

Eduard Farré és professor de Pràctiques i Tecnologia de Micro-mecànica i Rellotgeria de l'escola de Rellotgeria de Barcelona, i actual vicepresident de la SCG.

Text i fotografies: Eduard Farré

Una cronologia de la Cronometria (I)

El rellotge de sol conviu amb les clepsidres i aquestes amb els rellotges mecànics i tots ells amb el calendari, la religió, la ciència i la política.



Venus de Laussel

Aquest és un treball que es podria qualificar d'ús personal. Pot haver-hi molts motius per posar en el mateix sac totes les dades sobre la mesura del temps que hom va trobant mentre llegeix o consulta publicacions diverses. El meu principal motiu ha estat d'ordre lògic: fer-me una mena d'índex cronològic amb expressió de la font, per saber on he trobat les diferents informacions. No sempre ha estat possible registrar la font; a vegades es disposa d'una informació i no es recorda d'on ha sortit. En aquest cas l'he registrada igualment a l'espera de tornar-la a trobar.

Després hi ha el contrast de notícies, que no sempre coincideixen. Quan es troba la mateixa informació en dues o més publicacions, el més probable és que totes siguin lleugerament diferents, fins i tot cronològicament parlant; i no diguem ja des del punt de vista interpretatiu. En aquest cas he optat per escollir la més solvent, cosa que és molt subjectiva o, quan ha estat possible, he recorregut a alguna font de referència enciclopèdica, per a les dates biogràfiques sobretot.

Finalment hi ha l'objectiu de la sincronia; gairebé sempre s'estudia un tema una mica d'esquena als fets contemporanis; per exemple, el rellotge de sol conviu amb les clepsidres i aquestes amb els rellotges mecànics i tots ells amb el calendari, la religió, la ciència i la política. Sense voler fer una altra "breu història de la humanitat", he esquitxat la meua cronologia amb fets que aparentment no tenen res a veure amb la mesura del temps però que m'han servit per contextualitzar.

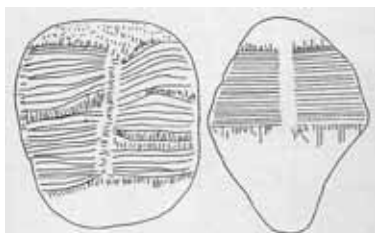
I una disculpa: de cada tema se'n poden escriure diversos tractats, per tant, perdoneu si no he posat aquell aspecte que el lector consideraria que és més important o més significatiu que el que troba aquí representat. No he pretès ser exhaustiu, cosa que, per altra banda, hauria estat impossible. De tota manera, agrairé amb molt de gust les crítiques constructives i les addicions del lector.

Sempre és bo poder rectificar i complementar el primer esbós d'un treball.

Aquest preàmbul serveix més per als futurs capítols que per al present que, forçosament, ha de ser breu. Així que comencem pel principi.

Paleolític

No sabem en quin punt de la seva evolució l'espècie homo va comen-



Pedra de Rochedane

çar a mesurar el temps; només es pot especular amb la possibilitat que, inicialment, va començar per comptar els dies acumulant-los en llunes. Segurament no en va deixar gaires registres, però podrien ser-ho les marques que s'han trobat en ossos, en figures de venus o deesses i en algunes pintures rupestres.



Os d'Eyzies

Juntament amb l'observació de la Lluna, també es deuria fixar en les estrelles i constel·lacions, de les quals en va deixar constància en les pintures de diverses coves. Els estu-



Os d'Ishango

diosos de la prehistòria pensen que el compte dels dies durant l'època de l'humà caçador-recol·lector estaria relacionada amb la previsió de les

migracions animals. Posteriorment, durant el neolític de l'humà agricultor i ramader, el compte del temps aniria lligat a la previsió de les esta-



Os de Bilzingsleben

cions, concretat en les alineacions megalítiques bastides, entre altres motius, per a l'observació més sistemàtica i acurada del firmament.

Cronologia

-c400.000 - Possible calendari lunar gravat en un os de mamut trobat a Bilzingsleben, Alemanya (Marshack 1972)



Os d'Eyzies

-c230.000 - Possible calendari lunar gravat en un os trobat a Pech-de-L'Azé, França (Bednarik 1994 p 170)

-c50.000 - Possible calendari o rellotge (sic) en un gravat sobre una plaqueta de roca trobada a Quneitra, Alts del Golam (Carbonell-Sala 2000 p 264)

-c30.000 - Possible calendari lunar gravat en una banya de ren trobat



Os de Blanchard

als Eyzies, les Gorges de l'Enfer, Dordonya, França (Musée des Antiquités Nationales, Saint Germain en Laye) (Bourgoing 2000 p 19 i Aveni 1990 p 69)

-c30.000 - Possible calendari lunar en un omòplot d'os treballat, gravat i tallat procedent de l'abric Blanchard, Sergeac, Dordonya, França (Musée

des Antiquités Nationales, Saint Germain en Laye) (Soutif 2000 p 75)

-c25.000 - Possible calendari lunar gravat a la Venus de Laussel, França (Musée d'Aquitaine, Bordeus)

-c20.000 - Possible calendari lunar en l'os d'Ishango, Congo (Institut Royal de Sciences Naturelles, Brussel·les, Bèlgica)

-c14.000 - Possible calendari lunar i mapa estel·lar pintat a la Sala dels Toros de la cova de Lascaux, França (Antequera 2008)

-c11.000 - Possible calendari lunar gravat en un os d'àguila trobat a Le Placard, França

-c9.000 - Possible calendari gravat en 40 pedres de la mida d'una mà trobades a l'abric de Rochedane, Villers-sous-Dampjoux, Doubs, França (Rohr 1993)

Bibliografia esmentada

ANTEQUERA CONGREGADO, LUZ (2008, data de consulta): Los hombres de Lascaux y las estrellas. <http://www.luzantequeracongregado.com/index.lascaux.htm>

AVENI, ANTHONY (1990): Empires of time. Calendars, clocks and cultures; London: Ed. Tauris.

BEDNARIK, ROBERT G. (1994): Art origins. "Anthropos" n. 89, p. 169-180.

BOURGOING, JACQUELINE DE (2000): Le Calendrier, maître du temps?. Ed. Gallimard.

CARBONELL, EUDALD - ROBERT SALA (2000): Planeta humà. Barcelona: Ed. Empúries.

MARSHACK, ALEXANDER (1972): The roots of civilization. New York: Ed. McGraw-Hill.

SOUTIF, DANIEL i altres (2000): Art i temps. Barcelona: Ed. CCCB, Diputació de Barcelona.

ROHR, RENÉ R. J. (1993): Some reflections on Neolithic astronomy. "Bulletin of the British Sundial Society", n. 93.1, feb, p. 3-8.

Eduard Farré és professor de Pràctiques i Tecnologia de Micro-mecànica i Rellotgeria de l'escola de Rellotgeria de Barcelona, i actual vicepresident de la SCG.

Text i fotografies: Eduard Farré

Una cronologia de la Cronometria (II)

L'inevitable establiment sedentari de les comunitats propicià l'estudi dels fenòmens naturals, com les estacions, i va impulsar l'estructuració dels calendaris.

Neolític

Fa uns 9.000 anys, la proliferació humana va anar creant dificultats a la vida nòmada i va fer necessari

Un que es basava en l'evolució mensual de la Lluna i que va donar anys de 12 i de 13 mesos de 29 i 30 dies. L'altre es fixava en l'observació de la



Nabta Playa, Egipte (Foto Dominique Schreckling)

l'establiment sedentari de les comunitats. El conreu de la terra i la generació d'excedents implicava una nova organització de la societat i un profund canvi en la percepció humana de l'espai i del temps. Això donà l'impuls definitiu a l'estudi dels fenòmens naturals lligats a la previsió de les estacions i a l'estructuració dels calendaris. A Sumer neix l'escriptura (-3200) i el sistema numèric sexagesimal. És l'època dels primers regnes sumeris d'Ur, Lagash i Akad i de les primeres dinasties egípcies (2850-2052aC) constructores de les piràmides.

L'observació dels astres va originar dos principals sistemes de calendari.

sortida helíaca de les constel·lacions i va propiciar anys de 12 mesos de 30 dies amb un període d'ajustament final de 5 dies per totalitzar els 365 dies anuals.

El dia es va acabar dividint en 12 hores i la nit en unes altres 12; el motiu pot estar relacionat amb els 12 mesos de l'any i també amb els 12 signes zodiacals en què es va dividir l'eclíptica (Aveni 1990 p 91). A Egipte, el mes es va subdividir en períodes de 10 dies. Els anys s'esmenten o numeren a partir d'esdeveniments importants i es fan començar a l'inici d'una estació natural (sembla o collita).

-c7000 - Comença el neolític a Mesopotàmia, Egipte, Xina i Mesoamèrica

-5529 - Data de la Creació segons el bisbe Teòfil d'Antioquia (s II) (Barnett 2000 p 187)

-c4820-c6270 - Complex megalític a Nabta Playa, sud d'Egipte, amb possibles finalitats astronòmiques relacionades amb el calendari (Brophy 2005)

-4713 - 1 de gener: data senyalada per Joseph Justus Scaliger (1540-1609) per l'inici del compte dels dies julians (1583)

-4236 - Data decretada per l'inici del calendari egipci

-4004 - 22 d'octubre, 8 del vespre: data i hora assenyalada per l'arquebisbe anglicà James Ussher per la Creació a partir del relat bíblic

-3760 - 7 d'octubre: dia de la Creació segons la religió jueva i data d'inici del seu calendari

-3114 - Any d'inici del compte llarg del calendari maia que finalitza el 23 de desembre del 2012

-c3000 - Tauleta sumèria amb l'expressió dels dies trobada a Jemdet Nasr (Postgate 1999 p 77). Els sumeris, al sud de Mesopotàmia, estructuraven l'any en 12 mesos lunars de 29 i 30 dies i intercalaven un mes

cada tres anys aproximadament per mantenir l'inici de l'any sincronitzat amb l'estació de la collita



Tauleta sumèria amb l'expressió dels dies (foto Postgate 1999 p 77)

-XXX - El calendari d'Ebla, al nord de Mesopotàmia, comptava amb 12 mesos de 30 dies i un afegit de 5 dies al final de l'any. El primer mes del calendari eblaïta tenia el nom del Fènix, au que renaix de les seves cendres, en una clara evocació del naixement d'un nou any a partir de la mort de l'anterior (Lara 2000 p 110)

-XXX - Primera dinastia egípcia (2920-2770aC) i probable inici del seu calendari de tres estacions i 12 mesos de 30 dies. Al final hi afegien un 13è mes de cinc dies dedicat a la regeneració encarnada en els déus Isis, Osiris, Horus, Nephthys i Set (Bomhard 1999)



Els déus Isis, Osiris, Horus, Nephthys i Set en la desfílada de cap d'any (Temple d'Edfu, Egipte))

-XXVIII - A Xina, la llegenda personalitza l'esforç col·lectiu ancestral en els primers emperadors celestials: Fu-Hi es fa responsable del naixement

de l'astronomia, Shun millora el calendari i Yao determina la relació entre les estacions i els conreus (García Font 1980, p 34). En aquest context mític, es diu que Yao va fer executar dos dels seus astrònoms per haver errat en la predicció d'un eclipsi de Sol

- XXVII - Per a l'estructuració del calendari, els sumeris disposaven d'una institució per a l'estudi del firmament, la Casa de les Estrelles, on es generaven mapes i llistes estel·lars. En un primer moment dividiren l'eclíptica en 28 sectors anomenats Cases de la Lluna

-2637 - El legendarí emperador Huang-Di decreta el primer calendari xinès

-XXVI - La iconografia d'un gerro de ceràmica de la cultura de Vucedol, Croàcia (c3000-2200aC) ha estat interpretada com un primitiu calendari astronòmic



Gerro Vucedol
foto www.geocities.com/vucedol_culture

-XXV - Calendari de Nippur (Sumer, Mesopotàmia) referent a les feines que cal portar a terme en el camp en les diferents èpoques de l'any, conservat en una tauleta de la Universitat de Filadèlfia

-XXV - Primers indicis de la cultura Olmeca, fundadors del calendari, de l'escriptura jeroglífica i de la major part dels coneixements científics que més tard utilitzaran els maies i els asteques

-XXIV - A Egipte consta la divisió del dia en 12 hores i la nit en unes altres 12 en els Textos de les Piràmides, el més antic dels quals es troba a la piràmide del faraó Unas (2356-2323aC)

-XXIII - Els Babilonis situen la creació del temps, Enuma Elish, en l'origen de la primera dinastia babilònica (2225-1926aC)

-c2250 - A Ur, Sumer, es construeix un observatori i temple lunar al déu Sin del qual se'n conserva un fris al British Museum (García Font 1980, p 11)

-XXII- Pintura de les tres estacions egípcies a la tomba del noble Mereruka de la VI dinastia (c2345-2121aC) (Turner 1990 n 43 p 57)

-XXII - A Egipte, comencen a aparèixer els anomenats rellotges decanals, que són taules d'elevacions heliaques d'estrelles per identificar les hores de la nit. Es troben situats a la part interior de les tapes dels sarcòfags de les dinasties IX a XII (2135-1781aC)



Tapa de sarcòfag amb rellotge decanal (dinastia XII, Museu d'Aswan. Foto E. Farré)

-c2140 - Gudea (2144-2124aC), rei sumeri de Lagash, ajusta el calendari (Wagner 1999, p 104). El cilindre A de Gudea conté una referència a la sortida heliaca d'una estrella, possiblement Aldebaran, per al càlcul del calendari (Museu del Louvre)



Cilindre A de Gudea (foto Museu del Louvre)

-c2095 - Shulgi (c2094-2047aC), rei d'Ur, recorda que havia après a calcular l'aparició de la lluna nova quan era estudiant en una escola d'escribes. Va posar el seu nom a un mes del calendari sumeri (Wagner 1999, p 105)

-XXI - Els babilonis utilitzen el calendari sumeri i divideixen el dia en 12 hores i la nit en unes altres 12

Bibliografia

AVENI, ANTHONY (1990): *Empires of time. Calendars, clocks and cultures*. London: Ed. Tauris

BARNETT, JO ELLEN (2000): *El péndulo del tiempo*. Barcelona, Ed. Península

BOMHARD, ANNE SOPHIE VON (1999): *Le calendrier Égyptien. Une oeuvre d'éternité*. Ed. Periplus. London

BROOPHY, THOMAS G. - PAUL A. ROSEN (2005): *Satellite imagery measures of the astronomically alligned megalith at Nabta Playa*. International Journal of the Mediterranean Archaeology and Archaeometry vol 5 n 1 p 15-24

GARCIA FONT, JUAN (1980): *Historia de la ciencia*. Barcelona, Ed. Danae

LARA PEINADO, FEDERICO (2000): *Ebla. Una nueva historia. Una nueva cultura*. Madrid, Aldebarán

POSTGATE, J. N. (1999): *La Mesopotamia arcaica*. Akal Textos

TURNER, A.J. (1990): *Time*. The Hague

WAGNER, CARLOS G. (1999): *Historia del Cercano Oriente*. Ed. Universidad de Salamanca

Notícies Gnomòniques

DARRERES CONFERÈNCIES ORGANITZADES PER LA SOCIETAT CATALANA DE GNOMÒNICA



Forat gnomònic de la meridiana boreal, en forma de trau colís

El dia 4 de febrer, en el I'IES-SEP LA MERCÈ, de Barcelona, va tenir lloc la conferència "Il cielo in basilica. La meridiana de la basilica de Santa Maria degli Angeli e dei Martiri, de Roma", a càrrec d'en Josep Ma Casals, de l'Agrupació Astronòmica d'Osona, que va exposar les particularitats i característiques de la meridiana construïda l'any 1702 a la Basílica de Santa Maria degli Angeli e dei Martiri, a Roma, per encàrrec del papa Climent XI i segons els càlculs i projecte de Francesco Bianchini. La seva finalitat era la comprovació dels equinoccis i els solsticis per verificar la idoneïtat del calendari gregorià, instaurat tot just 120 anys abans. A més de la meridiana austral que mostra el pas de la imatge del Sol sobre la línia que indica el meridià nord-sud del lloc, també hi ha una meridiana boreal que indica el moviment de l'Estrella Polar al voltant del pol nord veritable, i la variació de la seva posició durant els 800 anys següents.

El dia 29 d'abril, a la Biblioteca del Castell de Montjuïc, en Gabriel Guix, també de l'Agrupació Astronòmica d'Osona, ens va adreçar una interessant exposició sobre la "Mesura de l'arc de meridià entre Dunkerque i Barcelona". L'any 1792, dos científics francesos, Méchain i Delambre, emprenien el repte i l'aventura de mesurar la longitud de l'arc de meridià entre Dunkerque i Barcelona. Aquesta mesura, duta a terme pel

mètode de la triangulació, serviria de base per a la definició d'una nova unitat de longitud que hauria de ser universal: el metre.

La SCG té previst oferir la propera conferència passat l'estiu, de la qual inclourem la deguda informació en el nostre web www.gnomonica.cat

Eduard Farré és professor de Pràctiques i Tecnologia de Micro-mecànica i Rellotgeria de l'escola de Rellotgeria de Barcelona, i actual vicepresident de la SCG.

Text i fotografies: Eduard Farré

Una cronologia de la Cronometria (III)

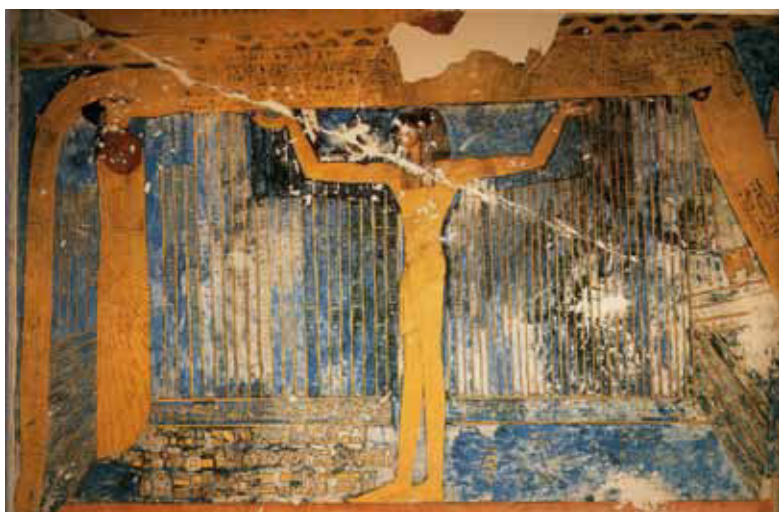


Fig. 1.- Rellotge de trànsit decanal. Tomba de Ramsès IV (Atiya 2006 p 58)

Segon mil·lenni aC

Entre els anys 2000aC i 1000aC es produeixen avenços molt significatius en la mesura del temps. Es constata que l'any té 365 dies i quart. Es relacionen les hores de la nit amb la visibilitat o trànsit pel meridià de determinades constel·lacions celestes. Es mesura l'ombra del Sol per detectar els solsticis i per saber les hores del dia. Comencen a conviure dos sistemes horaris: les hores temporals (desiguals) i les hores equinoccials (iguals). Es fan rellotges de sol portàtils, rellotges de foc, rellotges d'aigua i apareix el concepte de puntualitat.

XX: Els astrònoms egipcis detecten que el seu calendari de 365 dies s'avança respecte del cicle solar verdader, però la casta sacerdotal no

permet introduir la correcció sinó que decideixen conviure amb els dos períodes de temps, els inicis dels quals coincideixen cada 1460 anys (cicle sotíac).

XX: Les taules de trànsit d'estrelles pel meridià per identificar les hores de la nit anomenades rellotges de trànsit decanal es representen a les parets i sostres d'algunes tombes de les dinasties egípcies del Regne Mitjà (2065-1550aC) i als Llibres de Nut del Regne Nou (1550-1075aC) (Sánchez 2001 p 81) Figura 1.

