

---

# Història de la longitud

Autor:

Data de publicació: 28-09-2013

Eclipsi de lluna de Jamaica de 1504 emprat pel calcul de longitud.

La història de la longitud és un registre de l'esforç, per part dels navegants i científics durant diversos segles, per aconseguir un mitjà per al càlcul de la longitud.

El mesurament de la longitud és important tant per a la cartografia com per a la navegació. Històricament, l'aplicació pràctica més important va ser per a proporcionar una navegació segura a través de l'oceà, fet que requereix el coneixement d'ambdues latitud i longitud. Trobar un mètode de determinació de la longitud va costar segles i la participació d'algunes de les més grans mentes científiques.

## Taula de continguts

- 1 Història antiga
- 2 El problema de la longitud
- 3 Temps igual a longitud
- 4 Mètodes proposats per a determinar el temps
  - 4.1 Proposta de Aimeric Despuig - angle lluna/mars
  - 4.2 Proposta de Galileu - llunes de Júpiter
  - 4.3 Propostes de Halley - ocultacions lunars, desviació magnètica
  - 4.4 Proposta de Maskelyne - mètode de les distàncies lunars
  - 4.5 Proposta de Harrison - cronòmetre marí
- 5 Distàncies lunars o cronòmetres?
- 6 Solucions modernes
- 7 Altres millores per a la longitud en terra
- 8 Contribucions de científics notables
- 9 Referències
- 10 Enllaços externs

## Història antiga

Eratòstenes en el segle III aC va proposar per primera vegada un sistema amb latituds i longituds per mostrar un mapa del món. Al segle segon abans de Crist Hiparc de Nicea va ser el primer en utilitzar aquest sistema per especificar llocs de la Terra de forma unívoca. També va proposar un sistema per a determinar la longitud mitjançant la comparació de l'hora local d'un lloc amb un temps absolut. Aquest va ser el primer reconeixement de que la longitud pot ser determinada pel coneixement exacte de temps. Al segle XI Al-Biruni creia que la terra girava sobre el seu eix i això equival a la nostra noció moderna de la relació entre el temps i la longitud.[1]

#### El problema de la longitud

Determinar la longitud a terra era relativament fàcil en comparació amb la tasca que calia fer al mar. Una superfície estable per treballar, un lloc còmode per viure mentre es duu a terme la tasca i la capacitat de repetir les mesures al llarg d'un període de temps, permetien una gran precisió. Però tot allò que es pogués descobrir per la solució del problema en el mar encara milloraria la determinació de la longitud a terra.

La determinació de la latitud, era relativament fàcil, ja que es podia trobar des de l'altura del sol al migdia amb l'ajuda d'una taula indicant la declinació del sol per aquell dia [2] Per la longitud, els primers navegants de l'oceà havia de confiar en l'estima Això no era exacta en viatges llargs fora de la vista de la terra i aquests viatges de vegades van acabar en tragèdia.

Per tal d'evitar problemes per no saber amb exactitud la posició, els navegants es van basar, sempre que era possible, en l'aprofitament del coneixement de la latitud. Navegaven cap a la latitud del seu destí, llavors viraven cap al seu destí i seguien una línia de latitud constant. Això es coneixia com corrent per un Westing (si cap a l'oest, cap a l'Est d'una altra manera). Navegació [3] Això impedia que un vaixell seguís la ruta més directa (un cercle màxim) o una ruta amb els vents i corrents més favorables, allargant el viatge dies o fins i tot setmanes. Això va augmentar la probabilitat que les racions s'acabessin, [4] el que podria portar a la mala salut o fins i tot la mort per als membres de la tripulació a causa de l'escorbut o la fam, amb el risc resultant de la nau.

Els errors en la navegació es traduïen en naufragis. Motivats per una sèrie de catàstrofes marítimes atribuïbles a errors greus en el càlcul de la posició en el mar, desastres espectaculars sobretot com el desastre naval de Scilly (1707), que li a passar a l'Almirall Sir Cloudesley Shovell i la seva flota, els britànics govern va establir el Board of longitude el 1714:

«

"El descobriment de la longitud és d'aquestes conseqüències a Gran Bretanya per la seguretat de l'Armada i els vaixells mercants, així com per a la millora de Comerç que per falta vaixells d'això molts s'han endarrerit en els seus viatges, i molts van perdre ..." [I hi haurà un Longitude Prize] "per a la persona o persones que edescobreixin un mètode de càlcul de la Longitud."

