15:30ak adierazten dituela (kontuz egin behar dugu, hariak kartoi mehea ukitu gabe). Kalkulu hauek egingo ditugu:

Benetako eguzki-ordua, erlojuaren bidez neurtua (BEO) 3 h 30 m 00 s
 Apirilaren 1erako denboraren ekuazioa, grafikoan zeinu positibokoa (DE) +4 m 30 s
 TOKIKO BATEZ BESTEKO ORDU ZIBILA 3 h 34 m 30 s
 Mendebaldeko longitudearen zuzenketa, Madrilén +14 m 45 s
 GREENWICHEKO TOKIKO BATEZ BESTEKO ORDU 3 h 48 m 75 s
 Espainiako aurrerapen-ordua (neguko ordu zibila) 1 h 00 m 0 s
 PENINTSULAKO ORDU OFIZIAL EDO LEGEZKOA, erlojuak adierazitako ordua
 (TO) 4 h 48 m 75 s = 4 h 49 m 15 s



→ Analema

Neurketa egiten ari garen egunaren data bilatu eta, goialdean, denboraren ekuazioari gehitu edo kendu behar zaizkion minutuak irakurriko ditugu (eskuinaldekoak gehitu behar ditugu, eta ezker aldekoak, kendu).

Ezker aldeko ardatzean, Lurraren ardatzak une horretan zer inklinazio duen jakin dezakegu