XX: A Sumer, un estudiant de la Casa de les Tauletes (escola d'escribes) és recriminat per arribar tard a classe (Kramer 1978 p 58) i passa a la història com la primera persona tardana i informal de què es té notícia.

XIX: A Mesopotàmia els anys s'or-

denen i s'esmenten a partir d'algun esdeveniment rellevant (Postgate 1999 p 150)

XIX: Es consolida el monument astronòmic i religiós de Stonehenge interpretat en la seva vessant de detector del calendari. Figura 2.

XVIII: Un text assiri relaciona l'ombra de la persona al migdia amb els mesos zodiacals: Quan el Sol entra a Cranc, l'ombra d'un home té un peu; quan entra a Lleó és d'un peu i mig...

cXVIII: A la Xina, els astrònoms Xishi i Heshi de la dinastia Xia (2205-1767aC) estructuren un calendari anomenat Xia Xiao Zheng amb un any de 12 mesos que té en compte les estacions i les activitats agràries de cada regió (China 2006 p 17).



Fig. 2.- Stonehenge, Wiltshire, Anglaterra

XVII: A Egipte, el rei Salitis, primer monarca de la dinastia estrangera dels hicses (15a dinastia), reforma el calendari egipci (c1674aC) afegint-li un dia cada quatre anys. Amb la recuperació del govern propi, Ahmosis, primer faraó de la 18a dinastia,

En el II mil·lenni aC ja es mesurava l'ombra del Sol per detectar els solsticis i saber les hores del dia

**L'interès
que sem-
pre ha
despertat
el còm-
put del
temps es
fa pa-
lès per
la gran
varietat
d'instru-
ments i
sistemes
amb què
s'havien
dotat les
civilit-
zacions
més anti-
gues.**

deroga la reforma (c1550aC) (Zavel-ski 1990 p 14).

XVI: Primera referència de l'ús de clepsidres a Mesopotàmia (Turner 1984, p 1).

XVI: La primera referència de l'ús de clepsidres a Egipte es troba escrita a la tomba del noble Amenemhat del regnat d'Amenhotep I (1525-1504aC) (Turner 1984 p 2).

XV: Disc de bronze trobat a Nebra



Fig. 3.- Disc celest de Nebra, Alemanya (Meller 2004)

(Saxonia-Anhalt, Alemanya) amb significat astronòmic relacionat amb l'agricultura, el calendari i la religió al voltant de l'equinocci de tardor (Meller 2004) (Schlosser 2004). Figura 3.

XV: El calendari xinès dels Shang (1766-1112aC) que era lunisolar amb mesos intercalats comença a utilitzar els noms i signes de les 12 Branques Terrestres i de les 10 Estirps Celestes per estructurar un cicle de 60 dies amb noms propis (China 2006 p 25).



Fig. 4.- Dos rellotges de sol portàtils egipcis. El més petit és del regnat de Thutmosi III i l'altre dels segles X-VIaC. Museu Egipci, Berlín (Foto E. Farré)

XV: Rellotge de sol portàtil del regnat de Thutmosi III (1479-1425aC) (Museu Egipci, Berlín, n. 19744) (Schneider 1998). Figura 4.



Fig. 5.- Rellotge de sol portàtil del regnat d'Amenhotep III. Museu del Louvre (Foto E. Farré)

XIV: Rellotge de sol portàtil del regnat d'Amenhotep III (1387-1350aC). Només en queda el segment vertical (Museu del Louvre, París, n N781). Un altre vestigi similar es conserva al Museu Egipci de Torí (Alberí-Auber 2008). Figura 5.

XIV: Clepsidra troncocònica de Karnak del regnat d'Amenhotep III (1387-1350aC). Museu Egipci, El Caire, n. 37525) A la superfície exterior hi ha tres files de jeroglífics. A la fila superior hi ha la representació



Fig. 6.- Clepsidra de Karnak. Museu Egipci, El Caire (Foto Cristina Català)

dels deus planetaris seguits per les 36 constel·lacions relatives als decans celestes en què es basa la mesura del temps durant la nit. A la fila inferior hi ha un calendari anual. A l'interior de la clepsidra s'hi han marcat diferents escales d'hores per assenyalar les hores temporals de durada variable al llarg de l'any (Lippincott 2000 p 124). Figura 6.

1311 (c23 de novembre): A la Xina es registra un eclipsi que ens permet saber la manera que tenien de datar

els esdeveniments: va tenir lloc en el 15è dia de la 12a lluna del 29è any del regnat de Quing Wu-Ting.

-c1370: Tauleta assíria amb càlculs relatius a l'ombra del gnòmon i a la calibració de la clepsidra per a les hores de la nit. Hi ha una taula amb les sortides heliaques de 36 estrelles i constel·lacions repartides al llarg de l'any (British Museum WA86378).

-cXIII: A Egipte, els artesans de

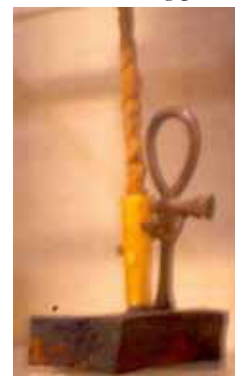


Fig. 7.- Reconstrucció d'una espelma horària. Museu Egipci, El Caire (Foto E. Farré)

les tombes de la Vall dels Reis utilitzen espelmes amb funció de rellotge per il·luminar la seva feina i per limitar el temps de durada del seu torn de treball. Figura 7.

-XIII: Instruccions per la construcció de rellotges de sol a la tomba del

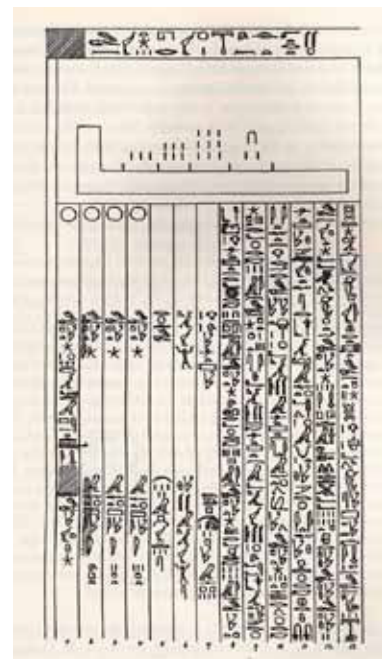


Fig. 8.- Instruccions per la construcció de rellotges de sol. Tomba de Seti I (Sánchez 2001 p 97)



Fig. 9.- Calendari egipci de papir (Lippincott 2000 p 62)

faraó Seti I (1289-1279aC) (Sánchez 2001 p 97) (Valdés 1999). Figura 8.



Fig. 10.- Rellotge de sol vertical egipci (Lippincott 2000 p 270)

-XIII: Calendari egipci de papir per als dies propicis i funestos (1290-1224aC). British Museum. Figura 9.

-XIII: Petit rellotge de sol vertical egipci trobat a Luxor i atribuït al regnat del faraó Merneptah (1212-1202aC). Mills (1990) li atribueix aquesta antiguitat encara que altres interpretacions el fan recular fins el segle I-II dC (Lippincott 2000 p 270). Figura 10.

-cXIII: Clepsidra grega destinada a cronometrar espais de temps del voltant de mitja hora (Michel 1970). Figura 11.

-XII: Dibuix d'una clepsidra troncocònica a la paret de la tomba de Tausert (1187-1185aC) i Setnakht (1185-1182aC) a la Vall del Reis, Luxor, Egipte. Figura 12.

-XII: Dibuix d'una clepsidra troncocònica a la paret de la tomba de



Fig. 11.- Clepsidra grega (Michel 1970 p 364)



Fig. 12.- Dibuix d'una clepsidra troncocònica a la tomba de Tausert i Setnakht (Atiya 2006 p 53)

Ramsès VI (1143-1135aC) que representa la 6a secció del Llibre de les Cavernes. Figura 13.

-XII: Rellotges estel·lars ramessides a les tombes de la XX dinastia egípcia (1187-1075aC). Es tracta de dibuixos posicionals del pas de les estrelles pel meridià per identificar



Fig. 13.- Dibuix d'una clepsidra troncocònica a la tomba de Ramsès VI (Bornhard 1999 p 67)

les hores de la nit (Sánchez 2001 p 85). Figura 14.

-XII: A Babilònia es representen gràficament els signes del zodíac

-XII: Calendari de Medinet Habu (Luxor) a la paret exterior del temple de Ramsès III (1184-1153aC) (Lippincott 2000 p 271). Figura 15.

-c1100: Calendari estel·lar de Nínive (Babilònia) amb els noms dels mesos i les figures i els noms de les principals estrelles associades a cada mes (British Museum, sm 162, còpia del 720-680aC). Figura 16.

-XI: L'astrònom xinès Tscheu Kong descriu un gnòmon.

Bibliografia

ALBERI-AUBER, PAOLO (2008): Gnomonica egizia: gli strumenti "a copertura d'ombra". L'analisi gnomonica del papiro di Tanis (1º sec. dC). XV Seminario Nazionale di Gnomonica. Atti. Monclassico, Trento.

ATTIYA, FARID (2006): El Valle de los Reyes. Ed. Farid Atiya, Giza, Egipte.

BOMHARD, ANNE SOPHIE VON (1999): Le calendrier Égyptien. Une oeuvre d'éternité. Ed. Periplus. London.
China Historia y civilización. China 2006.

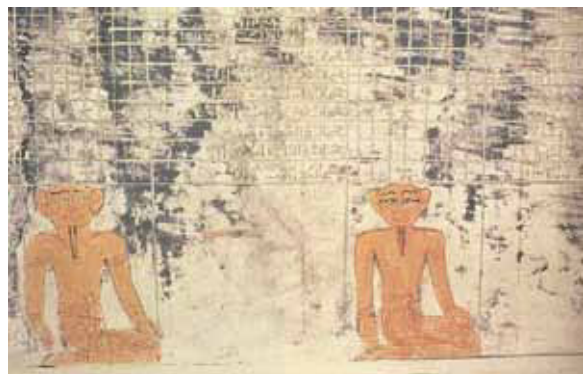


Fig. 14.- Relloj de estela de Ramsésida

KRAMER, SAMUEL NOAH (1978): La historia empieza en Sumer. Ed. Aymà, Barcelona.

LIPPINCOTT, KRISTEN (2000): El tiempo a través del tiempo. Barcelona, Ed Grijalbo.

MELLER, HARALD (2004): El disco celeste de Nebra. "Investigación y Ciencia", Agosto, p. 70-75.

MICHEL, HENRI (1970): Une clepsydre grecque antique, "Phisis", 12, p. 363-369.

MILLS, ALLAN A. (1990): Seasonal-hour sundials. "Antiquarian Horology" n. 2, vol. 19, Winter, p. 147-170.

POSTGATE, J. N. (1999): La Mesopotamia arcaica. Akal Textos.

SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, ÁNGEL (2001): Astronomía y matemáticas en el antiguo Egipto. Ed. Aldebarán, Madrid.

SCHLOSSER, WOLFHARD (2004): El disco de Nebra, ¿un calendario agrícola?.

"Investigación y Ciencia", Agosto, p. 76-84.

SCHNEIDER, DENIS (1998): Ancient Egyptian shadow clocks. "Bulletin of the British Sundial Society", n. 98.2, June, p. 4-8.



Fig. 15.- Calendari de Medinet Habu, Luxor (Foto E. Farré)



Fig. 16.- Calendari estel·lar de Nínive. British Museum (Foto E. Farré)

lletín of the British Sundial Society", n. 98.2, June, p. 4-8.

TURNER, A.J. (1984): Water-clocks, sand-glasses and fire-clocks. Rockford, USA.

VALDÉS, MANUEL MARÍA Y ANNE SOPHIE GODDIO VON BOMHARD (1999): Estudio sobre los más antiguos relojes de sol egipcios. "Analema" n. 25, p. 3-12.

ZAVELSKI, F. (1990): Tiempo y su medición. Ed. Mir, Moscow.

Benvingudes les col·laboracions. Una guia

Un dels objectius principals de **La Busca de Paper** és donar a conèixer les activitats gnomòniques dels seus associats, publicant els articles i comunicacions que ens vulguin enviar. Les vostres aportacions són, doncs, necessàries i sempre benvingudes, i han de formar part de l'engranatge d'una revista vigorosa que serveixi per a estrènyer els vincles de col·laboració i amistat entre els socis.

Abans de la seva publicació, els articles són sotmesos a un Comitè Editorial, que podrà proposar als autors modificacions del text, si ho estima convenient.

Per a la presentació d'articles, les normes bàsiques a seguir són les següents:

Temes: Qualsevol tema relacionat amb la gnomònica i la mesura del temps (càlcul, disseny, història, lemes, materials, tècniques, construcció de nous rellotges, restauracions, descobertes, etc.)

Nombre aproximat de caràcters (amb espai): Entre 3.000 i 7.000

Fotografies: Per tal que la seva reproducció sigui bona, ens calen fotografies d'un mínim de 1024 píxels (costat llarg) i d'una qualitat mínima de 200 ppp.

Eduard Farré és professor de Pràctiques i Tecnologia de Micro-mecànica i Rellotgeria de l'escola de Rellotgeria de Barcelona, i actual vicepresident de la SCG

Text i fotografies: Eduard Farré

Una cronologia de la Cronometria (IV)

En el II mil·lenni aC ja es mesurava l'ombra del Sol per detectar els solsticis i saber les hores del dia

1r mil·lenni aC (1a part, anys 1000-401aC)

A Egipte i a Mesopotàmia se segueix treballant en la sistematització del calendari i en la construcció de rellotges de sol i d'aigua, però lentament, de mica en mica, l'epicentre de la mesura del temps es va traslladant al món clàssic, a Grècia i a Roma principalment. També la Xina, l'Índia i les cultures americanes comencen a assolir un paper important. Els principals avenços sortiran dels filòsofs grecs que adopten i desenvolupen els coneixements astronòmics de Mesopotàmia i Egipte.

-X - A la Xina i a l'Índia s'utilitzen clepsidres.

-X - Calendari agrícola hebreu de Gezer (Turner 1990 núm. 37 p. 57)

-X - A la Xina s'utilitza el tou-kuei un instrument de mesura que servia per comparar l'ombra del gnòmon al migdia en diferents èpoques de l'any (Michel 1966, núm. 1 i p. 43) (Fig. 1)



Fig. 1.- Tou-kuei de jade verd. Musée Royaux d'Art et d'Histoire de Brussel·les (Michel 1966)

-X - El pi, un disc rodó i foradat, és un instrument xinès per localitzar el pol nord a través de l'observació del gir dels estels circumpolars. Durant molt de temps va ser considerat un objecte ritual o simbòlic però H. Michel el considera un precursor del nocturlabi (Michel 1966, p. 123) (Fig. 2).



Fig. 2.- Pi de jade, diàmetre 185mm, c1000 aC (Michel 1966)

-X - Els zapotèques de Mèxic estableixen el calendari ritual Tzolkin de 260 dies (13 mesos de 20 dies) basat en el cicle de Venus.

-VIII - Homer descriu a Grècia la relació que hi ha entre l'agricultura i l'astronomia.

-VIII - Hesíode escriu *Els treballs i els dies* on descriu la relació del calendari grec amb l'astronomia, la natura i les feines agrícoles.

-VIII - Prisma de marfil de Nínive on consta un procediment per a calcular la durada de les hores temporals al llarg de l'any (British Museum, Londres, wa123340) (Fig. 3).



Fig. 3.- Prisma de marfil de Nínive (British Museum, foto E. Farré)

-776 - Fundació dels Jocs Olímpics. A l'antiga Grècia una olimpíada era un període de quatre anys que acabava amb un gran esdeveniment esportiu: els Jocs Olímpics.

-753 - Data inicial per al calendari romà julià que atribueix aquest any a la fundació de Roma.

-VIII - El primer calendari romà, promulgat pel mític fundador Ròmul, tenia 10 mesos (304 dies) i només els quatre primers tenien nom (Martís, Aprilis, Maius i Juno). Els dies del mes es numeraven pels dies que faltaven per les calendes (primer dia del mes), les nones (7è dia) i els idus (meitat del mes).



Fig. 4.- Calendari assiri (Lippincott 2000 p 63)

-VIII - Numa Pompili, segon rei de Roma (715-673aC) reforma el calendari romà, hi afegeix dos mesos més (Januarius i Februarius), i deixa l'any amb un total de 355 dies entre els que distingeix els propicis dels nefastos.

-VIII - Déu fa retrocedir l'ombra en un suposat rellotge de sol durant el regnat d'Acáz, tretzè rei de Judà (736-721aC) en el palau reial de Jerusalem (Reis 20, 8-11 i Isaïes 38,8) (Schiaparelli 1945, p. 94) (Vallhonrat 2001).

-VII - Calendari assiri en tauleta cuita on s'assenyalen els dies propicis i els funestos (The Schoyen Collection) (Lippincott 2000 p. 63) (Fig. 4).

-VII - Fragment de clepsidra egípcia del regnat del faraó Necau (610-595aC) conservada al Museu Egipci del Caire (núm. 67096) (Fig. 5).



Fig. 5.- Fragment de clepsidra egípcia (Museu Egipci del Caire, foto E. Farré)

-VII - A Babilònia es comencen a dividir els mesos en setmanes de 7 dies (Schiaparelli 1945, p. 124). La divisió de la nit es fa en sis hores repartides en tres guàrdies (Schiaparelli 1945, p. 92 i 97) (Jutges 7,19).

-VII - Redacció del Gènesi on es pot veure reflectit el paper que els astres juguen en la mesura del temps: "Déu va donar a la llum el nom de dia i a les tenebres el de nit. Hi hagué un vespre i un matí i fou el primer dia" (Gènesi 1:5); "Que hi hagi al firmament uns llumeners per separar el dia de la nit i assenyalar les festivitats, els dies i els anys" (Gènesi 1:14); "Déu va fer els dos grans llumeners: un de més gran que governés el dia i un de més petit que governés la nit; va fer també les estrelles" (Gènesi 1:16) (Bíblia Catalana Interconfessional 1997).

L'interès que sempre ha despertat el còmput del temps es fa patètic per la gran varietat d'instruments i sistemes amb què s'havien dotat les civilitzacions més antigues



Fig. 6.- Estela maia amb data (García Font 1980 p. 194)

-590 - Una de les més antigues esteles maies on consta una data. Museu Nacional de Mèxic (García Font 1980, p. 194) (Fig. 6).

-VI - Durant la deportació a Babilònia (586-538aC) el poble hebreu adopta el calendari babilònic i el continua emprant al retornar a Palestina. Els hebreus situen el principi del dia després de la posta, quan el Sol ja es troba a 6° per sota de l'horitzó (crepuscle civil). Aquest sistema era habitual en les cultures que començaven el mes amb l'albirament del primer creixent de la Lluna nova (Schiaparelli 1945 p. 91).

-VI - Tauleta de fang de caràcters cuneïformes amb càlculs per a la graduació d'un rellotge d'aigua (clepsidra) on s'especifiquen les quantitats d'aigua necessàries per a dividir la nit en 6 hores. Probablement babilònica. 500-600aC (British Museum, Londres, WA29371) (Fig. 7).



Fig. 7.- Tauleta de fang amb càlculs per a un rellotge d'aigua (British Museum, foto E. Farré)

-c560 - S'atribueix a Anaximandre de Milet (c611-c547aC) (Fig. 8) la construcció d'una esfera celeste, el descobriment de la inclinació de l'eclíptica i la introducció a Grècia



Fig. 8.- Mosaic del segle II dC que representa Anaximandre sostenint un rellotge de sol (Museu de Trier, Alemanya, foto E. Farré)

d'un gnòmon procedent de Babilònia amb el qual estudià el recorregut del Sol per l'eclíptica i fixà els solsticis i equinoccis.