»

Els premis havien de ser concedit pel descobriment i demostració d'un mètode pràctic per determinar la longitud d'un vaixell al mar. Els premis s'ofereixen en quantitats va graduar de solucions de precisió cada vegada major. Aquests premis, per un valor equivalent de milions de dòlars en moneda d'avui, motivat a molts a buscar una solució.

Gran Bretanya no estava sol en el desig de resoldre el problema. [Rei de França Lluís XIV va fundar l'Académie Royale des Sciences el 1666. Se li va encomanar, entre una gamma d'altres activitats científiques, l'avanç de la ciència de la navegació i la millora de mapes i cartes de navegació. Des de 1715, l'Acadèmia ofereix un dels dos Premi Rouillé específicament per a la navegació [5] d'Espanya Felip II, va oferir un premi pel descobriment d'una solució al problema de la longitud e 1567; El 1598 el seu fill Felip III va augmentar el premi. Holanda es va afegir a l'esforç amb un premi ofert el 1636. [1] Navegants i científics de la majoria de països europeus estaven al corrent del problema i han participat en la recerca d'una solució. A causa del esforç internacional en la solució del problema i l'escala de

---

l'empresa, que representava un dels majors esforços científics de la història.

Temps igual a longitud

Atès que la Terra gira a una velocitat constant de  $360^\circ$  per dia, o  $15^\circ$  per hora (a el temps sideri), hi ha una relació directa entre el temps i la longitud. Si el navegador sabia que el temps en un punt de referència fix, quan algun esdeveniment ocorregut en la localització de la nau, la diferència entre el temps de referència i el temps aparent locals donaria posició relativa a la ubicació fixa de la nau. Trobar temps local aparent és relativament fàcil. El problema, en última instància, va ser la forma de determinar el moment en un punt de referència a distància, mentre que en un vaixell.

Mètodes proposats per a determinar el temps

Proposta de Aimeric Despuig - angle lluna/mars

Proposta de Galileu - llunes de Júpiter

El 1612, després d'haver determinat els períodes orbitals de quatre llunes més brillants dels satèl·lits (Io, Europa, Ganimedes i Calisto), Galileu va proposar que, amb suficient coneixement precís de les seves òrbites es podria utilitzar la seva posició com un rellotge universal, que faria possible la determinació de la longitud. Ell va treballar en aquest problema de tant en tant durant la resta de la seva vida.

Per tenir èxit, aquest mètode requereix l'observació de les llunes des de la coberta d'un vaixell en moviment. Per a això, Galileu va proposar el celatone, un dispositiu en forma de casc amb un telescopi muntat per poder acomodar el moviment de l'observador a bord del vaixell. [6] Aquest va ser reemplaçat més tard per dues hemisferes separades per un bany d'oli. Això proporcionaria una plataforma que permetia a l'observador romandre immòbil mentre el vaixell es balancejava per sota d'ell, en la forma d'una plataforma cardan. Per a establir la determinació del temps de les posicions de les llunes observar, un Jovilabe se li va oferir - astrolabi. ref> Jovilabe Els problemes pràctics van ser greus i el mètode no es va arribar a utilitzar en el mar. No obstant això, va ser utilitzat per a la determinació de la longitud a terra.

Propostes de Halley - ocultacions lunars, desviació magnètica

Al voltant de 1683, Edmund Halley va proposar utilitzar un telescopi per a observar el moment de la ocultació o appulse d'una estrella per la lluna com un mitjà per a determinar el temps al mar. [7] S'havien acumulat observacions de la posició de la lluna i d'estrelles determinats amb aquesta finalitat, i havia deduït els mitjans de corregir els errors en les prediccions de la posició de la lluna.

Després de la mort de John Flamsteed, com a nou Astrònom Reial, Halley havia emprès la tasca d'observar les dues posicions estelars i la trajectòria de la lluna, amb la intenció de complementar els coneixements existents i avançar en la seva proposta per a determinar la longitud en el dim [7] En aquell moment, s'havia abandonat l'ús de les ocultacions preferint els appulses exclusivament. Halley no va donar els motius per l'abandonament de ocultacions, però, hi ha poques estrelles brillants ocultades per la lluna i la tasca de documentar les posicions de les estrelles dèbils i la formació dels navegants per reconèixer-les hauria estat d'enormes proporcions. Els appulses amb estrelles brillants era més pràctic.

Tot i que s'havia provat el mètode en el mar, mai va ser utilitzat àmpliament o es consideren com un mètode viable. Les seves observacions han contribuït al mètode de les distàncies lunars.

Halley també esperava que l'observació acurada de la desviació magnètica es podria emprar per determinar la longitud. El camp magnètic de la Terra no s'entenia bé en el moment. Colom va ser el primer en reportar-ho però altres mariners també havien observat que el nord magnètic es desviava del nord geogràfic en molts llocs. Halley i altres esperaven que el patró de desviació, si era coherent, es podria utilitzar per determinar la longitud.

Si la desviació mesura coincidia amb el registrat en un gràfic, la posició seria conegut. Halley va utilitzar els seus viatges en el rosa Paramour per estudiar la variació magnètica i va ser capaç de proporcionar mapes que mostren la Halley o isògonas línies. Aquest mètode va ser finalment al fracàs, ja les variacions localitzades de les tendències generals magnètica que el mètode poc fiable.

Proposta de Maskelyne - mètode de les distàncies lunars

Plantilla:Per

La primera publicació d'un mètode de determinar el temps mitjançant l'observació de la posició de la "nostra lluna", va ser per Johannes Werner en el seu In hoc operi HAEC continentur Nova translatio primitiu libri geographiae Cl Ptolomaei, publicat a Nuremberg el 1514. El mètode va ser discutit en detall per Petrus Apianus en el seu Liber

Un francès, Sieur de St. Pierre, va portar la tècnica a l'atenció de Carles II d'Anglaterra el 1674. [8] Entusiasta de la tècnica proposta, el rei estava en contacte directe amb els seus comissionats reials, entre els quals hi havia en Robert Hooke, consultat al seu torn, per l'astrònom John Flamsteed. Flamsteed dóna suport a la viabilitat del mètode, però ha lamentat la manca de coneixement detallat de les posicions estelars i el moviment de la Lluna. El rei Carles va respondre acceptant el suggeriment de Flamsteed per la creació d'un observatori i Flamsteed nomenat com el primer astrònom reial. Amb la creació de l'Observatori Reial de Greenwich i un programa per mesurar les posicions de les estrelles amb alta precisió, el procés per a desenvolupar un mètode de treball de les distàncies lunars estava en marxa. [9] Per encara més la capacitat dels astrònoms a predir el moviment de la Lluna, la teoria d'Isaac Newton de la gravitació podria aplicar-se al moviment de la Lluna.

Tobias Mayer, l'astrònom alemany, havia estat treballant en el mètode de les distàncies lunars per tal de determinar amb precisió les posicions a terra. Havia mantingut correspondència amb Leonard Euler, que van aportar informació i les equacions per a descriure els moviments de la Lluna. [10] Amb aquests estudis, Mayer havia produït un conjunt de taules de predicció de la posició de la Lluna més precisa que mai. Aquests van ser enviats a la Junta de Longitud per a l'avaluació i consideració pel Longitud Premi. Amb aquestes taules i després dels seus propis experiments al mar tractant el mètode de la distàncies lunars, Nevil Maskelyne va proposar la publicació anual dels lunars prediccions distància en un funcionari nàutiques almanac per tal de trobar la longitud en el mar en mig grau .

Sent molt entusiasta pel mètode de la distàncies lunars, Maskelyne i el seu equip de computadors humans treballar febrilment durant tot l'any 1766, la preparació de quadres per al nou Almanac Nàutic i Efemèrides Astronòmiques. Publicat per primera vegada amb dades de l'any 1767, que incloïa taules diària de les posicions del Sol, la Lluna i els planetes i altres dades astronòmiques, així com taules de distàncies lunars donant la distància de la Lluna des del Sol i les estrelles noves propici observacions lunars (deu estrelles dels primers anys). [11] [12] Aquesta publicació posterior es va convertir en l'almanac estàndard per als navegants de tot el món, i ja que es va basar en l'Observatori Reial, que va portar a l'adopció internacional d'Temps Mitjà de Greenwich com un estàndard internacional.