-VI - Anaxímenes de Milet (c585-524aC), deixeble d'Anaximandre, analitza el còmput geomètric de les ombres per a mesurar les divisions del dia.

-VI - Rellotge de sol múltiple egipci (Museu Egipci, El Caire, núm. 33401) (Fig. 9).



Fig. 9.- Rellotge de sol múltiple egipci (Museu Egipci, El Caire, foto E. Farré)

-VI - Rellotge de sol egipci (Museu del Louvre, n. E11737) (Fig. 10).



Fig. 10.- Rellotge de sol egipci (Museu del Louvre, foto E. Farré)

-510 - A Roma s'instaura la república. Durant aquest règim, la regulació del calendari recau en el Col·legi de Pontífex que acabarà afegint i traient dies a la seva conveniència fins la reforma de Juli Cèsar. (Fig. 11).

-VI - Els astrònoms xinesos constaten que cada 19 anys la lluna nova coincideix amb l'equinocci de primavera i calculen un calendari de 19



Fig. 11.- Calendari romà (Museu de la Civilització Romana, Roma, foto E. Farré)

anys solars format per 12 anys de 12 mesos lunars més 7 anys de 13 mesos lunars (cicle metònic); la precisió és remarcable: 19 anys solars equivalen a 235,003 mesos lunars (Zavelski 1990 p. 15).

-V - Èsquil (525-456aC) a Prometeu encadenat canta lloances al calendari astronòmic grec: “abans els homes no preveien el retorn de les estacions perquè no sabien llegir el cel i desconeixien la difícil ciència de les sortides i postes dels astres”.

-V - El filòsof grec Anaxàgores (c500-c428aC) dedueix que la Lluna reflecteix la llum del Sol i explica els eclipsis de Sol i de Lluna. També dóna una definició del temps: “D’allà on les coses neixen, allà troben també llur destrucció, de conformitat amb la llei, puix elles es paguen, les unes a les altres, expiació i penitència per llur injustícia, de conformitat amb l’orientació del temps” (Valls 1988 p. 45).

-432 - Els matemàtics babilonis calculen el cicle de 19 anys solars format per 12 anys de 12 mesos lunars més 7 anys de 13 mesos lunars. Més tard, aquest cicle es coneixerà amb el nom de metònic pel nom de l’astrònom grec Metó.

-V - Almanac babiloni conservat al British Museum (Turner 1990 n30 p56).

-V - Instrument xinès que es coneix amb el nom de *hsuan-chi*. La seva forma d’utilització diferia molt poc

de la dels futurs nocturlabis (Michel 1966, p. 123) (Fig. 12).



Fig. 12.- Hsuan-chi de jade (Museu Beyer, Zurich, foto E. Farré)

-V - A Grècia s’utilitzen clepsidres de curta durada per limitar el temps d’intervenció dels ponents a les assemblees. En el calendari d’Atenes, el 25è dia del mes de Sciroforion se celebren les Horaies, festes dedicades al Sol i a les Hores.

-V - Herodot de Halicarnàs (484-426aC), fa una petita ressenya en la seva Història sobre els coneixements grecs del seu temps afirmant que van adquirir la divisió del dia en dotze parts dels babilonis.

-V - Aristòfanes (c450-c385aC) a *L’assemblea de les dones* fa que una dona retregui al seu marit el fet de no observar la seva ombra i demanar el dinar abans d’hora. Des de la Grècia clàssica fins l’Edat Mitjana era normal determinar l’hora per la llargada de l’ombra pròpia (Fig. 13).

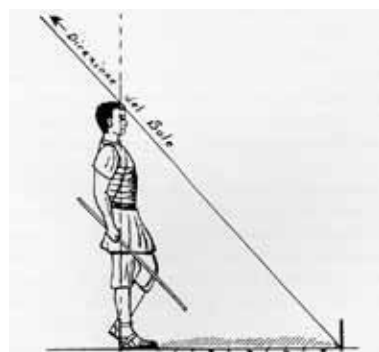


Fig. 13.- Esquema de la mesura de l’ombra pròpia (Barbolini 2001 p. 7)

-V - A la Xina, durant els darrers anys de l’època de Primavera i Tardors (771-475aC), es va formular el

Calendari Quart amb un any de 365 dies i 6 hores (China 2006 p. 46) i a l’era dels Estats Combatents (453-221aC) s’adoptà el calendari Xia per a tots els estats, amb una divisió anual de 24 termes solars.

-V - Enòpides de Quios determina amb precisió el valor de l’angle de l’eclíptica i calcula l’any gran (el menor nombre d’anys que coincideix amb un nombre exacte de llunacions) en 59 anys corresponent a 730 llunacions. Eudem, deixeble d’Aristòtil, li atribueix la divisió del zodíac en 12 parts encara que aquesta divisió era molt més antiga.

Bibliografia

BARBOLINI FERRARI, Elisabetta (2001): *Misurare il tempo*. Modena: Artioli Editore.

CHINA (2006): *China Historia y civilización*. China.

GARCIA FONT, Juan (1980): *Historia de la ciencia*. Barcelona, Ed. Danae.

LIPPINCOTT, Kristen (2000): *El tiempo a través del tiempo*. Barcelona, Ed Grijalbo.

MICHEL, Henri (1966): *Les instruments des sciences*. Rhode-Sainte-Genese (Belgique): Ed. Albert de Visscher.

SCHIAPARELLI, Juan V. (1945): *La astronomía en el Antiguo Testamento*. Col. “Austral”. Ed. Espasa-Calpe Argentina, Buenos Aires México.

TURNER, A.J. (1990): *Time; The Hague*.

VALLHONRAT, J.M. (2001): De l’anomenat “Relotge d’Achaz” que hom diu que en parla la Bíblia. *La Busca de Paper* núm. 41, pàg. 7-13.

VALLS, Ramon (1988): *El temps a la filosofia*. Cicle de conferències El Temps. Barcelona: Fundació Caixa de Pensions.

ZAVELSKI, F. (1990): *Tiempo y su medición*. Ed. Mir, Moscou.

Eduard Farré és professor de Pràctiques i Tecnologia de Micro-mecànica i Relotgeria de l'escola de Relotgeria de Barcelona, i actual vicepresident de la SCG

Text i fotografies: Eduard Farré

Una cronologia de la Cronometria (V)

Els astrònoms, els religiosos i els polítics debaten intensament l'estructura dels calendaris.

1r mil·lenni aC (2a part, anys 400-1 aC)

Es comença a generalitzar l'ús dels rellotges de sol i de les clepsidres en molts àmbits privats i públics. S'inventen els primers mecanismes amb engranatges de precisió i el primer despertador, així com una gran varietat de rellotges de sol, rellotges astronòmics nocturns, esferes armil·lars i planetaris mecànics. Apareixen les primeres clepsidres i els primers rellotges de sol monumentals. Els astrònoms, els religiosos i els polítics debaten intensament l'estructura dels calendaris.

-383 - Kidinnu o Cidenas (?-ca. 330 aC), cap de l'escola d'astrònoms de Sippar, descobreix la precessió dels equinoccis i fou probablement el responsable de la introducció del cicle de 19 anys en el calendari babilònic (Enciclopedia Britannica)

-IV - Plató (428-348 aC) vincula l'existència del temps, o al menys la seva noció i constatació, al mo-

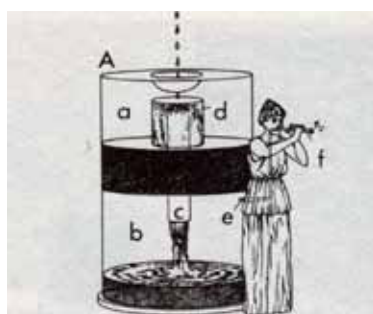


Fig. 2.- Despertador musical de Plató (Strandh, 1984, p. 206)

viment dels astres (Chernin 1990 p. 29). Se li atribueix l'invent d'un despertador per a ús dels alumnes de l'Acadèmia que va fundar el 378 aC (Barnett, 2000 p. 46 i Strandh, 1984 p. 205-206) (Figs. 1 i 2).

-IV - Restes de sengles clepsidres monumentals amb alimentació d'aigua constant situades a l'àgora d'Atenes (Aked 1981) i al santuari grec d'Amphiaros, Oropos, Àtica (Turner, 1990 n. 65) (Fig. 3).

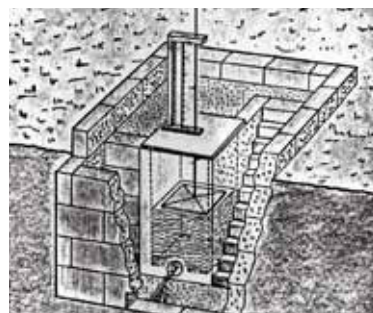


Fig. 3.- Reconstrucció de la clepsidra de l'Àgora d'Atenes (Aked, 1981, p. 7)

-IV - Rellotge de sol egipci del regnat del faraó Nephertites (399-393aC) (Musées Royaux d'Art et d'Histoire, Bruxelles, E73003) (Turner 1990, p

60, Capart 1938)

-IV - Èudox de Cnidos (408-355 aC), astrònom grec, estableix la durada de l'any en 365 dies i 6 hores, divideix l'esfera celest en graus de longitud i latitud i construeix una aranya (probablement un rellotge de sol o un precedent de l'astrolabi) i un rellotge de sol amb línies horàries rectes i limitades per corbes que segueixen la trajectòria de l'ombra del gnòmon als solsticis (Vitruvi)

-IV - Aristòtil (384-322 aC) defineix el temps com la mesura del moviment segons un abans i un després (Chernin, 1990, p. 30). Com a espectador teatral el preocupa que la gent estigui massa pendent de la clepsidra durant les representacions i diu que la durada de les tragèdies no s'hauria de calcular segons els rellotges sinó pel que convingui a l'argument

-IV - Clepsidra del Museu de l'Àgora d'Atenes (fig. 4). Dissenyada per a cronometrar curts intervals de temps, sembla que s'utilitzava per a limitar el temps d'intervenció dels

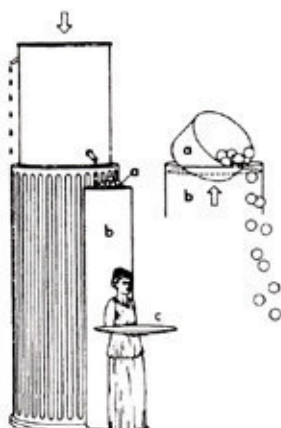


Fig. 1.- Despertador sonor de Plató (Barnett, 2000, p. 46)

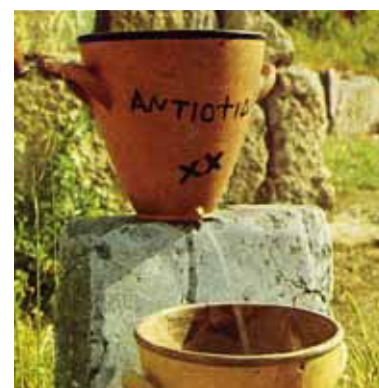


Fig. 4.- Clepsidra de l'Àgora d'Atenes (Goudsmit, 1972, p. 86)

parlamentaris (Turner, 1984, p. 3)

-ca. 330 - S'adopta el cicle de Calip (ca. 370-ca. 310 aC) per a harmonitzar els anys lunars i els solars. Fou deixeble d'un amic de Èudox. Va destacar en calendaris meteorològics que foren penjats en llocs públics i va estructurar el cicle de 76 anys (940 mesos) anomenat període calípic. Va deduir la velocitat variable de la Terra al voltant del Sol, cosa que fa que se li hagi atribuït el descobriment de l'equació del temps (Karney, 2009). El cicle de Calip ja havia estat descobert per l'astrònom grec Metó que havia constatat que 19 anys solars equivalen a 235 llunacions. El cicle de Metó fou donat a conèixer el 433 aC amb motiu dels Jocs Olímpics (Enciclopèdia Catalana)

-ca. 320 - Fragment de clepsidra egípcia del període Ptolemaic conservada als Museés Royaux d'Art et d'Histoire de Bruxelles (n. E4782) (Turner, 1990, n. 51)

-293 - Plini el Vell (ca. 24-ca. 79) atorga aquesta data a la instal·lació del primer rellotge de sol a Roma per part de Luci Papir Cursor. Es tractava d'un escafé situat al temple de Quirí.

-III - Berossus (330-? aC), sacerdot del temple de Bel a Babilònia i expert en astronomia, inventa l'hemisferi i el perfecciona en l'hemisicle, un rellotge de sol que a Grècia es coneixerà amb el nom d'escafé (Vitruvi)

-263 - Plini el Vell (ca. 24-ca. 79) situa en aquesta data la instal·lació d'un rellotge de sol procedent de Catània en una plaça pública de Roma; el portà Marc Valeri Mesala com a botí de guerra aconseguit durant la Primera Guerra Púnica

-238 - A Egipte, el faraó Evergetes, monarca (246-222 aC) de la dinastia Ptolemaica, reforma el calendari egipci afegint-hi un dia cada quatre anys però la casta sacerdotal no accepta la reforma i, a la seva mort, el seu successor la va haver de derogar (Zavelski, 1990, p. 15)

Berosus, sacerdot i expert en astronomia, inventa l'hemisferi i el perfecciona en l'hemisicle, un rellotge de sol que Grècia l'anomenarà escafé, nom que ha de perdurar fins al dia d'avui.

-III - Aristarc de Samos (ca. 310-ca. 230 aC), astrònom grec, escriu De la magnitud i la distància del Sol i de la Lluna, formula una teoria heliocèntrica completa (ca. 280 aC) i construeix dos rellotges de sol: l'hemisferi i el disc situat sobre un pla (Vitruvi)

-III - L'enginyer Ctesíbios d'Alexandria inventa un rellotge d'aigua amb calendari, l'indicador del qual es basa en un flotador i en engranatges

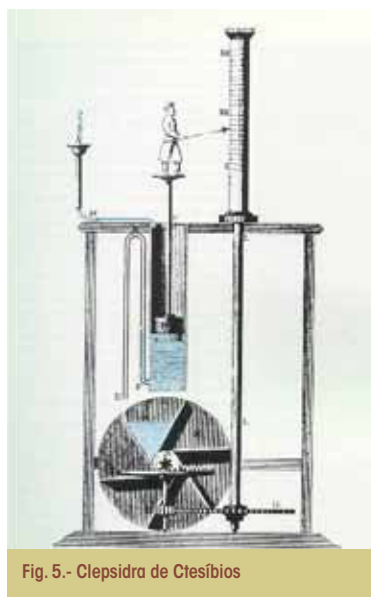


Fig. 5.- Clepsidra de Ctesíbios

accionats per una petita sínia (Vitruvi) (Fig. 5)

-III - S'atribueix a Arquímedes de Siracusa (ca. 287-212 aC) la construcció d'un planetari mecànic amb engranatges. També fonamenta científicament elements mecànics com la palanca, la politja, el vis sense fi i la roda dentada.

-III - Aristarc de Samos construeix els rellotges de sol del tipus escafé adaptats a la latitud geogràfica. La latitud o clima es determinava per la diferència entre la llargada del dia més llarg i el més curt de l'any expressada en hores iguals.

-III - Apol·loni de Perge (ca. 260-ca. 200 aC), astrònom i darrer dels grans geòmetres hel·lènics. Vitruvi li atribueix l'aranya (rellotge de sol o precedent de l'astrolabi) i un nou tipus de rellotge de sol anomenat

buirac. Segurament coneixia la projecció estereogràfica, base de l'astrolabi (Vergés, 2003). També se li atribueix l'invent del rellotge de sol amb el gnòmon inclinat segons la latitud.

-III - Rellotge de sol grec de tipus equatorial trobat a Aikhanoum (fig. 6), Amou Dariah, Afganistan (Rohr 1986, p. 24 i 25). Una altra versió defineix el mateix instrument com

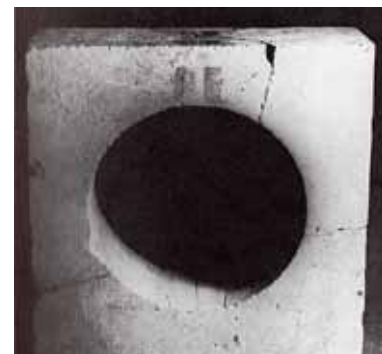


Fig. 6.- Rellotge grec d'Aikhanoum (Rohr, 1986, p. 25)

a rellotge d'estrelles (Wenzel, 2003)

-III - Rellotge de sol doble (escafé sud i pla inclinat nord) trobat a Hèracles de Latmos amb la següent inscripció: Al rei Ptolemeu, d'Apol·loni



Fig. 7.- Rellotge de sol grec del Museu del Louvre. Cares sud i nord.

fill d'Apol·lodot. L'ha fet Temistagoras fill de Menisc d'Alexandria (Museu del Louvre, París) (Fig. 7)

-III - Eratòstenes de Cirene (290-

215 aC) dedueix amb un mínim error la inclinació de l'eix de la Terra mesurant amb un gnòmon l'ombra del Sol en els migdies dels dos solsticis i l'assenyala com a causa de les estacions de l'any

-III - Xina: descripció d'un rellotge de sol del període Shu (Bedini, 1963, p. 5)

-II - Hiparc de Nicea (ca. 190-ca. 120 aC) estudia la precessió dels equinoccis i determina la durada de l'any en 365 dies 5 hores i 55 minuts. Havia après dels mesopotamis el valor del Saros, període de 223 llunacions per predir els eclipsis. També se li atribueix la invenció de l'astrolabi o de la projecció estereogràfica. Sabem que posseïa una esfera armil·lar de quatre anelles (Vergés, 2003)

-II - Els romans donen els noms dels planetes als dies de la setmana

-153 - En el calendari romà, l'any es fa començar el mes de gener

-II - Rellotge de sol equatorial xinès amb el dia dividit en 100 parts (Mills 1994) (Needham 1965, vol 3, p 309) (Fig. 8)

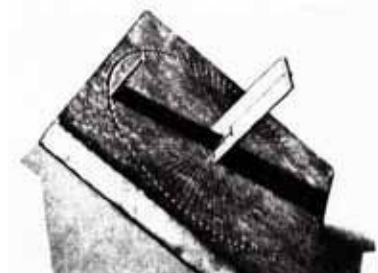


Fig. 8.- Gnòmon xinès (Needham, 1965, vol. 3, p. 309)

-II - Rellotge de sol vertical d'orientació sud, egipci, del període Ptolemaic (304-30 aC) (Musées Royaux d'Art et d'Histoire, Bruxelles, E7330) (Capart, 1938) (Fig. 9)

-I - Andronikos de Kyros fa l'edifi-



Fig. 9.- Rellotge de sol egipci (Capart, 1938)

ci de la Torre dels Vents a Atenes, una construcció octogonal amb una clepsidra anafòrica (d'indicador giratori) al seu interior, rellotges de sol a cada paret dirigits als vuit vents i un penell a la part superior (Price, 1967) (Fig. 10)



Fig. 10.- Reconstrucció de l'interior de la Torre dels Vents (Price, 1967)

-I - Màquina d'Antikythera; calendari astronòmic amb un sofisticat mecanisme constituït per engranatges de precisió, en el qual s'han identificat indicadors amb el cicle de Calip, el cicle de Metó i un predictor d'eclipsis basat en el Saros (Freeth, 2006). Les seves restes es conserven



Fig. 11.- Reconstrucció del mecanisme de la Màquina d'Antikythera (Freeth, 2006)

al Museu Arqueològic d'Atenes (Fig. 11).

-h-I - El filòsof i poeta romà Lucreci (94-55 aC) escriu De rerum natura (sobre la natura de les coses) on expressa la inexistència del temps si no és amb relació als esdeveniments dels que se'n desprèn la consciència del que fou passat, del que és present i de l'esdevenidor (Chernin, 1990, p. 30).

-I - En els Manuscrits de la Mar

Morta hi ha el text més antic sobre un calendari perpetu. L'anomenat calendari de Cumra estructura l'any per trimestres en mesos de 30, 30 i 31 dies que es van repetint any rere any de manera idèntica. La correcció es fa periòdicament afegint dies suplementaris (Zavelski, 1990, p. 27)

-63 - Calendari xinès sobre bambú (British Library) (Lippincott, 2000, p. 66)

-46 - Any de la confusió a Roma. Seguint els consells de l'astrònom alexandrí Sosígenes, Juli Cèsar promulga un nou calendari i fixa el seu origen en la fundació de Roma l'any 753 aC. Per ajustar-lo a les efemèrides astronòmiques, aquell any va tenir 446 dies. El calendari julià serà vigent fins l'any 1582.

-I - Marc Vitruvi Pol·lió (ca. 75-10 aC) descriu diversos rellotges de sol i d'aigua existents a l'època, en el seu tractat De Architectura i n'identifica alguns dels seus autors (Vallhonrat, 1997)

-9 - El matemàtic Novius Facundus col·loca en el Camp de Mart de Roma un obelisc egipci de 100 peus romans d'alçada (uns 30m) amb un quadrant solar horitzontal, del qual encara en queden vestigis (Fig. 12).



Fig. 12.- Reconstrucció del rellotge de sol del Camp de Mart (Museu de la Civilització Romana, Roma)

Bibliografia

AKED, C.K. (1981): An athenian clepsydra; "NAWCC Bulletin" vol. 23, núm. 1, pp. 3-13

BARNETT, JO ELLEN (2000): El péndulo del tiempo. Barcelona, Ed. Península

BEDINI, SILVIO A. (1963): The scent of time. "Transactions of the American Philosophical Society", vol. 53, part 5, Aug.

CAPART, JEAN (1938): Horologes

égyptiennes. "Bulletin des Musées Royaux d'Art et d'Histoire", Bruxelles, mai-juin, pp. 50-54.

CHERNIN, A. (1990): Física del tiempo, Moscú, Ed. Mir.

FREETH, T. (2006): Decoding the ancient Greek astronomical calculator known as the Antikythera Mechanism. "Nature", vol 444, 30 nov, pp. 587-591

GOUDSMIT, SAMUEL A. (1972): Tiempo. México, Ed. Time-Life.

KARNEY, KEVIN (2009): The Equation of Time. Early Days. "The Compendium", desembre 2009, pp 23-29.

LIPPINCOTT, KRISTEN (2000): El tiempo a través del tiempo. Barcelona, Ed Grijalbo.

MILLS, ALLAN A. (1994): An ancient Chinese sundial with 100 divisions to the day. "Bulletin of the British Sundial Society", n. 94.2, June, pp. 30-31.

NEEDHAM, J. (1965): Science and civilization in China. Cambridge, vol. 4 part 2, pp. 532-546, 446-465; vol. 3, pp. 284-339.

PRICE, D.J. (1967): The tower of the winds; "National Geographic" Apr, pp. 586-596.

PRICE, D.J. (1974): Gears from the Greeks; "Transactions of the American Philosophical Society" New Series vol. 64 part 7.

ROHR, RENÉ R. J. (1986): Les Cadran Solaires; Strasbourg, Ed. Oberlin.

STRANDH, SIGVARD (1984): Historia de la Máquina. Madrid, Ed. Raíces.

TURNER, A.J. (1984): Water-clocks, sand-glasses and fire-clocks. Rockford (USA).

TURNER, A.J. (1990): Time; The Hague.

VALLHONRAT, J.M. (1997): De Architectura de Marc Vitruvi Pol·lió. "La Busca de Paper" núms. 28, 29, 30, 31, 32 i 34.

VERGÉS TRIAS, MARTÍ (2003): L'astrolabi com a instrument científic vist des de la perspectiva actual. Memòries de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, núm. 985.

VITRUVI: De Architectura; vol IX (vegeu també: Vallhonrat, 1997).

WENZEL, JOHANN (2003): Aequationshuren. "Deutsche Gesellschaft Für Chronometrie. Jahresschrift 2003", pp. 27-38.

ZAVELSKI, F. (1990): Tiempo y su medición. Ed. Mir, Moscou

Per a navegants



Avui volem parlar-vos del lloc web Reloj Andalusi, que ja fa temps que tenim enllaçat en el nostre web com a lloc molt recomanable. Tanmateix, deixarem que sigui el nostre bon amic Esteban Martínez, és a dir, la mateixa persona que el va crear, qui ens expliqui com va néixer la idea i què podem trobar en aquest web perquè hagi arribat a ser un lloc tan visitat i admirat.

Molt recomanable. Idioma. Espanyol.

Interès: Recuperació i utilització del quadrant andalusí, amb un resum de l'aportació de la cultura àrab a la gnomònica; història; catalogació dels rellotges de sol existents a Andalusia i gran quantitat d'informació molt interessant i variada per als amants de la gnomònica, l'astronomia i les ciències en general.

Mi cruce con la gnomónica comenzó con el reloj de la Diputación de Córdoba que me hizo preguntar cómo mediante la simple sombra de una varilla era posible la obtención de la hora. Diversos encontronazos con nuevos cuadrantes en otras ciudades de Andalucía, Galicia y Portugal, avivaron ese interés.

La web Reloj Andalusi fue subida inicialmente en septiembre de 2000 ¡en el siglo pasado!, y fue el resultado de la unión de dos de mis aficiones, la gnomónica y la programación informática, disciplinas en las que aún hoy soy un simple aficionado. En ella pretendo dar a conocer el rico patrimonio gnomónico existente en Andalucía, para rescatarlo, conservarlo y acrecentarlo, inventariándolo y fomentando la ciencia y arte gnomónico con la construcción de nuevos cuadrantes. La temática se aborda desde diversos ámbitos, pero especialmente desde la faceta divulgativa.

Durante los años de andadura han sido muchas las iniciativas llevadas a cabo en las que siempre hemos buscado la participación y la implicación de nuestros amigos y visitantes internautas, y entre las que quiero destacar la colaboración mantenida con titulares de otras webs, especialmente intensa desde el comienzo con Antonio Cañones y Joan Serra.

Otras actuaciones destacadas:

- *La creación de una zona de afiliados, en la que llegaron a inscribirse más de trescientos, en la que se encontraban informaciones y documentos especializados la mayoría aportados por ellos mismos.*
- *Desde 2004 y durante varios años ofrecimos el libro electrónico Relojes de sol de Andalucía a todos los interesados mediante ediciones personalizadas, en el que se incluyó un inventario de cuadrantes andaluces y abundante información gnomónica*
- *También se pudo encontrar en nuestras páginas, y aún hoy se localiza en <http://www.bemam-relojandalusi.org> el programa gratuito NOMON, obra de mi sobrino y avezado programador Manolo Hernández, para el cálculo y diseño de relojes de sol.*
- *Con motivo de nuestro quinto aniversario ofrecimos gratuitamente la aplicación DecliPar, para obtener la declinación de una pared vertical.*
- *Participación significativa se produjo como consecuencia del llamamiento realizado para la recuperación del reloj de la Iglesia de San Lorenzo (Córdoba), si bien con indeseable resultado pues no se logró la reposición a pesar de la contestación escrita a diversos colectivos.*

Y he hablado en pasado en muchos casos ya que por circunstancias personales, desde el año 2007 mantengo la página pero con restricciones debido a que por otras ocupaciones personales no puedo dedicar a ella todo el tiempo que quisiera, esperando recuperar la actividad gnomónica a tiempo completo... algún día.

L'adreça és: <http://www.relojandalusi.org>

Text i fotografies: Eduard Farré

Una cronologia de la Cronometria (VI)

Segles I-VI

En els primers segles de l'Era Cristiana proliferen els rellotges de sol públics encara que amb resultats irregulars i es fan rellotges de sol portàtils d'ús personal. El món romà havia trigat a adoptar el temps dels rellotges als costums de la vida quotidiana, però cap el segle III la divisió del dia en quarts ja estava ben establerta i les hores que assenyalaven els quarts del dia (tèrcia, sexta i nona) s'anunciaven públicament per sincronitzar les activitats de la societat. Els cristians que ja s'anaven desmarcant dels costums religiosos jueus, van adoptar aquests moments concrets del dia per efectuar les seves oracions i van desenvolupar sistemes i procediments horaris per efectuar les pregàries nocturnes. Cap el segle VI, els anys cristians es van començar a numerar a partir del naixement de Crist. La tecnologia heretada dels grecs s'emprà en la construcció de clepsidres cada cop més sofisticades, amb mecanismes sonors i, autòmats, i també en la construcció de calendaris solars i lunars amb engranatges. Diversos astrònoms establiren les bases teòriques de l'astrolabi i els procediments per a la seva construcció.

I - Inici de l'Era Cristiana l'any del naixement de Jesucrist, segons Dionís l'Exigu (ca.490-ca.540), que s'equivocà en uns 5 anys. Herodes, que regnava quan Jesús va néixer, va morir el 4aC.

I - Heró d'Alexandria (ca.10-

ca.70), matemàtic i inventor grec, descriu mecanismes que després seran utilitzats en el món àrab, a l'Edat Mitjana, en la construcció de clepsidres.

I - S'atribueix al filòsof Apol·loni de Tiana (3-ca.97) la construcció d'una clepsidra amb autòmats situada en un edifici de Constantinopla a prop d'on més tard es va aixecar la basílica de Santa Sofia (Dohrn 1997, p. 29).

I - Sèneca (4aC-65) en la seva sàtira Divi Claudii Apocolocyntosis es queixa del mal funcionament dels rellotges de sol quan diu que: és més fàcil posar d'acord els filòsofs que els rellotges.

I - Diverses làpides romanes dels primers segles de l'Era Cristiana deixen constància de l'existència de rellotges de sol, una d'elles localitzada a Tarragona (Favero 2008) (Alfoldy 1975).

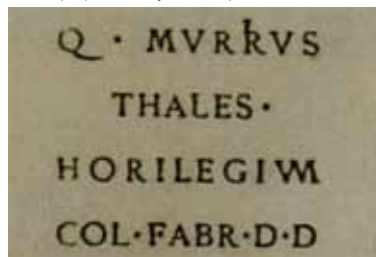


Fig. 1.- Làpida de Tarragona sobre un rellotge de sol (Favero 2008).

79 - A l'equinocci de primavera comença l'Era Saka o Shalivahana en el calendari hindú.

ca.100 - Clepsidra cilíndrica del Museu Egipci del Caire (Turner 1984, p. 50).

ca.132 - En el regnat de l'emperador xinès Shun Ti (126-144),



Fig. 2.- Clepsidra cilíndrica egípcia, Museu Egipci d'El Caire (Foto E. Farré).

l'astrònom Zhang Heng (78-139) perfecciona l'esfera armillar i la fa girar a velocitat real amb una clepsidra (Turner 1984, p. 13 i Temple 1987, p. 37).

ca.145 - Claudi Ptolomeu (ca.90-ca.168) en la seva obra Planisphaerium descriu les bases teòriques que constitueixen la projecció estereogràfica dels astrolabis.

II - Diversos exemplars de rellotges de sol romans i datats dels segles I-III es localitzen i es conserven per tot el domini romà (Farré 1999).



Fig.3.- Escafé romà del Museu de Rubí.

II - Relloige de sol de tipus antiboreum de Belo, Càdis, conservat al Museu Arqueològic de Madrid (Raya 1989).



Fig. 4.- Rellotge de sol romà, Museu Arqueològic de Madrid

II - Rellotge de sol romà portàtil, amb projeccions estereogràfiques per a diferents latituds, conservat al Kunsthistorisches Museum de Viena (Turner 1985, p. 11).



Fig. 5.- Rellotge de sol romà portàtil

II - Fragment d'esfera de clepsidra anafòrica romana (Salzburg Museum).



Fig. 6a.- Fragment d'esfera de clepsidra anafòrica romana



Fig. 6b.- Dibuix interpretatiu del mateix

ca.180 - El bisbe Teòfil d'Antioquia (ca.115-ca.183) estableix que la data de la creació fou l'any 5529aC (Barnett 2000, p. 187)

II - L'oniromant grec Artemidor de Daldis (no confongueu amb el geògraf Artemidor d'Efes) en la seva obra *La interpretació dels Somnis* destaca la importància que va prenent el rellotge en la vida quotidiana: el rellotge estructura les accions, les iniciatives, els moviments dels homes, tot el que aconseguen té en compte les hores; és una dissort que un rellotge es malmeti (Dohrn 1997, p. 17).

ca.210 - El sacerdot i escriptor cristià Tertul·lià (ca.160-ca.230) proposa afegir a les hores de les oracions jueves, noves oracions pròpiament cristianes a les hores tèrcia, sexta i nona del dia (Barnett 2000, p. 52).

cIII - Fragment d'esfera de clepsidra anafòrica galo-romana conservat al Musée des Antiquités Nationales de Saint-Germain-en-Laye, França (Lippincott 2000, p. 139) (Turner 1990, n. 70)

ca.250 - Rellotge de sol romà portàtil i universal (Museu d'Història de la Ciència, Oxford).



Fig. 7.- Rellotge de sol portàtil romà, Museu d'Història de la Ciència, Oxford (Foto E. Farré)

IV - Rutili Taure Emilià Pal·ladi, agrònom llatí, escriu *De re rustica*, amb una taula de mesures de l'ombra personal per saber l'hora del dia en els diferents mesos de l'any.

IV - Teó d'Alexandria (ca.335-?), geòmetra i astrònom, escriu un

tractat sobre l'astrolabi i defensa la teoria de la precessió dels equinoccis anunciada per Hiparc.

321 - Constantí el Gran (280-337) reordena el calendari julià suprimint el repartiment dels dies dins del mes en calendes, nones i idus, i organitzant-los en setmanes de set dies a l'antic estil babilònic; també decideix que el primer dia de la setmana sigui festiu.

325 - El Concili I de Nicea adopta el calendari julià com a calendari comú de tots els cristians i decreta que la festa de la Pasqua de Resurrecció se celebri el diumenge següent a la primera lluna plena de la primavera.

350 - Imatge que representa una clepsidra utilitzada al Circ Màxim per cronometrar les curses de cavalls (Tardy, p. 64).



Fig. 8.- Clepsidra romana (Tardy, p. 64)

c358 - El patriarca jueu Hillel el Jove (ca.300-ca.385) sistematitza l'actual calendari jueu (Schiaparelli 1945, p. 121) i posa el seu origen en la creació del món, el 7 d'octubre del 3760 aC.

c400 - Sinesi de Cirene (ca.370-ca.413), filòsof grec i bisbe, envia a Paeoni de Constantinopla un instrument astronòmic relacionat amb l'astrolabi.

c400 - Sant Agustí (354-430) escriu a les Confessions (XI,14) la seva incapacitat per donar una definició del temps: Què és el temps? Si ningú no m'ho pregunta, ho sé; però si ho vull explicar a algú que m'ho pregunta, ja no ho sé.

V - Restes d'un rellotge de sol

universal greco-bizantí conservades al Time Museum, Rockford, USA.

507 - L'emperador Teodoric el Gran (ca.454-526) fa enviar des de Roma un rellotge de sol i una clepsidra amb soneria a Gondebaud, rei de Borgúndia, a instàncies de Cassiodor (ca.490-ca.580) que els considerava molt útils per al compliment dels deures religiosos. Els dos instruments foren construïts per Boeci (470-526) (García Font 1980, p. 159) (Attali 1985, p. 55).

520 - El poeta xinès Yu Chien-ku descriu rellotges d'encens i espelmes graduades per saber l'hora durant la nit (Bedini 1963, p. 5)

c520 - Calendari bizantí; rellotge de sol i calendari mecànic portàtil. Els fragments trobats d'aquest complex instrument es conserven al Science Museum de Londres (Field 1985).



Fig. 9.- Reproducció del calendari mecànic bizantí (Reproducció i foto E. Farré)

c525 - Dionís l'Exigu (ca.490-ca.540), escriptor eclesiàstic, fixa l'inici de l'Era Cristiana en l'any del naixement de Jesucrist que



Fig. 10.- Reconstrucció del rellotge de Gaza (Chapuis 1928, p. 52)

equivocà en uns 5 anys.

c530 - Procopi (ca.490-ca.562), historiador grec, descriu una clepsidra monumental a Gaza (Síria) amb mecanismes de soneria i autòmats (Chapuis 1928, p. 52).

c530 - Benet de Núrsia promulga la regla monàstica (534-550) on sistematitza les hores per al compliment dels deures religiosos (Benet 1997).

c550 - Primera referència literària sobre una clepsidra d'enfonsament d'origen indú (Turner 1984, p. 10).



Fig. 11.- Principi de funcionament d'una clepsidra d'enfonsament (Turner 1984, p. 9)

c580 - Gregori de Tours (538-594) escriu *De cursu stellarum* (Els camins dels estels) que dóna als monjos pautes per a l'acompliment correcte de les pregàries nocturnes.

VI - Joan Filopó d'Alexandria, el Gramàtic (ca.490-ca.570), escriu un tractat de l'astrolabi (Segonds 1981).

Bibliografia

ALFOLDY, GEZA (1975): Die römischen Inschriften von Tarraco. Instituto Arqueológico Alemán, pàg. 232, núm 435, lám. 12-19

ATTALI, JACQUES (1985): Historias del tiempo. México: Fondo de Cultura Económica

BARNETT, JO ELLEN (2000): El péndulo del tiempo. Barcelona, Ed. Península

BEDINI, SILVIO A. (1963): The scent of time. "Transactions of the American Philosophical Society" Vol 53, part 5, Aug

BENET DE NÚRSIA (1997): Regla per als monjos. Barcelona: Publicacions de l'Abadia de Montserrat

CHAPUIS, ALFRED - GÉLIS, EDOUARD (1928): Le Monde des Automates. (2 vol.) Paris

DOHRN-VAN ROSSUM, GERHARD (1997): L'histoire de l'heure. Paris: Editions de la Maison des Sciences de l'Homme

FARRÉ OLIVÉ, EDUARD (1999): Rellotges de sol de la Catalunya romana. "La Busca de Paper" n. 33, Gen-Abr, p. 18-24

FARRÉ OLIVÉ, EDUARD (1999): Relojos de sol de la Hispania Romana. "Arte y Hora" n. 134H17, May-Jun, p. 10-17

FAVERO, ENRICO DEL (2008): Lápides romanes que ens parlen de rellotges de sol. "La Busca de Paper" n. 61, Tardor, p. 8-14

FIELD, J.V. - WRIGHT, M.T. (1985): Gears from the Byzantines: a portable sundial with calendrical gearing; "Annals of Science" vol 42, p 87-138. Reprinted in: FIELD, J.V.-HILL, D.R.-WRIGHT, M.T. (1985): Byzantine and Arabic mathematical gearing; London: The Science Museum

GARCIA FONT, JUAN (1980): Historia de la ciencia. Barcelona, Ed. Danae

LIPPINCOTT, KRISTEN (2000): El tiempo a través del tiempo. Barcelona, Ed. Grijalbo

RAYA ROMAN, JOSE M. (1989): Los cuadrantes solares en la arquitectura. Sevilla: Junta de Andalucía

SCHIAPARELLI, JUAN V. (1945): La astronomía en el Antiguo Testamento. Col. Austral. Ed Espasa-Calpe Argentina, Buenos Aires México

SEGONDS, A. P. (1981): Jean Philopon: Traité de l'Astrolabe. Paris: Ed. Société Internationale de l'Astrolabe

TARDY: Du gnomon a la montre. Paris, Ed. Tardy

TEMPLE, R.K.G. (1987): El genio de China. Madrid-Barcelona: Ed. Debate-Círculo

TURNER, A.J. (1984): Water-clocks, sand-glasses and fire-clocks. Rockford, USA

TURNER, A.J. (1985): The Time Museum. Astrolabes, Astrolabe related instruments. Rockford, USA

TURNER, A.J. (1990): Time; The Hague

efarre@uoc.edu

Text i fotografies: Eduard Farré

Una cronologia de la Cronometria (VII)

Segles VII-X

A Europa van apareixent els rellotges de sol canònics que solien estar esculpits a la paret meridional dels edificis monàstics per indicar les hores dels oficis religiosos; també es comença a utilitzar el so de les campanes per indicar l'hora públicament i s'utilitzen clepsidres per determinar les hores de la nit amb finalitats religioses. Els àrabs es constitueixen en cultura emergent, inauguren un nou calendari i mostren una gran predilecció per la construcció de rellotges d'aigua amb autòmats. Prolifera els tractats sobre la teoria de l'astrolabi i sobre la construcció de rellotges de sol. Els traductors catalans són els primers a fer de pont entre orient i occident en la transmissió del saber científic. A la Xina es fan clepsidres monumentals de gran complexitat mecànica per animar indicadors astronòmics i autòmats.

ca.605 - El papa Sabinià (604-606) decreta que hi hagi rellotges de sol a la façana de les esglésies per assenyalar les hores canòniques i que es toqui la campana dels monestirs a les dites hores (García Font 1980, p. 174).