Proposta de Harrison - cronòmetre marí

Articles principals: John Harrison i cronòmetre marí

Cronòmetre nàutic de Jeremy Thacker.

Una altra solució proposta era fer servir un rellotge mecànic, que es duran a bord d'un vaixell, de mantenir l'hora correcta a un lloc de referència. El concepte d'usar un rellotge pot ser atribuït a Gemma Frisius. Els intents s'han fet a la terra mitjançant rellotges de pèndol, amb cert èxit. En particular, Huygens havia rellotges necessaris pèndol que va permetre determinar la longitud en terra. També va proposar l'ús d'un ressort de balanç per regular els rellotges. Hi ha certa controvèrsia sobre si ell o Robert Hooke va proposar per primera vegada aquesta idea. [13] No obstant això, molts, per exemple, Isaac Newton, es van mostrar pessimistes que un rellotge de precisió que es requereix cada vegada es podrien desenvolupar. En aquest moment, no hi ha rellotges que podria mantenir l'hora exacta, mentre que ser sotmesa a les condicions d'un vaixell en moviment. El rotlló d'ING pitcheo i l'angle de guinyada guiñada, juntament amb els cops de vent i les onades, colpejava els rellotges existents de l'hora correcta.

Malgrat aquest pessimisme, un petit grup va considerar que la resposta era a cronòmetre cronometria - el desenvolupament d'una peça d'un temps millor que treballar fins i tot en viatges llargs en el mar. Un rellotge va ser construït amb el temps adequat per John Harrison, un fuster de Yorkshire, amb el seu cronòmetre marí; rellotge que més tard va ser conegut de H-4 .

Harrison construir cinc cronòmetres, dos dels quals van ser provats en el mar. La seva primera H-1, no ha estat provat

---

en les condicions que es requereixen pel Consell de Longitud. En canvi, l'Almirallat requereix que viatjar a Lisboa i tornar. Es realitza de manera excel·lent, però el perfeccionista a Harrison li va impedir enviar en el judici necessari per a les Índies Occidentals. El lloc es va embarcar en la construcció de H-2. Aquest cronòmetre mai va ser a la mar, i va ser seguit immediatament per H-3. Encara no està satisfet amb el seu propi treball, Harrison va produir H-4, que va obtenir les seves proves de mar i satisfet tots els requisits per al Premi Longitud. No obstant això, no va ser guardonat amb el premi i es va veure obligat a lluitar per la seva recompensa.

Tot i que el Parlament britànic John Harrison recompensat per la seva cronòmetre marí el 1773, els seus cronòmetres no es convertís en norma. Cronòmetres, com ara els de Thomas Earnshaw són adequats per a ús general nàutiques per al final del segle XVII. No obstant això, segueix sent molt car i el mètode de la distàncies lunars, es va seguir utilitzant durant diversos decennis.

#### Distàncies lunars o cronòmetres?

El mètode de la distàncies lunars era inicialment de mà d'obra a causa de la complexitat de temps dels càlculs per a la posició de la Lluna. Els primers assajos del mètode podria consistir en quatre hores d'esforç. [14] No obstant això, la publicació de l'Almanac Nàutic de partida en 1767 de les taules proporcionades distàncies pre-càlculat de la Lluna a partir de diversos objectes celestes en tres hores intervals per a cada dia de l'any, fent que el procés pràctic mitjançant la reducció del temps dels càlculs a menys de 30 minuts i només deu minuts amb alguns dels mètodes eficients de taula. [15] distàncies lunars es van utilitzar àmpliament al mar des de 1767 a 1850.