610 - Gran clepsidra de balança construïda per Keng Hüsn i Yuwn Kai que anomenen "Clepsidra del Riu Celest" (Turner 1990, p. 83). Representa un punt d'inflexió en l'evolució dels rellotges d'aigua ja que es basa en un nou principi de funcionament que consisteix



Fig. 1.- Model de la clepsidra de Keng Hüsn i Yuwn Kai (Turner 1990, p.83)

a pesar l'aigua que surt del dipòsit.

622 - 16 de juliol: data decretada per l'Hègira de Mahoma (ca.570-632) que marca l'inici del calendari musulmà. Aquesta data fou establerta l'any 17 de l'Hègira (ca.638) pel Califa Umar I.

ca. 650 - L'astrònom siri Severus Sebokht (ca.575-666) escriu un tractat sobre l'astrolabi.

671 - Al Japó, l'emperador Tenji (626-672) ordena construir una clepsidra i estableix un sistema horari per divulgar l'hora mitjançant gongs i tambors des de la capital Otsu (Sakuma 1955).

690 - Rellotge de sol canònic més antic conegut en una estela del cementiri de Bewcastle, Cumberland, Anglaterra (Rohr 1986, p. 26).

ca.720 - El monjo Beda el Venerable (673-735) resumeix la ciència gnomònica del seu temps a "De



Fig. 2.- Rellotge de sol canònic de Bewcastle (Rohr 1986, p.26)

mensura horologii", on hi ha una taula de mesures de l'ombra personal per saber l'hora del dia. Ell mateix fomenta la proliferació de rellotges de sol canònics i també constata el desajust del calendari julià amb l'equinocci de primavera a través de l'observació del rellotge de sol d'un monestir de Northumbria.

725 - A Xina, l'astrònom I-Hsing (682-727) i l'enginyer Liang Ling-Tsan construeixen una gran clepsidra amb indicadors astronòmics i escapament de balança d'aigua (Temple 1987, p. 106).

ca.766 - S'atribueix a l'arxipiscopat de Verona (?-ca.844) la construcció d'un rellotge nocturn que el papa Pau I (?-767) regala al rei dels francs Pipí el Breu (ca.714-768).

VIII - L'autor àrab conegut amb el nom de Pseudoarquímedes es-



Fig. 3.- Imatge del Llibre d'Arquimedes (Hill 1976)

criu el “Llibre d’Arquimedes sobre la construcció de Rellotges d’Aigua”; va utilitzar recursos tècnics d’Heró i Filó per dissenyar la seva sofisticada clepsidra (Hill 1976).

807 - Eginard (775-840), biògraf de Carlemany (742-814), explica que el rei va rebre d’Harun al-Rashid (766-809) una clepsidra amb soneria i autòmats que va causar una gran admiració per la complexitat del seu mecanisme (Cipolla 1999, p. 9).

ca.840 - El monjo Hildemar, bisbe de Beauvais (?-846), remarca la importància dels rellotges d’aigua per a la divisió racional de la nit i el compliment dels deures religiosos.

ca.850 - Abu-l-Qasim Abbas ibn Firnas (?-887), poeta, enginyer i astrònom andalusí de l’època d’Abd al-Rahman II i Muhammad I, construeix una clepsidra amb autòmats i un planetari (Vernet 1989, p. 298).

ca.850 - En el “Llibre de la Mecànica” redactat pels Banu Musa (fills de Musa ibn Shakir, astrònom del Califa al-Mamun) apareixen clepsidres basades en recursos pneumàtics d’origen grec per a la circulació de líquids.

874 - Rellotge de sol vertical del

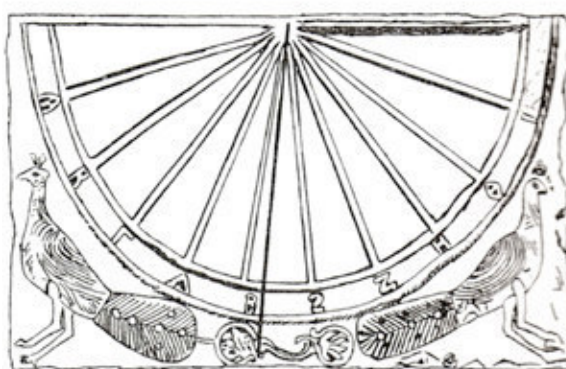


Fig. 4.- Rellotge de sol d’Orchomenos, Grècia (Tardy, p. 58)

claustre d’Orchomenos, Grècia (Tardy, p. 58).

ca.880 - William de Malmesbury (ca. 1080/1095 - ca. 1143) atribueix a Sant Alfred el Gran (848-899), rei de Wessex, l’invent dels rellotges d’espelma que es feia fer graduades per repartir a parts iguals el temps que dedicava a l’estudi i la pregària, al descans i a les seves funcions d’home d’estat.

ca.890 - L’astrònom i matemàtic Tabit ibn Qurra (?-901), traductor d’obres astronòmiques gregues i autor de la teoria de la trepidació dels equinoccis, escriu a Bagdad dos textos de gnomònica: “Descripció de les línies formades per l’extrem del gnòmon en el seu desplaçament per un pla horitzontal en qualsevol dia i en qual-



Fig. 5.- Astrolabi de Kuwait (Gingerich 1986, portada)

sevol·lució” i el “Llibre dels instruments que indiquen les hores, anomenats rellotges de sol”

928 - Astrolabi de Kuwait, el més antic d’origen oriental que es conserva. Actualment es troba en lloc desconegut des que va desaparèixer del Museu de Kuwait el 1990-1991, durant la Guerra del Golf.

949 - Liutprand de Cremona (ca.922-972), historiador dels lombards, visita la cort de Constantinoble i descriu les meravelles que hi va veure, particularment els ocells autòmats que es movien i cantaven accionats per mecanismes d’aigua (Cipolla 1999, p. 9).

ca.960 - Es redacten a Catalunya els primers textos llatins sobre l’astrolabi basats en fonts àrabs (Samsó 2003, p. 345).

967 - El monjo Gerbert d’Aurillac (ca.950-1003), consagrat el 999 Papa amb el nom de Silvestre II, estudia a Vic i a Ripoll on pren contacte amb la ciència de l’astrolabi; s’emportà a Europa els tractats que es redactaven i les traduccions que es feien a Catalunya a partir de fonts àrabs (Samsó 2003). També se li atribueix la construcció d’instruments astronòmics relacionats amb la mesura del temps.

976 - Clepsidra amb escapament de balança d’aigua de Chang Su-Hsun (Needham 1960).

984 - L’ardiaca Llobet de Barcelona (ca.950-?) fa traduccions de tractats de l’astrolabi i es creu que va tenir relació amb la construcció del conegut com Astrolabi de Barcelona que és l’astrolabi d’origen occidental més antic que es conserva (Stevens 1995).

X - El matemàtic i astrònom Muhàmmad ibn Mussa al-Khwarazmí (780-850) escriu “Les Claus de les Ciències” on glossa un extens vocabulari de termes científics entre els quals abunden els relatius als rellotges d’aigua. La seva obra es completa amb una

ca.960 - Es redacten a Catalunya els primers textos llatins sobre l'astrolabi, basats en fonts àrabs (Samsó 2003, p. 345)



Fig. 6.- Astrolabi de Barcelona (Museu de l'Institut du Monde Arabe, París)

sèrie d'obres sobre temes com els rellotges de sol, l'astrolabi i el calendari jueu.

X - Primera referència de la clepsidra pública de Damasc situada sobre la gran mesquita.

X - Rellotge de sol portàtil d'origen saxó trobat a la Catedral de Canterbury (Mills 1995).

ca.1000 - Al-Biruni (973-1048) descriu un mecanisme amb engranatges per indicar la posició del Sol i de la Lluna i la fase de la Lluna (Field 1990, p. 103).



Fig. 7.- Rellotge de sol portàtil saxó

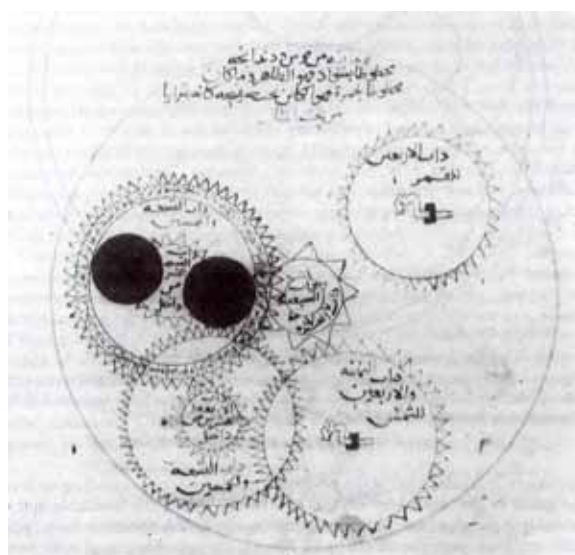


Fig. 8.- Manuscrit l'Al-Biruni. Biblioteca Universitària de Leiden (Field 1990, p. 103)

Bibliografia

CIPOLLA, CARLO M. (1999): Las máquinas del tiempo y de la guerra. Barcelona: Ed Crítica

FIELD, J.V. (1990): Some roman and byzantine portable sundials and the London sundial-calendar; "History of Technology" vol 12, p. 103-135; London: Ed. Mansell

GARCIA FONT, JUAN (1980): Historia de la ciencia. Barcelona, Ed. Danae

GINGERICH, OWEN (1986): Astronomía islámica. "Investigación y Ciencia", abril, p. 86-96

HILL, D.R. (1976): On the Construction of Water-Clocks. Kitab Arshimidas fi'amal al-binkamat, London: Turner & Devereux

MILLS, ALLAN A. (1995): The Canterbury pendant. A saxon seasonal-hour altitude dial. "Bulletin of the British Sundial Society", n. 95.2, june, p 39-44

NEEDHAM, J.-LING, W.-PRICE, D.J. (1960): Heavenly clockwork. Cambridge U.P. (2nd ed 1986)

ROHR, RENÉ R. J. (1986): Les Cadrons Solaires; Strasbourg: Ed. Oberlin

SAKUMA, TADASHI (1955): Un reloj histórico en el Japón. "Cuadernos de Relojería", n. 4, julio. Reed.: Cuadernos de Relojería. Madrid-Valencia: Ed. Albatros, 1982, p. 7

SAMSÓ, JULIO (2003): El astrolabio "Carolingio" de Marcel Destombes y la introducción del astrolabio en la Catalunya medieval. Barcelona: Reial Acadèmia de Ciències i Arts. Memòries n. 985

STEVENS, W. M. (1995): The oldest latin astrolabe, "Physis", vol. 32, fasc. 2-3, p. 189-450

TARDY: Du gnomon a la montre. Paris, Ed. Tardy

TEMPLE, R. K. G. (1987): El genio de China. Madrid-Barcelona: Ed. Debate-Círculo

TURNER, A. J. (1990): Time; The Hague

VERNET, JUAN (1989): De Abd Al-Rahman I a Isabel II. Ed. Universidad de Barcelona

efarre@uoc.edu

Es creu que l'ardiacà Llobet de Barcelona va tenir relació amb la construcció de l'Astrolabi de Barcelona, el més antic que es conserva d'origen occidental

Text i fotografies: Eduard Farré

Una cronologia de la Cronometria (VIII)

Segles XI-XII

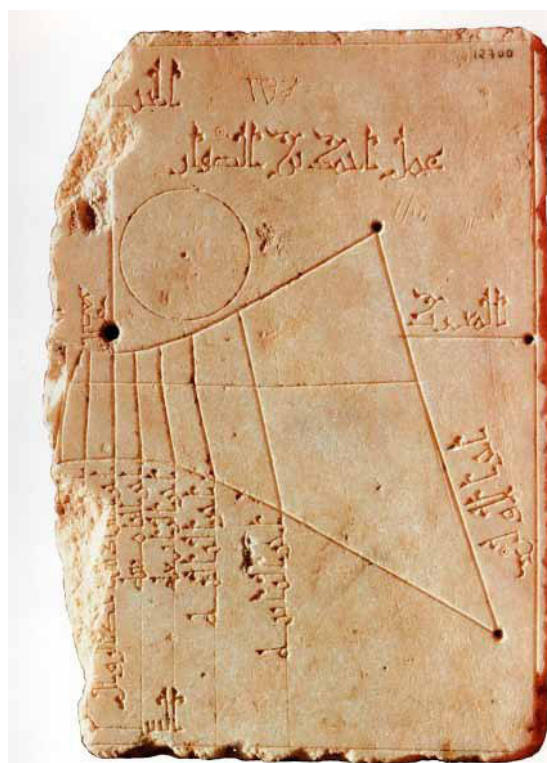


Fig. 1.- Relloige de sol signat per Ibn al-Saffar (Museu Arqueològic de Còrdova)

El sempitern relloige de sol s'utilitza a bastament en tots els àmbits i s'escriuen tractats sobre la seva construcció i ús: fixos, portàtils, horitzontals, verticals... A partir del segle X, van agafant protagonisme nous instruments astronòmics relacionats d'alguna forma amb la mesura del temps: l'equatori, l'assafea (astrolabi universal), el torquetum, el nocturlabi... Uns per situar la trajectòria dels planetes en el firmament a una hora determinada, altres per

saber l'hora de la nit per la posició de les estrelles. El relloige d'aigua, amb més de 24 segles d'història, assoleix plena maduresa i d'aquest tipus se'n fan a totes les cultures, amb gran imaginació constructiva, de totes les mides i amb soneries i autòmats.

X-XI - D'aquesta època es conserven uns quants relloiges de sol hispanoàrabs, els més antics de la cultura àrab que coneixem físicament; un d'ells porta la firma d'un cèlebre astrònom autor de tractats sobre la

teoria dels relloiges de sol i dels astrolabis: Ahmad Ibn Al-Saffar. Els quadrants supervivents procedeixen de Còrdova, Medina Azahara, Granada, Almeria i Sagunt (Farré 1998g) (Fig. 1).

ca.1010 - El Llibre dels Misteris sobre els Resultats dels Pensaments escrit a Al-Andalus per Khalaf al-Muradi conté els tractats per la construcció d'una trentena de relloiges d'aigua i mercuri amb autòmats i un tractat del

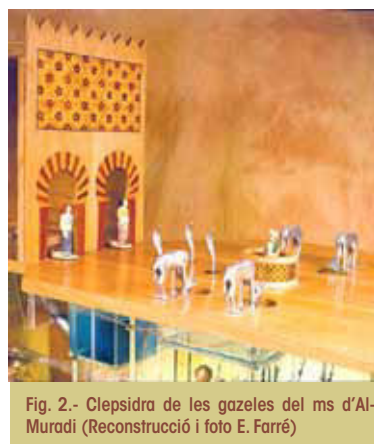


Fig. 2.- Clepsidra de les gazeles del ms d'Al-Muradi (Reconstrucció i foto E. Farré)

rellotge de sol signat per Ibn Al-Saffar (Farré 1998b) (Figs. 2 i 3)

ca.1020 - El manuscrit 225 del monestir de Ripoll (Arxiu de la Corona d'Aragó, Barcelona), redactat probablement a Barcelona a l'època de l'Abat Oliva (1008-1046), descriu la construcció d'una clepsidra amb despertador i dona instruccions per al seu manteniment (Samsó 2003, p.



Fig. 3.- Relloige de sol del ms d'Al-Muradi (Lisa 2009)



348). També conté un text sobre la construcció d'un rellotge de sol (Farré 1989) (Fig. 4)

ca.1030 - Ahmad Ibn al-Saffar (?-1034), escriu a Dènia (València) un tractat de l'astrolabi àmpliament difós i traduït al llatí a Catalunya. El seu germà Muhammad va ser autor de diversos astrolabis, entre els quals els que es conserven a Edimburg (1026) i a Marburg (1029) i un rellotge de sol conservat al Museu Arqueològic de Còrdova. També va escriure un tractat sobre el rellotge de sol (Casulleras 1996, p. 615)

1045 - El monjo Hermann Contractus de Reichenau (1013-1054) escriu un tractat sobre la construcció i l'ús de l'astrolabi i la seva utilitat en la construcció de rellotges de sol portàtils

1054-55 - Astrolabi andalusí amb inscripcions en llengua catalana afegides posteriorment que es conserva al Museu Jagelonià de Cracòvia (Samsó 2003, p. 350)

1055 - Rellotge de sol canònic de l'església de Kirkdale, Yorkshi-



Fig. 5.- Rellotge de sol de Kirkdale (Rohr 1986, p. 26)

re, Anglaterra (Rohr 1986, p. 26) (Fig. 5)

1067 - Ibrahim ibn Said Al-Sahli, el de la Plana de València, signa dos astrolabis a Toledo (1067 i 1068) i un globus celest (1081) i un astrolabi (1086) a València (Fig. 6)



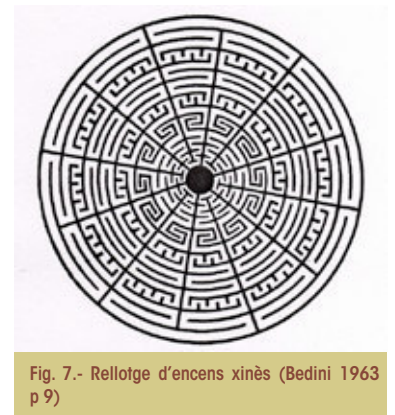
Fig. 6.- Astrolabi valencià de 1086. Museu de Kassel (Foto E. Farré)

ca. 1070 - Azarquiel (ca.1029-ca.1100) inventa a Toledo un tipus d'astrolabi universal, l'assaïa (la làmina) descrita als Libros del Saber de Astronomía (1276) (Puig 2003). També construeix a la mateixa ciutat dues clepsidres que indicaven la fase de la lluna (Millàs 1943-50)

1073 - A Xina, s'atribueix a Mei-Xi l'invent d'un rellotge d'encens aromàtic en forma de laberint anomenat Segell d'encens de 100 divisions durant un període d'extrema sequera que va impedir la utilització de les clepsidres (Bedini 1963 p 7) (Fig. 7)

1088 - L'astrònom xinès Su Sung (1020-1101) construeix una clepsidra amb indicacions astronòmiques i escapament de balança d'aigua (Needham 1960) (Fig. 8)

ca.1090 - L'astrònom persa Umar Hayyam (1040-1132) calcula la llargada de l'any solar amb la precisió d'un minut i reforma el ca-



lendarí iranià reduint l'antic any solar persa a l'any lunar musulmà

1092 - Walcher, prior de Great Malvern (Worcestershire) relata l'observació de l'eclipsi de lluna del dia 18 d'octubre amb l'ajuda d'un astrolabi

ca.1110 - En els monestirs de Garsten i Göttweig (Àustria) es donen instruccions per al manteniment dels rellotges d'aigua i la seva sincronització amb el curs de les estrelles; també es diu que si el rellotge no funciona cal utilitzar rellotges d'espelma o observar directament el cel nocturn

ca.1110 - Abu-l-Salt Umayya (1067-1134) escriu a Dènia un tractat sobre l'ús de l'astrolabi i

**ca.1030:
Ahmad
Ibn al-
Saffar
escriu
a Dènia
(València) un
tractat de
l'astrolabi
àmplia-
ment
difós i
traduït
al llatí a
Catalunya**

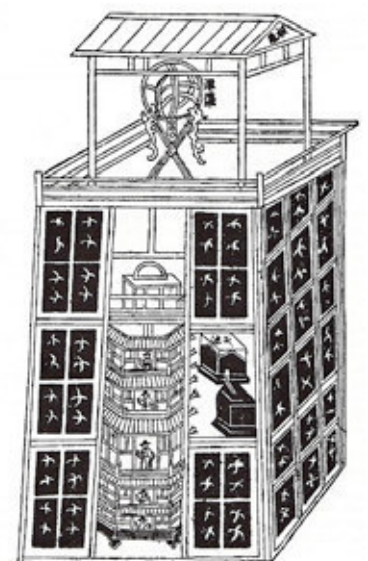


Fig. 8.- Imatge del manuscrit de Su Sung

sobre l'equatori, un instrument per determinar la posició dels planetes a partir de premisses geocèntriques (Fig. 9)

ca.1123 - El granadí Abu Hamid al-Gharnati (1080-1169) tracta diversos temes relacionats amb la gnomònica i el calendari en el llibre que va escriure durant el seu viatge a terres orientals (Vernet 1989 p 374)

ca.1125 - La representació més antiga coneguda d'un nocturlabi es trobava en un manuscrit desaparegut (214 de Chartres) on també hi havia una còpia del tractat de l'astrolabi, *Sententiae Astrolabii*, de Gerbert (Michel 1966 p. 95) (Fig. 10)

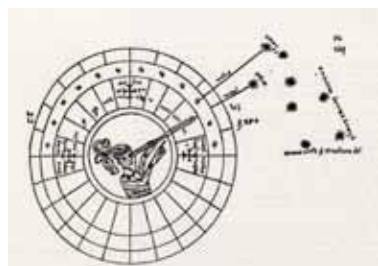


Fig. 10.- Nocturlabi del manuscrit 214 de Chartres

ca.1132 - L'astrònom barceloní Abraham Bar Hiyya (1065-1136) escriu *La Forma de la Terra*; també va publicar un tractat sobre el calendari i el *Llibre del Càlcul del Moviment dels Astres* (Millàs 1956)

ca.1140 - Roger II de Sicília (ca.1095-1154) fa construir a Palerm un rellotge que segurament era d'aigua

1140 - Al Japó es descriu un tipus de clepsidra anomenat Rokotu (Bedini 1963 p. 6)

ca.1145 - L'andalusí Jabir ibn Aflah (1100-1150) descriu el torqueum, un complex instrument de mesura astronòmic que serveix per relacionar els tres diferents sistemes de coordenades celestes:

**ca. 1145:
L'andalusí
Jabir ibn
Aflah
descriu
el torqueum, un
complex
instrument de
mesura
astronòmic**



Fig. 11.- Torquetum del segle XVI. Museu de Nuremberg (Foto E. Farré)

l'equatorial, l'horitzontal i l'eclíptic (Aked 1996) (fig. 11)

ca.1155 - Clepsidra polivascular xinesa (Needham 1965, vol 3, p. 326) (Fig. 12)

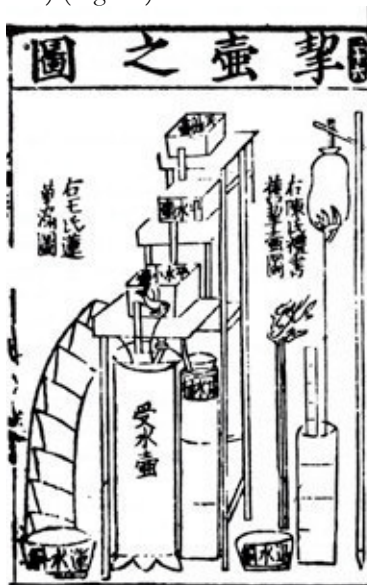


Fig. 12.- Clepsidra polivascular xinesa

1160 - Rellotge de sol portàtil del soldà d'Alep Nur Ad-Din signat per: Abu-l-Faradi-Isa, alumne d'Al-Kasim, fill de l'astrolabista Hibbat Allah. Per al coneixement

de les hores del dia i dels moments de les pregàries (Casanova 1923) (Fig. 13)

ca.1165 - Muhammad al-Saati fa un rellotge d'aigua amb autòmats a Damasc durant el regnat de Nur ad-Din Mahmud b. Zanki que regnà de 1154 a 1174. Aquest rellotge va ser descrit amb tota mena de detalls pel seu fill Ridwan ibn al-Saati en un text de l'any 1203 (Usher 1941, p. 147) (Fig. 14)

ca.1166 - Johannes Beletus, teòleg de París, distingeix la campana del rellotge dins de la classifica-

ció de sis tipus de campanes religioses existents als monestirs

ca.1180 - Rellotge de sol del monestir de Studenica, Sèrbia (Tadic 1998)

ca. 1190 - Alí b. Halaf al-Hatib (?-1205) descriu a Toledo un tipus d'astrolabi universal, la làmina universal, que es publica el 1276 als *Libros del Saber de Astronomía* (Puig 2003)

1198 - La crònica del monestir de Bury-Saint-Edmund (Suffolk) confirma la proliferació dels rellotges d'aigua de gran format; quan el despertador va sonar a mitja nit va posar en evidència que hi havia un incendi a les dependències i l'aigua del mateix rellotge va servir per apagar-lo

ca.1200 - Hermann Joseph (ca. 1150-1241), monjo i místic de Colònia, va construir rellotges d'aigua per a diversos monestirs i era reclamat de tant en tant per la reparació dels existents. El 1958 va ser canonitzat pel Papa Pius XII.

D'aquesta època es conserven uns quants rellotges de sol hispanoàrabs, els més antics de la cultura àrab que coneixem físicament.

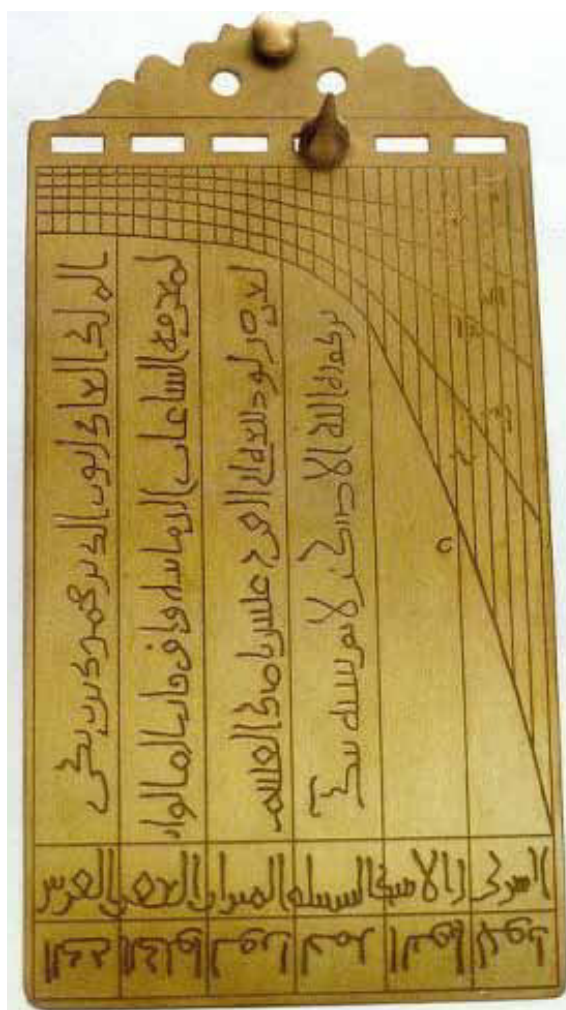


Fig. 13.- Rellotge de sol portàtil de Nur Ad-Din (reproducció i foto E. Farré)

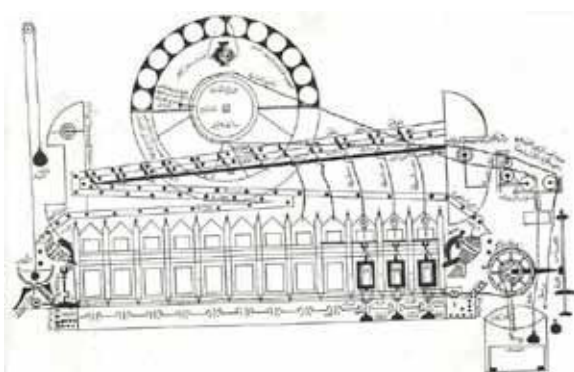


Fig. 14.- Dibuix del rellotge de Damasc per Ridwan

Bibliografia

AKED, C.K. (1996): The Torquetum. "Bulletin of the British Sundial Society" 96.2, Jun, p 44-46

BEDINI, SILVIO A. (1963): The scent of time. "Transactions of the American Philosophical Society" Vol 53, part 5, Aug

CASANOVA, PAUL (1923): La montre du sultan Noûr ad Dîn (554 de l'Hégire = 1159-1160). "Syria. Revue d'Art Oriental et d'Archéologie", Paris, 4, p. 282-299. Reeditado en: SEZGIN, F.: Arabische Instrumente in Orientalischen Studien; Frankfurt 1991, vol 4, p. 242-262

CASULLERAS, JOSEP (1996): El último capítulo del Kitab al-asrar fi nata'iy al-afkar. en "De Bagdad a Barcelona". Universidad de Barcelona, Anuario de Filología, 19, p. 613-653

FARRÉ OLIVÉ, EDUARD (1989): El rellotge de sol del manuscrit 225 de Ripoll. "La Busca de Paper" n. 2, p. 2-3

FARRÉ OLIVÉ, EDUARD (1998b): La clepsidra de las Gacelas del manuscrito de relojes de Al-Muradi. "Arte y Hora" n. 128H11, Mar-Abr, p. 10-18

FARRÉ OLIVÉ, EDUARD (1998g): Cuadrantes solares hispano-árabes. "Arte y Hora" n. 131H14, Nov-Dic, p. 20-27

LISA, MASSIMILIANO - TADDEI, MARIO - ZANON, EDOARDO (2009): Le livre des secrets des résultats des idées. Ign Khalaf al-Muradi. Milano, Leonardo3 srl

MICHEL, HENRI (1966): Les instruments des sciences. Rhode-Sainte-Genese (Belgique): Ed. Albert de Visscher

MILLÀS VALLICROSA, J.M. (1943-50): Estudios sobre Azarquiel. Madrid-Granada: C.S.I.C.

MILLÀS VALLICROSA, J.M. (1956): La forma de la Tierra de R. Abaham bar Hiyya Ha-Bargeloni. Barcelona: C.S.I.C.

NEEDHAM, J.-LING, W.-PRICE, D.J. (1960): Heavenly clockwork. Cambridge U.P. (2nd ed 1986)

NEEDHAM, J. (1965): Science and civilisation in China. Cambridge, vol 4 part 2 p 532-546, 446-465; vol 3 p 284-339

PUIG, ROSER (2003): L'Assafea dela Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona; un exemplar de Zarqaliyya. Barcelona: Reial Acadèmia de Ciències i Arts. Memòries n. 985

ROHR, RENÉ R. J. (1986): Les Cadrans Solaires; Strasbourg: Ed. Oberlin

SAMSÓ, JULIO (2003): El astrolabio "Carolingio" de Marcel Destombes y la introducción del astrolabio en la Catalunya medieval. Barcelona: Reial Acadèmia de Ciències i Arts. Memòries n. 985

TADIC, MILUTIN (1998): El rellotge de sol més antic de les terres serbies. "La Busca de Paper" n. 29, p. 1-3

USHER, ABBOT P. A. (1941): History of mechanical inventions. New York, Mc Graw-Hill, 1929. Reed. en esp.: México, Fondo de Cultura Económica

VERNET, JUAN (1989): De Abd Al-Rahman I a Isabel II. Universidad de Barcelona

efarre@uoc.edu

Text i fotografies: Eduard Farré

Una cronologia de la Cronometria (IX)

Segles XIII-XIV

Entre els segles XIII i XIV es produeix una gran revolució en la mesura del temps. Es comencen a sentir veus que demanen un rellotge de més precisió dels que ja existeixen. Apareix l'hora pública donada des dels campanars, desvinculada de significats religiosos per organitzar la vida civil a les ciutats. Arriba l'hora final per a la clepsidra, que assoleix el seu màxim nivell però a occident passa a ser un objecte obsolet. S'inventa l'escapament mecànic i es generalitza l'ús de rellotges mecànics, primerament de campanar però també domèstics. Surten a la llum els noms dels primers rellotgers implicats en la construcció de rellotges mecànics públics i do-

mèstics: Jehan Aurologier (1248), Gilebert (1301), Robert Stoke (1321), Antonio Bonelli (1356), Johannes de Venetiis (1363), Giovanni de Dondi (1364), Henri de Wick (1370)...

1206 - Al-Jazzari escriu el seu tractat sobre la construcció de sofisticades clepsidres, rellotges de foc i altres ingenis mecànics i hidràulics (Hill 1974)

ca.1210 - Abu-l-Hasan Ali escriu al Marroc un tractat sobre instruments astronòmics entre els quals destaquen diversos tipus de rellotges de sol (Sedillot 1834)

1221 - Astrolabi d'Ispahan amb engranatges per representar les trajectòries del Sol i de la Lluna i la seva fase (Science Museum, Londres)

1232 - El soldà de Damasc Al-Aixraf I (?-1237) ofereix a l'emperador Frederic II (1194-1250) un "cel artificial" accionat probablement a través d'una clepsidra, ornamentat amb pedres precioses, sobre el qual es podia llegir la trajectòria dels astres i de les estrelles i les hores del dia i de la nit (Usher 1941, p. 151)

1232 - Al monestir de Redon (Bretanya) es congratulen per disposar d'un rellotge fiable. Es tracta d'una clepsidra, però veiem que es comença a valorar la precisió.

ca.1235 - L'arquitecte Villard de Honnecourt dibuixa una "casa del rellotge" en forma de campanar

(Bibliothèque National, París)

ca.1250 - Miniatura d'una clepsidra amb campanes en una Bíblia francesa (Bodleian Library, Oxford). La complexitat de les darreres clepsidres anuncia el futur rellotge mecànic



Fig. 2.- 1250 Imatge d'una clepsidra medieval (Bruton 1983, p. 23)

1252 - Mohamed ibn Hudayl construeix a Bujia l'assafea (astrolabi universal) de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, una de les poques que existeixen (Puig 2003)

1267 - Roger Bacon envia a Roma el seu estudi "Opus maius" on proposa la reforma del calendari julià. La reforma no es portarà a terme fins el segle XVI però Bacon ja en denuncia la necessitat

1268 - Fragments de pissarra trobats a l'Abadia cistercenca de Villers (Brabant) amb instruccions per a graduar una clepsidra d'acord amb les hores temporals (Barnett 2000, p. 49)



Fig. 1.- 1206 Rellotge d'espelma d'Al-Jazzari (Reconstrucció i foto E. Farré)

1271 - Robertus Anglicus es queixa de la falta d'un rellotge prou precís per complir amb les necessitats de la seva època (Thorndike 1941)

1272 - La dinastia xinesa dels Yuan institueix el centre horari de Beijing i construeix la Torre del Tambor per divulgar públicament l'hora i altres informacions del calendari

1272 - L'astrònom marroquí Aboul Hassan al-Marrakushi descriu un rellotge de sol conegut amb el nom de visera o de barret (Rohr 1986, p. 161), un tipus de rellotge de sol que es basa en l'alçada i la direcció del Sol (Pizarro 2011)

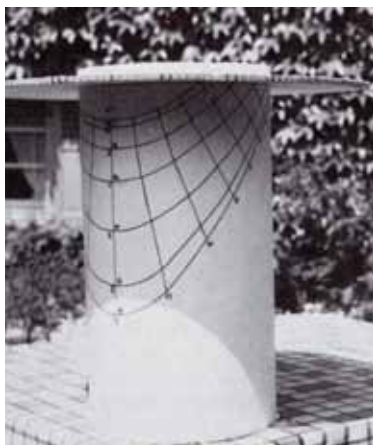


Fig. 3.- 1272 Rellotge de sol de visera (Rohr1986, p. 161)

ca.1275 - Gran meridiana solar de Yang-Cheng (actualment Teng-Feng), a prop de Luoyang, Xina. Actualment se'n pot veure una reconstrucció feta per la dinastia Ming (1368-1644). L'ombra del migdia permet mesurar amb molta precisió els solsticis i els equinoccis (Needham 1988, p. 8)

1276 - El Libro de los Relojes d'Alfonso X el Savi descriu dos rellotges de sol, un de foc i dues clepsidres, l'una d'aigua i l'altra de mercuri; en altres apartats dels Libros del Saber de Astronomia es parla d'esferes armillars, astrolabis esfèrics, planisfèrics i univer-



Fig. 4.- 1275 Gran meridiana solar de Teng-Feng (Needham1988, p. 8)

sals, de quadrants astronòmics i d'equatoris

ca.1280 - L'astrònom xinès Guo Shoujing crea un nou sistema de calendari que anomena Calendari pel Compte del Temps amb un any de 365,2425 dies, tant exacte com el futur calendari gregorià (China 2006, p. 146)



Fig. 5.- 1276 Rellotge de mercuri (Reconstrucció i foto E. Farré)

ca.1280 - Ramon Llull (1233-ca.1315) descriu el nocturlabi en el seu llibre Nova Geometria i en el Tractat de Medicina, on suggereix la seva utilització per admi-

Ramon Llull descriu el nocturlabi en el Tractat de Medicina on suggereix el seu ús per administrar els medicaments a l'hora correcta durant la nit

nistrar els medicaments a l'hora correcta al llarg de la nit (Farré 1996d)

1283 - Primer testimoni d'un rellotge de campanar mecànic a l'abadia anglesa de Dunstable, Bedfordshire (Andrewes 2002, p. 53)

ca.1290 - Manuscrit Opusquorundam rotarum mirabilium de la Biblioteca Ambrosiana de Milà on consta una completa descripció d'un planetari mecànic (Poulle 1980)

1293 - L'astrònom provençal Jacob Ben Machir ibn Tibbon (1236-1312), conegut també com a Profatius Judeus, descriu el Cuadrans Novus



Fig. 6.- 1293 Cuadrans Novus (Reconstrucció i foto E. Farré)

ca.1300 - El geògraf i historiadore àrab Ismail Abu'l Fida (1273-1331) intueix la línia del canvi de data i explica les conseqüències de travessar-la en un sentit i en l'altre (Reginaldo 2006)

XIII-XIV - El manuscrit de les Constitucions del rei Jaume II (1291-1327) conté un dibuix d'una clepsidra amb un mecanisme musical (Arxiu de la Corona d'Aragó, Barcelona) (Farré 1989c)

Fig. 7.- 1300 Dibuix d'una clepsidra amb carilló (Arxiu de la Corona d'Aragó, Barcelona)

ca.1301 - L'armer Gilebert fa un rellotge de ferro al Louvre que el rei vol oferir a la nova abadia de Poissy

1314 - Mor Felip IV de França dit el Bell (1268-1314); a l'inventari dels seus bens hi consta un rellotge