Entre 1800 i 1850 (abans en la pràctica de navegació britànics i francesos, més tard a Amèrica, Rússia i altres països marítim), cronòmetres assequible, fiable marins es va disposar, en substitució del mètode de lunars tan aviat com va arribar al mercat en grans quantitats. Es va fer possible la compra de dues o més cronòmetres relativament barat, que actua com a control de si, en lloc d'adquirir una simple (i car) sextant d'una qualitat suficient per a la navegació distàncies lunars. [16]

El 1850, la gran majoria de navegants d'alta mar a tot el món havia deixat d'utilitzar el mètode de les distàncies lunars. No obstant això, experts navegants van continuar aprenent lunars data tan tardana com 1905, encara que la majoria d'això va ser un exercici de llibre de text, ja que van ser un requisit per a certes llicències. També va continuar en ús en l'exploració de la terra i en cartografia en els cronòmetres no podia mantenir segur en condicions molt dures. Els britànics del Almanac Nàutic publicat lunar taula de distàncies fins 1906 i les instruccions fins a 1924. [17] Aquestes taules aparèixer per última vegada el 1912 Almanac Nàutic USNO, encara que un apèndix que explica com per generar valors únics de les distàncies lunars es va publicar en data tan tardana com la dècada de 1930. almanac [18] La presència de pigues taula de distàncies en aquestes publicacions fins a principis del segle XX no implica l'ús comú fins a aquest període de temps però va ser simplement una necessitat, a causa d'alguns requisits restants de llicència (que aviat seran obsolets). El desenvolupament de la tecnologia de senyals telegràfics sense fils temps en el segle 20, que s'utilitza en combinació amb cronòmetres marins, va posar punt final a la utilització de taules distàncies lunars .

#### Solucions modernes

El senyal horari es va emetre per primera vegada per telegrafia sense fils el 1904, per la Marina dels EUA de la Navy Yard en Boston . Una altra emissió regular va començar a Halifax, Nova Escòcia el 1907, i els senyals de temps que es va fer més utilitzats van ser la difusió de la Torre Eiffel a partir de 1910 [19] Com els vaixells, adoptades telègraf aparells de ràdio per a la comunicació, com senyals del temps, per corregir els cronòmetres. Aquest mètode redueix dràsticament la importància de lunars com a mitjà de verificació de cronòmetres.

marins moderns tenen una sèrie d'opcions per determinar la informació exacta de posició, incloent radar i el Sistema de Posicionament Global, conegut comunament com GPS, un sistema de navegació per satèl·lit. . Amb refinaments tècnics que fixa la posició d'una precisió de metres, la ràdio basada en el Sistema LORAN també està guanyant popularitat. La combinació de mètodes independents s'utilitza com una forma de millorar l'exactitud de les posicions fixes. Fins i tot amb la disponibilitat de diversos mètodes moderns de determinació de longitud, un cronòmetre marí i el sextant solen dur com un sistema de còpia de seguretat.

Altres millores per a la longitud en terra

Article principal: Geodèsia

Per determinar la longitud en la terra, el mètode preferit va ser l'intercanvi de cronòmetres entre observatoris per determinar amb precisió les diferències en temps locals, en relació amb l'observació del trànsit astronòmic de trànsit de les estrelles a través de l'meridià .

---

Un mètode alternatiu va ser l'observació simultània de l'ocultació d'estrelles en diferents observatoris. Atès que l'esdeveniment va ocórrer en un moment conegut, va proporcionar un mitjà exacte per a determinar la longitud. En alguns casos, les expedicions especials s'han muntat per observar una ocultació o eclipsi especials per a determinar la longitud d'un lloc sense un observatori permanent.

Des de mitjans del segle XIX, el telègraf senyalització permet la sincronització amb més precisió de les observacions d'estrelles. Aquesta longitud va millorar significativament la precisió del mesurament. L'Observatori Reial de Greenwich i el EUA Geodèsic Nacional coordinat a escala europea i les campanyes de mesurament de longitud d'Amèrica del Nord en la dècada de 1850 i 1860, resultant en una precisió millorada dels mapes i la seguretat de la navegació. Sincronització La ràdio va seguir en el segle XX. En la dècada de 1970, l'ús de satèl·lits va ser desenvolupat per mesurar amb més precisió les coordenades geogràfiques (GPS).

Contribucions de científics notables

En el procés de recerca d'una solució al problema de determinar la longitud, molts científics afegit al coneixement de l'astronomia i la física.

Galileu - estudis detallats de les llunes de Júpiter, la qual cosa demostra l'afirmació de Ptolemeu de que no tots els objectes celestes l'òrbita de la Terra

Robert Hooke - la determinació de la relació entre les forces i desplaçaments en les deus, establint les bases per a la teoria de l'elasticitat.