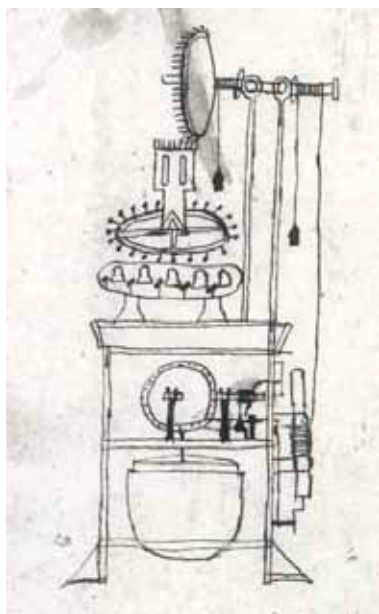


Fig. 7.- 1300 Dibuix d'una clepsidra amb carilló (Arxiu de la Corona d'Aragó, Barcelona)

ge domèstic fet de plata amb els pesos farcits de plom

ca.1316 - Clepsidra polivascular de la dinastia Yuan datada del 3r any del regnat de l'emperador Yan You. Museu Nacional de la Història Xinesa, Beijing (Soutif 2000, p. 106)

ca.1321 - Robert Stoke fa un rellotge de campanar amb esfera astronòmica per a la Catedral de Norwich

ca.1327 - Richard of Wallingford (ca.1292-1336), abat de St. Albans (Anglaterra), dissenya i comença a construir un rellotge de campanar astronòmic que Thomas de la Mare acabarà cap el 1395



Fig. 8.-1327 Reconstrucció del rellotge de Wallingford

Bonelli fa un gran rellotge de campanar per al palau reial de Perpinyà per ordre del rei Pere el Cerimoniós

1336 - A Avinyó, el pare Jean Engilbert compra un rellotge domèstic per a la cambra privada del Papa Benet XII

1338 - Primera referència d'un rellotge d'arena en la pintura al fresc d'Ambrogio Lorenzetti La Temperanza situada al Palau Públic de Siena (Brusa 2005, p. 31)



Fig. 9.- 1338 Rellotge d'arena (Brusa 2005, p. 31)

1344 - Jacobo de Dondi (1292-1359) construeix el rellotge públic de Pàdua

1345 - Notícia sobre rellotges d'arena i del seu ús en el mar, on consta la compra de rellotges de vidre al port de Sluis, Zeeland, Holanda (Dohrn 1997, p. 123)

1353 - Construcció d'un rellotge de campanar al palau del Papa d'Avinyó (Dohrn 1997, p. 137)

1354 - Primer rellotge de la catedral d'Estrasburg (Bach 1992)

1356 - Antonio Bonelli fa un gran rellotge de campanar per al palau reial de Perpinyà per ordre del rei Pere el Cerimoniós (1319-1387), el millor documentat de l'època gràcies al llibre de comptes de l'obra que es conserva a l'Arxiu de la Corona d'Aragó de Barcelona (Beeson 1982)

1357 - Abu-l-Hasan Al-Tilimsani construeix la clepsidra pública de Fes (Marroc) de la qual encara queden restes (Ricard 1924)

ca.1360 - L'erudit francès Nicole Oresme (1325-1382) creu

en el moviment de la Terra i en l'existència d'altres móns habitats. Descriu la hipotètica experiència de dos viatgers que travessen la línia del canvi de data i explica el motiu del guany o la pèrdua d'un dia segons es faci en un sentit o en l'altre (Reginaldo 2006)

1362 - El rei de Granada Muhammad V (1354-1390) disposa d'un gran rellotge d'espelma amb mecanismes que s'accionen automàticament a cada hora (Farré 1998e)



Fig. 10.- 1362 Rellotge d'espelma andalusí (Reconstrucció i foto E. Farré)

1363 - El papa d'Avinyó Urbà V compra un rellotge portàtil al rellotger Johannes de Venetiis (Brusa 2005, p. 93)

1364 - Rellotge astronòmic, l'Astrari, de Giovanni de Dondi (1318-1380). Les set esferes indiquen la posició del Sol, la Lluna i els cinc planetes coneguts a l'època.

1370 - Henri de Wick fa el rellotge del Palau Reial de París

1375 - Jafudà Cresques dibuixa a Mallorca l'Atlas Català conservat a la Biblioteca Nacional de París (Puig 2003) on es descriu el funcionament del nocturlabi

1376 - El rei Pere el Cerimoniós

El rellotge de la Catedral de Salisbury (1386) és suposadament el rellotge mecànic més antic del món que encara segueix funcionant en l'actualitat



Fig. 11.- 1364 Reconstrucció de l'Astrari de De Dondi, Museu Beyer, Zurich (Foto E. Farré)

envia a la seva filla Joana un rellotge domèstic de quatre campanetes i astrolabi (Samsó 2003, p. 351)

1386 - Rellotge de la Catedral de Salisbury, el rellotge mecànic més antic que encara existeix

1400 - L'astrònom John Slape dissenya un rellotge de sol portàtil universal denominat la Nau Italiana o Navicula de Venetiis



Fig. 12.- 1400 Navicula de Venetiis feta per Oronce Finé (1524). Museu Poldi Pezzoli, Milà (Foto E. Farré)

ca.1400 - La primera referència sobre molles reials per als rellotges portàtils la dona Filippo Brunelleschi (1377-1446), arquitecte de la catedral de Florència, que explica que a la seva joventut havia fabricat rellotges i despertadors i havia fet tota mena d'experiments amb molles per a impulsar-los

Bibliografia

ANDREWES, WILLIAM J. H. (2002): Crónica de la medición del tiempo. "Investigación y Ci-

encia", noviembre, p. 52-61

BACH, HENRI - JEAN-PIERRE RIEB (1992): Les trois horloges astronomiques de la Cathédrale de Strasbourg. Strasbourg, Editions Ronald Hirlé

BARNETT, JO ELLEN (2000): El péndulo del tiempo. Barcelona, Ed. Península

BEESON, CIRYL F. C. (1982): Perpignan 1356. London: The Antiquarian Horological Society.

BRUSA, GIUSEPPE (2005): La misura del tempo. Trento: Castello del Buonconsiglio

BRUTON, ERIC (1983): Histoire des horloges, montres et pendules; Paris: Ed Atlas

CHINA (2006): China Historia y civilización.China

DOHRN-VAN ROSSUM, GERHARD (1997): L'histoire de l'heure. Paris: Editions de la Maison des sciences de l'homme

FARRÉ OLIVÉ, EDUARD (1989c): A medieval Catalan clepsydra and carillon. "Antiquarian Horology" n. 4, vol. 18, Winter, p. 371-380

FARRÉ OLIVÉ, EDUARD (1996d): La Sphaera Horarum Noctis de Ramon Llull. "La Busca de Paper" n. 22, Primavera, p. 3-12

FARRÉ OLIVÉ, EDUARD (1998e): Un reloj de fuego en la Alhambra de Granada. "Arte y Hora" n. 129H12, May-Jun, p. 28-33

HILL, D.R. (1974): The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices by Ibn Razzaz al-Jazari, Dordrecht-Boston: Reidel

NEEDHAM, J.-TEMPLE, R.K.G. (1988): El geni científic de la Xina. "El Correu" Nov

PIZARRO GAVILÁN, MANUEL (2011): Un rellotge de sol insòlit sobre columna en l'antic convent de la Baumette (Angers, França). "La Busca de Paper" n. 68, p. 10-16

POULLE, EMMANUEL (1980): Équatoires et horlogerie planétaire de XIIIe au XVIe siècle. Geneve, Librairie Droz

PUIG, ROSER (2003): L'Assafea de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona; un exemplar de Zarqaliyya. Barcelona: Reial Acadèmia de Ciències i Arts. Memòries n. 985

REGINALDO, RAIMON (2006): La línea internacional del cambio de fecha. "Ciclo de conferencias. Curso2005-2006", Publicaciones de la Agrupación Astronómica de Sabadell, n. 4, Septiembre, p. 85-96

RICARD, PROSPER (1924): L'horloge de la Médersa Bou-Anania de Fès. "Bulletin de la Société de Géographie d'Alger et de l'Afrique du Nord" (Alger), 29, vol 25, p. 248-254. Reeditado en: SEZGIN, F.: Arabische Instrumente in Orientalischen Studien; Frankfurt 1991, vol 4, p. 300-306

SAMSÓ, JULIO (2003): El astrolabio "Carolingio" de Marcel Destombes y la introducción del astrolabio en la Catalunya medieval. Barcelona: Reial Acadèmia de Ciències i Arts. Memòries n. 985

SEDILLOT, J.J.-SEDILLOT, L.A. (1834): Traité des instruments astronomiques des Arabes. Paris. Reed. en: SEZGIN, F.: IGAIW, Frankfurt 1984

SOUTIF, DANIEL i altres (2000): Art i temps. Barcelona: Ed. CCCB, Diputació de Barcelona

THORNDIKE, LYNN (1941): Invention of the mechanical clock about 1271 A.D. "Speculum" XVI, p. 242-243

USHER, ABBOT P. A. (1929): History of mechanical inventions. New York, Mc Graw-Hill. Reed. en esp.: México, Fondo de Cultura Económica, 1941

efarre@noc.edu

Text i fotografies: Eduard Farré

Una cronologia de la Cronometria (X)

Segle XV

Durant aquest segle arriba la plenitud del rellotge de campanar; se'n construeixen d'espectaculars que esdevenen veritables símbols de les ciutats que els hostatgen com és el cas de Moscó, Praga i Venècia. D'aquest segle ens han arribat els vestigis originals més antics de rellotges mecànics domèstics; en posem alguns exemples que es conserven a diversos museus. També és de valorar les notícies relacionades, com ara imatges, tractats de construcció i estudis particulars com els de Paulus Alemanus i Leonardo de Vinci. Cristòfor Colom ens fa saber de quin mètode disposava per saber l'hora a bord en un moment en què la rellotgeria mecànica encara no podia oferir resultats fiables. En qualsevol cas, el rellotge de sol i els instruments astronòmics nocturns eren encara els patrons indiscutibles per establir l'hora tant de dia com de nit.

1404 - El rellotger Lazar construeix a Moscou un rellotge de campanar de grans dimensions amb carilló de 35 campanes per a la torre Spasskaya del Kremlin (Chernin 1990, p. 49)

1406 - Una de les imatges més antigues d'un rellotge mecànic apareix a l'Horologium Sapientiae d'Henri Seuse (Dohrn 1997, p. 125)

1409 - Pol de Limburg i Jean Colombe pinten el calendari de Les tres riches heures du duc de Berry

(Priestley 1966)

1410 - El rellotger Mikulas de Kadan i l'astrònom Jan Sindel fan el rellotge astronòmic de Praga (Horsky 1988)



Fig. 1.- Any 1410. Rellotge amb astrolabi de l'Ajuntament de Praga (Foto E. Farré)

1419 - Es posa esfera i agulles al rellotge de campanar del Palau Reial de París

1420 - Imatge d'un rellotge de paret assimilat a un instrument musical en una edició del Roman de la Rose (Biblioteca de la Universitat de València)



Fig. 2.- Any 1420. Imatge (Dohrn 1997, p. 97)

1428-29 - L'astrònom Ulug Beg (1394 - 1449) construeix a Samarcanda un rellotge de sol amb

el gnòmon de 50 metres d'alçada. També se li atribueixen rellotges de sol curiosos i extravagants (Chernin 1990, p. 43, Luyken 1990, Zavelski 1990, p. 36)

ca.1430 - Rellotge de Borgonya, el rellotge de molla reial més antic que es conserva (Michel 1966, p. 163)



Fig. 3.- Any 1430 Rellotge de Borgonya (Museu de Nuremberg, Foto E. Farré)

ca.1440-1460 Jehan de Souhade Velin escriu Horlogium Sapientiae amb il·lustracions de rellotges portàtils de sol i mecànics, amb la primera referència a la fussée, un avançat mecanisme per regularitzar la força de la molla reial (Bibliothèque Royale. Bruxelles)

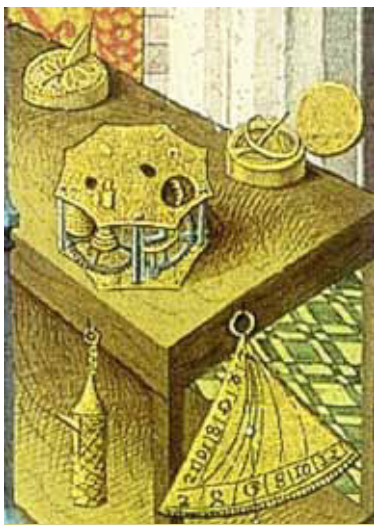


Fig. 4.- Any 1440 Detall dels rellotges petits d'Horlogium Sapientiae (Cardinal 1998, p. 20)

1450 - L'astrònom austríac Georg von Peurbach (1423-1461) descriu i construeix el Quadratum geometricum meridiano

ca.1450 - Rellotge domèstic gòtic conservat al British Museum (Tait 1983, p. 19)



Fig. 5.- Any 1450 Rellotge domèstic gòtic. British Museum (Tait 1983, p. 19)

1458 - D'aquesta data es conserven dos rellotges de sol horitzontals i portàtils. Un al Barerisches Nationalmuseum de Munich (Bassermann 1964, p. 45) i un altre al Kunstgewerbe Museum de Berlin (Hausmann 1979, p. 99)



Fig. 6.- Any 1458 Rellotge de sol portàtil (Hausmann 1979, p. 99)

1463 - Rellotge de sol de la Jacobikerk d'Utrecht. Un dels més antics que es conserva datat i de gnòmon polar.



Fig. 7.- Any 1463 Rellotge de sol de la Jacobikerk Utrecht

ca.1465 - L'astrònom alemany Johann Müller, Regiomontanus, (1436-1476) inventa un rellotge

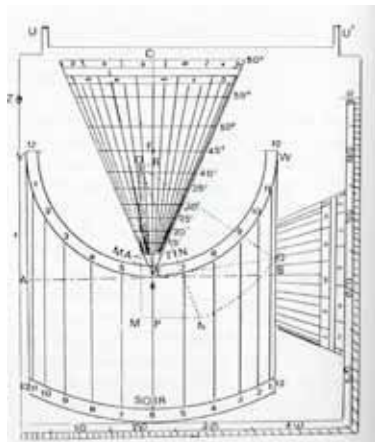


Fig. 8.- Any 1465 Esquema del rellotge de sol de caputxí (Rohr 1986, p. 142)

de sol d'altures, portàtil i universal conegut amb el nom de caputxí.

1475 - Imatge d'un despertador de pesos en una marqueteria del Palau Ducal d'Urbino (Magistretti 2005, p. 145)

ca.1475-1485 - Manuscrit del monjo Paulus Alemanus on es dóna una descripció tècnica d'una trentena de rellotges segons es fabricaven en aquesta època a Flandes, Alemanya, França i Itàlia (Leopold 2005, p. 119)

1487 - El metge català Bernard de Granollacs publica l'Almanac o Llnari (Chabàs 1985)

1490 - Leonardo da Vinci (1452-1519) estudia el rellotge de torre (1406) del monestir de Chiaravalle de la Colomba i el dibuixa (Cod. Atlantico, fol. 399 V b); posteriorment desenvolupa diversos mecanismes de rellotgeria i deixa anotacions sobre el pèndol, la fusée i la suspensió cardan (Montañés 1975). També deixa testimoni d'haver estudiat l'Astrari de Giovanni de Dondi (Price 1958, p. 127)

1492 - Cristòfor Colom (1451-1506) esmenta en el seu diari de navegació, el dia 30 de setembre, el mètode de les guardes per determinar l'hora durant la nit. En diverses ocasions també fa esment de la utilització a bord del rellotge d'arena



Fig. 9.- Any 1499 Rellotge de campanar de Venècia (Foto E. Farré)

El 1487, el metge català Bernard de Granollacs publica l'Almanac o Llnari

1499 - Gian Paolo Rainieri i el seu fill Gian Carlo fan el rellotge de torre astronòmic i amb autòmats de la plaça de Sant Marc de Venècia

ca. 1499-1503 - Imatge d'un despertador de pesos en una marqueteria del cor de l'església de Santa Maria in Organo de Verona (Magistretti 2005, p. 146)

ca.1500 - Nocturlabi del Germanisches Museum de Nuremberg (Bassermann 1964, p. 48)



Fig. 10.-Any1500 - Nocturlabi del Germanisches Museum de Nuremberg (Bassermann 1964, p. 48)

Bibliografia

BASSERMANN-JORDAN, ERNST VON (1964): Montres, horloges et pendules. Paris

CARDINAL, CATHERINE (1998) i altres: Tresors d'horlogerie. Ed. RMG, Palais des Papes. Avignon

CHABÀS, JOSEP I ALTRES (1985): El "Llunari" de Bernat de Granollacs. Barcelona: Ed Fundació Salvador Vives i Casajoana

CHERNIN, A. (1990): Física del temps, Moscou: Ed Mir

DOHRN-VAN ROSSUM, GERHARD (1997): L'histoire de l'heure. Paris: Editions de la Maison des sciences de l'homme

HAUSMANN, TJARK (1979): Alte Uhren. Katalogue des Kunstgewerbemuseum. Berlin

HORSKY, ZDENEK (1988): Prazsky Orloj. Praga: Ed. Panorama

LEOPOLD, J. H. (2005): Orologi italiani nel manoscritto Almanus. Dins BRUSA, GIUSEPPE (2005): La misura del tempo. Trento: Castello del Buonconsiglio

LUYKEN, HEINRICH (1990): Das Observatorium des Ulugbek. "Deutsche Gesellschaft Für Chrono-

metrie. Jahresschrift1990", p. 93-100

MAGISTRETTI, LODOVICO (2005): L'orologio meccanico nell'ebanisteria rinascimentale italiana. Dins BRUSA, GIUSEPPE (2005): La misura del tempo. Trento: Castello del Buonconsiglio

MICHEL, HENRI (1966): Les instruments des sciences. Rhode-Sainte-Genese (Belgique): Ed. Albert de Visscher

MONTAÑES, LUÍS (1975): La máquina de las horas; Madrid: Ed. Isla

PRICE, DEREK JOHN DE SOLLA (1958): Leonardo da Vinci and the clock of Giovanni de Dondi. "Antiquarian Horology", June, p. 127-128 i 222

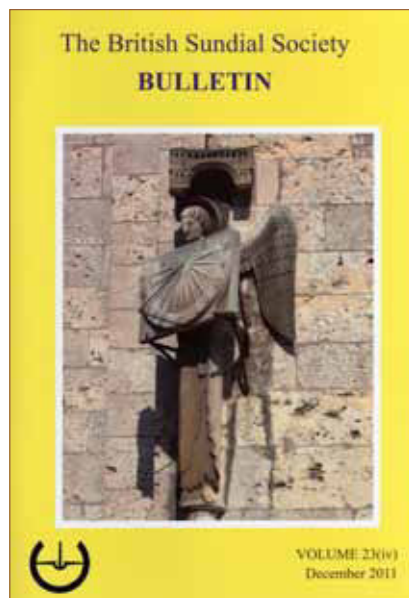
PRIESTLEY, J.B. (1966): El hombre y el tiempo. Madrid: Ed Aguilar