Jacob Bernoulli, amb millores per Leonhard Euler - invenció del càlcul de les variacions per a la solució de Bernoulli al problema de la braquistòcrona (trobar la forma de la trajectòria d'un pèndol amb un període que no varia amb el grau de desplaçament lateral). Aquest refinament creat una major precisió en els rellotges de pèndol.

John Flamsteed i molts altres - la formalització de l'astronomia observacional a través de les instal·lacions d'observatori astronòmic, seguir avançant en la moderna astronomia com una ciència.

John Harrison - invenció de la graella oscil·lant i el bimetall juntament amb altres estudis en el comportament tèrmic dels materials. Això va contribuir a la ciència de l'evolució de la mecànica sòlid. Invenció de la gàbia del rodament de rodetss contribuïnt a millores en els dissenys d'enginyeria mecànica.

Referències

? Jump up to: 1,0 1,1 La longitud i l'Académie Royale

Jump up ? La latitud també pot ser determinada a partir de Polaris, l'estrella polar que marca el nord. No obstant això, atès que Polaris no està exactament en el pol, només es pot estimar la latitud a menys que que es coneix l'hora exacta o els mesuraments es fan moltes vegades en un període. Tot i que a terra ferma es poden fer moltes mesures, això fa que sigui poc pràctic per a determinar la latitud al mar.

Jump up ? Dutton's Navigation and Piloting, 12a edició. G. D. Dunlap i H. H. Shufeldt, eds. Naval Institute Press 1972, ISBN 0-87021-163-3

Jump up ? Com les botigues d'aliments van començar a escassejar, la tripulació es va posar en racions per estendre el temps amb el menjar es feia referència a com donar la tripulació racions curtes, curt assignació o petits ordre d .

Jump up ? Taylor, EGR, L'art Haven de recerca: Una història de la navegació d'Odisseu al Capità Cook, Hollis i ; Carter, Londres 1971, ISBN 0370 01347 6

Jump up ? TST/museu/esim.asp? c = 500.174 Celatone

? Jump up to: 7,0 7,1 Halley, Edmund, Proposta d'un mètode per trobar la longitud al mar amb precisió d'un grau, o de vint llegües. , Philosophical Transactions of the Royal Society, vol. 37, 1731-1732, p. 185-195

Jump up ? Forbes, Eric G., "http://adsabs.harvard.edu/abs [1977VA ..... 20 ... 39F Els orígens de la] Observatori de Greenwich ", Vistes en Astronomia, vol. 20, Número 1, pp.39-50

Jump up ? Sobel, Dava, Longitud: la veritable història d'un geni solitari que va resoldre el problema científic més gran del seu temps , Walker and Company, Nova York, 1995 ISBN 0-8027-1312-2

Jump up ? Landes, David S., Revolució en el temps, Belknap Press Harvard University Press, Cambridge, Mass, 1983, ISBN 0-674-76800-0

Jump up ? {{{títol}}}.

Jump up ? almanac name = "USNO {{{títol}}}.Plantilla:Link mort

Jump up ? Inwood, Stephen. The Man Who Knew Too Much: The strange and Inventive Life of Robert Hooke, 1635 - 1703. Pan Books, 2003. ISBN 0330488295.

Jump up ? Error de citació: Etiqueta no vàlida; no s'ha proporcionat text per les refs amb l'etiqueta Sobel

Jump up ? El Almanac Nàutic i Efemèrides astronòmiques, per al'any 1767 , Londres: W. Richardson i S. Clark, 1766

Jump up ? {{{títol}}}.

Jump up ? L'Almanac Nàutic abreujat per a l'ús de gent de mar, 1924

---

Jump up ? Error de citació: Etiqueta no vàlida; no s'ha proporcionat text per les refs amb l'etiqueta USNO\_history  
Jump up ? Lombardi, Michael A., «Radio Control Clocks"». , Actes de la Conferència Nacional de 2003 dels Laboratoris de Normes Internacionals , 17 d'agost de 2003

#### Enllaços externs

comunitat NavList: dedicat a la història, la preservació, i la pràctica de les tècniques de navegació tradicionals  
Nova en línia: perduts al mar, la recerca de Longitud