TAIT, HUGH (1983): Clocks and Watches. London: British Museum Publications

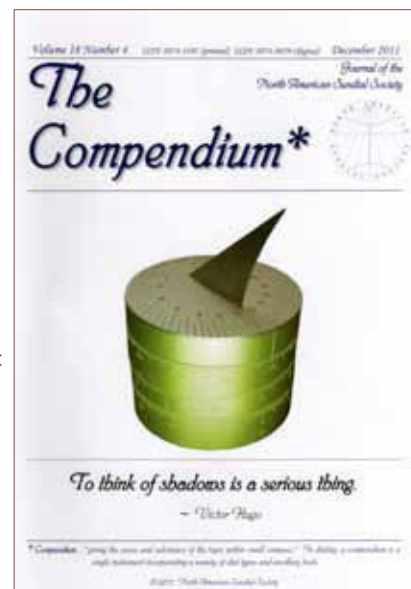
ZAVELSKI, F. (1990): Tiempo y su medición. Ed. Mir, Moscou

efarre@uoc.edu

Publicacions rebudes



VOLUME 23(iv) - December 2011	
CONTENTS	
1. The Canterbury Patchwork, Part 1: A new insight from an ancient riddle for making portable sundials - Marc-Armand	
2. Time For Another Day? - Jan Van Jaarsveld	
3. The 2011 Sundial Survey in La Mota, France, 11 September 2011 - Val Cichon, David & Kate Hinds, Jane Walker, Robert Schuster and Geoff Parsons	
14. Sundial Festival at the Gatchina Palace, St Petersburg - Valere Desnoes	
16. The Sundial of the Carthus of Florence (Tuscany, Italy) Restored to Working Condition - Stefano Barletti, Giovanni Giannelli, Gianni Ghislini and Roberto Minelli	
22. A Sundial Book - John Lister	
23. New Study - Michael Hartley	
24. Robert Nodding's 'On Clocks Versus an Extinct' - John Davis	
26. Medieval Catholic English Maps Dials of the 14th and 15th Centuries - Chris H.K. Williams	
32. The Margaret Vassar Memorial Sundial: An Unusual Iron Dial for a Newburgh College, Part 2: Evolution of the design - Andrew E. Larson	
38. The Newmarket Sundial - Oliver Green	
41. A Painted Polychrome Dial - John Ford	
42. Mind the Gap - Sundials and Leap Years - Frank H. King	
47. Random Letters - Maurice Jurgens, Schmitt, King, Ford, Parsons	
48. The Art of Painting Sundials - J.S.	
49. BSS Secretary Meeting - 24 September 2011 - Frank Cio	
Contents	
Displaced Sundials	Rolf Wierland 1
Quite Answer: The Fractured Dial Face	Mac Ogilvie 7
A Sundial For Rhetoric	Helmut Sonderogger 8
Digital Domes	14
British Sundial Safari in La Mota, France	Jack Aubert 15
Sun City Sundial Re-dedication	John Carmichael 17
A Stained Glass Spot Dial	Mark Montgomery 21
Shadow Casting and Lines on Spherical Sundials - Part I	Orwin Fessell 26
Quiz: The Relocated Equatorial Sundial	Orwin Fessell 32
How To Build A Geographic Sundial	Guillermo Castagno 33
Hour And Date Lines On A Round Tower	Rolf Wierland 39
The Equation Of Time From Bender's Big Score (2007)	40
The Tree's Nest	40
A Foot's Errand	40



Text i fotografies: Eduard Farré

Una cronologia de la Cronometria (XI)

Segle XVI

Aquest és un segle molt fructífer i dens en què el rellotge portàtil comença a fer part de la decoració personal dels homes i de les dones situats al segment més alt de l'escala social; el rellotge de portar combina sovint un mecanisme autònom amb un quadrant solar per poder posar en hora el primer. Proliferen els textos amb instruccions per a fer rellotges mecànics (personals, domèstics, de campanar, astronòmics...) i de sol de molts tipus nous (analemàtics, d'altura, estereogràfics, traslluïts, de lluna...). S'experimenta l'efecte d'haver travessat la línia del canvi de data en el primer viatge al voltant del món. Amb la proliferació dels viatges oceànics es comença a trobar a faltar un mètode fiable per establir la longitud geogràfica en alta mar i es suggereix que el rellotge podria donar resposta a aquest problema. El rellotge mecànic europeu s'introdueix a la Xina i al Japó de la mà dels missioners. Els conflictes armats europeus propicien que petits estats com el suís esdevinguin el refugi per als millors rellotgers. Copèrnic revoluciona la cosmologia situant el Sol al centre de l'univers, el Papa Gregori XIII promulga la reforma del calendari i Galileu descobreix les lleis físiques del pèndol i les aplica a la mesura del temps.

1502 - Imatge d'un despertador de pesos en una marqueteria de Berlín (Magistretti 2005, p. 150)



Fig. 1.- 1502 Rellotge de pesos en una marqueteria del Museu Bode de Berlín (Foto E. Farré)

1506 - Rellotge de sol analemàtic situat davant l'església de Brou, Bourg-en-Bresse, França (Rohr 1986, p. 119)

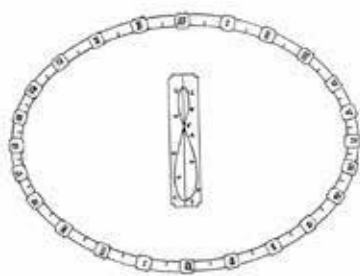


Fig. 2.- 1506 Esquema del rellotge analemàtic de l'església de Brou (Rohr 1986, p. 118)

1510 - Lorenzo de la Volpaia (1446-1512) fa el seu rellotge astronòmic.

1510 - S'atribueix al rellotger Peter Henlein (1479-1542) la fabricació dels rellotges de butxaca anomenats "ous de Nuremberg"; si bé els rellotges que es fabricaven al sud d'Alemanya eren de forma ovalada, sembla ser que

aquesta terminologia és producte d'un malentès filològic en que es va confondre el diminutiu Oerlein (rellotge) amb Eierlein (ou).

1512 - El cartògraf austríac Johannes Stabius (1450 - 1522) publica Horoscopion on descriu un rellotge de sol portàtil d'altures (<http://www.dse.nl/~zonnewijzer/regiom.htm>)

1513 - Johannes Stöffler (1452 - 1531) publica a Oppenheim Elucidatio fabricae ususque Astrolabii, un tractat sobre la construcció d'astrolabis i rellotges de sol (Hausmann 1979, p. 75)



Fig. 3.- 1513 Figura del tractat de Stöffler (Hausmann 1979, p. 75)

1522 - La nao Victoria, comandada per Juan Sebastian Elcano, finalitza la primera volta al món i el seu cronista Antonio Pigafetta (1490-1535) constata el desfament d'un dia en el calendari de bord respecte del de terra en ha-

ver travessat sense ser-ne conscient la línia del canvi de data (Farré 2002)

1524 - L'astrònom alemany Pieter Bennewitz, Petrus Apianus, (1495-1552) publica Cosmographie. Proposa la determinació de la longitud per mitjà de les distàncies lunars i desenvolupa instruments com el triens, un rellotge de sol basat en la projecció estereogràfica (Rohr 1986, p. 146).

1527 - El matemàtic francès Oronce Finé, Orontius Finnaeus, (1494 - 1555) publica Quadrans Astrolabicus, De Geometria Libri (1530), De Solaribus Horologijs Quadrantibus (1531) i un tractat sobre la construcció de rellotges de sol i de lluna (Hausmann 1979, p. 19, 59, 76, 77). Disseny un rellotge astronòmic mecànic per a la biblioteca de Sainte-Geneviève de París. El 1524 construeix un rellotge de sol portàtil anomenat Navicula de Venetiis (ja descrit el 1400) i el 1532 publica Protomathesis, on hi ha un tractat sobre el rellotge de sol estereogràfic (Schöner 2009)

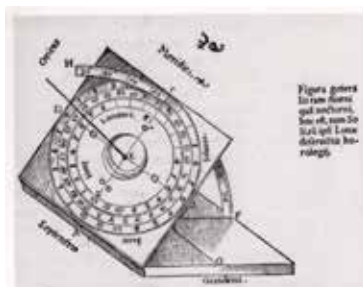


Fig. 4.- 1532 Figura del tractat de Finé sobre el rellotge de Lluna (Hausmann 1979, p. 59)

1530 - George Hartmann (1489-1564) fabrica remarcables rellotges de sol portàtils a Nuremberg (Michel 1966, p. 159).

1530 - Kaspar Brunner (ca.1500-1565) fa el Zytglogge, l'actual rellotge de torre amb autòmat de Berna.

1532 - Hans Holbein (1497-1543) pinta el Retrat del mercader Gisz



Fig. 5.- 1530 Rellotge de Berna (Foto E. Farré)

amb un rellotge mecànic a la taula (Gemäldegalerie, Berlin) i l'any següent pinta Els ambaixadors acompanyats de rellotges de sol i altres instruments astronòmics (National Gallerie, Londres) (Aked 1976)



Fig. 6.- 1533 Detall de Els ambaixadors de Holbein (National Gallerie, Londres)

1534 - Nicolau Copèrnic (1473-1543) publica De Revolutionibus Orbium Coelestium

1537 - El cosmògraf alemany Sebastian Münster (1488 - 1552) publica en el seu llibre Horologiorum un disseny de rellotge de sol tipus caputxi que anomena Parallelogramum per les seves línies horàries paral·leles (<http://www.dse.nl/~zonnewijzer/capuchin.htm>) (Hausmann 1979, p. 20)

1540 - Data del rellotge de sol de vidriera (o de finestra) de l'ajuntament d'Ulm (Alemanya) que es considera el més antic conservat d'aquest tipus (Rohr 1986, p. 184).

1540 - L'astrònom Nikolaus Kratzer (1487-?) construeix el rellotge astronòmic del palau de Hampton Court (Karlsen 1989). El 1520 Albrecht Dürer havia pintat el seu retrat a Holanda i el 1528 Hans Holbein (1497-1543) n'havia fet una altra versió en actitud d'estar construint un rellotge de sol (Museu del Louvre) (Michel 1966, p. 160)

Hans Holbein pinta l'any 1533 el famós quadre "Els ambaixadors" (Nat. Gallery, Londres)



Fig. 7.- 1540 Retrat de Kratzer (1528) de Holbein

ca.1541 - Primera referència de l'ús del stackfreed, un mecanisme per regularitzar la força de la molla reial en els rellotges mecànics (Gschwind 1979 i Pavel 2003). Primera referència de l'ús de cadenes a la fusée



Fig. 8.- 1541 Model didàctic de fusée amb cadena (Museu Internacional de Rellotgeria, La Chaux-de-Fonds, Foto E. Farré)

1544 - Rellotge de sol múltiple de Georg Hartmann (Hausmann 1979, p. 44)



Fig. 9.- 1544 - Rellotge de sol de Georg Hartmann (Hausmann 1979, p. 44)

1548 - El rellotge portàtil més antic supervivent; està signat CW que segurament correspon al re-

lloctger Caspar Werner de Nuremberg

ca.1550 - L'astrònom i matemàtic holandès Gemma Frisius (1508-1555) suggereix l'utilització del rellotge mecànic per la determinació de la longitud geogràfica

ca.1550 - S'atribueix a Gerolamo Cardano (1501-1576) l'invent de la suspensió cardan o junta universal que s'empraria segles més tard en els cronòmetres de marina i altres transmissions mecàniques

1551 - Els jesuïtes introdueixen els rellotges mecànics europeus al Japó. El missioner Francisco de Xavier en regala un al senyor feudal Yoshitaka Ohuchi de Suho (Yamaguchi 1974)

ca.1563 - El rellotger italià Giovanni Torriani (ca.1511-1585) fa un rellotge amb planetari, El Cristalino, per a l'emperador Carles V (1500-1558). Ambrosio de Morales diu el 1575 que Torriani feia servir una màquina per tallar els engranatges dels rellotges. El 1529 va reparar el rellotge astronòmic de Giovanni de Dondi (1364) (Garcia Diego 1982)

1564 - Es funda el Gremi de Rellotgers d'Augsburg i el 1565 el Gremi de Rellotgers de Nuremberg

1567 - El rei Felip II d'Espanya ofereix una gran recompensa a qui descobreixi un mètode fiable per determinar la longitud en el mar

1569 - Jacques Besson descriu el regulador de foliot doble (cross-beat) en la recerca de millorar la precisió dels rellotges mecànics

1570 - L'astrònom italià Giovanni Padovani (ca. 1512 - ?) publica un tractat de gnomònica amb instruccions precises per fer rellotges de sol horitzontals i verticals.

1574 - Charles Cusin d'Autun (Borgonya) emigra a la República

de Ginebra com molts altres hugonots francesos i se li atribueix la fundació de la indústria rellotgera ginebrina.

1574 - Conrad Hasenfratz, Dasy-podius (1531-1601) dissenya i els germans Isaac i Josias Habrecht construeixen el segon rellotge de la catedral d'Estrasburg. També hi instal·len diversos rellotges de sol a la façana sud (Rohr 1986, p. 104)



Fig. 10a i fig. 10b.- 1574 Rellotges de sol d'Estrasburg (Foto E. Farré)

1576 - El rei Frederic II de Dinamarca funda l'observatori de l'illa de Hven on l'astrònom Tycho Brahe (1546-1601) hi emprava quatre rellotges que marcaven els minuts i els segons per a les seves observacions

1578 - Hans Koch de Munich fabrica remarcables rellotges de sol poligonals de llautó daurat (Rohr 1986, p. 86 i 89)

1579 - Jost Bürgi (1552 - 1632), rellotger suís de Lichtensteig, comença a treballar pel Landgrave Guillem IV de Hesse-Kassel. A partir de 1584 fa els rellotges més precisos de l'època; capaços de no variar més d'un minut al dia, amb autonomia de tres mesos, regula-

dor de dos foliots en sèrie (cross-beat) i escapament de força constant (remontoir d'égalité)

1580 - Hans de Evalo és nomenat rellotger de cambra de Felip II d'Espanya. Es conserven tres dels rellotges que va fer a la cort: el Candil (1583) que es troba a l'Escorial i un altre de 1581 que va ser regalat al "Shogun" Tokugawa-Ieyasu de Japó el 1612 (Farré 2008)



Fig. 11.- 1580 Rellotge de Hans de Evalo de 1585

1582 - Reforma del calendari pel papa Gregori XIII, vigent fins l'actualitat amb el nom de calendari gregorià. L'edict papal Inter Gravissimas suprimeix els dies del 5 al 14 d'octubre per sincronitzar novament l'equinocci de primavera amb el 21 de març. Els estats catòlics l'adopten entre aquest any i el 1584

1583 - Joseph Justus Scaliger (1540-1609) assenyala la data del 1r de gener del 4713aC per l'inici del compte dels dies julians

1583 - Galileu Galilei (1564-1642) descobreix les propietats isòcrones del pèndol i dissenya el primer rellotge de pèndol fornit d'un original escapament de gallet

1584 - El pare Mateo Ricci (1552 - 1610) introdueix els rellotges mecànics occidentals a la Xina

1585 - Els rellotgers de Ginebra constitueixen una corporació

**El 1567
el rei
Felip II
d'Espanya
ofereix
una gran
recom-
pensa a
qui desco-
breixi un
mètode
per deter-
minar la
longitud
en el mar**



Fig. 12.- 1583 Model del rellotge de pèndol de Galileu (Foto E. Farré)

1585 - El matemàtic anglès John Blgrave (ca. 1561 - 1611) escriu sobre l'astrolabi en un llibre titulat *The Mathematical Jewel* en un moment en què aquest instrument ja començava a ser obsolet (Vergés 2003). També va escriure *Astrolabium Uranicum Generale* (1596) i *The Art of Dialling* (1609) sobre rellotges de sol

1589 - Isaac Habrecht (1544-1620) fa el rellotge carilló amb autòmats conservat al British Museum (Thompson 2004)



Fig. 13.- 1589 - Rellotge carilló d'Isaac Habrecht (foto E. Farré)

1598 - Nicholas Vallin (?-1603) fa el rellotge carilló del British Mu-

seum (Thompson 2004)

1598 - El rei Felip II insisteix, com ja havia fet el 1567, a oferir una substancial suma i una pensió vitalícia a qui trobi un mètode per determinar la longitud en alta mar, imprescindible per a la navegació oceànica.

ca.1600 - Al Japó, els jesuïtes funden una escola professional, on ensenyen a fabricar rellotges, orgues i instrumental astronòmic, a la localitat de Shiki, illa d'Amakusa, Nagasaki

ca. 1600 - El matemàtic Erasmus Habermel (?-1606) construeix a Praga instruments matemàtics i rellotges de sol per a l'emperador Rudolf II (1552 - 1612)



Fig. 14.- 1600 Rellotge de sol de Habermel (Museu d'Historia d'Alemanya, Berlín, Foto E. Farré)

Turriano. Madrid-València: Ed. Albatros

GSCHWIND, E. (1979): *Stackfeed 1540-1640*. Basel

HAUSMANN, TJARK (1979): *Alte Uhren. Katalogue des Kunstgewerbemuseum. Berlin. Berlin*

MAGISTRETTI, LODOVICO (2005): *L'orologio meccanico nell'ebanisteria rinascimentale italiana*. Dins BRUSA, GIUSEPPE (2005): *La misura del tempo*. Trento: Castello del Buonconsiglio

MICHEL, HENRI (1966): *Les instruments des sciences. Rhode-Sainte-Genese (Belgique)*. Ed. Albert de Visscher

PAVEL, HEINRICHT (2003): *Amerkungen zum Stackfeed. "Deutsche Gesellschaft Für Chronometrie. Jahresschrift 2003"*, p. 65-85

ROHR, RENÉ R. J. (1986): *Les Cadrans Solaires*; Strasbourg: Ed. Oberlin

SCHÖNER, ANDREAS (2009): *Stereographic sundial design. "The Compendium"*, desembre 2009, p 15-18

THOMPSON, DAVID (2004): *Clocks. London: The British Museum Press*

YAMAGUCHI, RYUJI (1974): Japon. Dans: Tardy (1974): *La Pendule Française (3ème partie)*. Paris, p. 752-769

efarre@uoc.edu

Bibliografia

AKED, C.K. (1976): *The ambassadors. "Antiquarian Horology"* vol. 10 n. 1 Winter p. 70-77. Reed (1995): *"Bulletin of the British Sundial Society"* 95.3, Oct, p 4-11

FARRÉ OLIVÉ, EDUARD (2002): *Primus circumdedisti me. El día que perdió Elcano lo recuperó Fogg. "Analema"* n. 36, set-dic 2002, p. 20

FARRÉ OLIVÉ, EDUARD (2008): *Vuelve a España el tercer reloj de Hans de Evalo. "Antiquaria"*, n. 276, noviembre, portada, p. 34-40

GARCIA DIEGO, JOSE A. (1982): *Los relojes y autómatas de Juanelo*

Text i fotografies: Eduard Farré

Una cronologia de la Cronometria (XII)

Segle XVII

Un cop acceptat que és la Terra la que orbita el Sol, Kepler estableix les lleis que regeixen aquest moviment i que expliquen la irregularitat dels rellotges de sol reflectides en l'equació del temps. De rellotges de sol se'n continuen fabricant amb dissenys diversos. La rellotgeria mecànica europea es concentra en algunes regions concretes i s'expandeix a l'exterior. Apareixen noves eines per a la fabricació de rellotges mecànics. L'invent del pèndol marca l'inici d'una nova era en la precisió de la mesura del temps. La rica i variada decoració dels rellotges portàtils els converteix en objectes de luxe.

Ca. 1600 - El cristall de roca es comença a emprar en les caixes dels rellotges personals (Hayard 2004, p. 395)



Fig. 1.- 1600 Rellotge amb caixa de cristall de roca (Museu de les Arts Decoratives de Barcelona-DHUB)

1603 - Jost Bürgi s'instal·la a Praga com a rellotger de l'emperador Rodolf II

1609 - El testament de Peter de Hind esmenta una màquina de tallar engranatges (Toma 2005)

1609 - Johannes Kepler (1571-1630) publica *Astronomia nova* amb les dues primeres lleis astronòmiques que duen el seu nom que expliquen els motius

de la irregularitat en la durada del dia al llarg de l'any (equació del temps)

ca.1610 - L'anglès Gunter (1581-1626) inventa un rellotge de sol en forma de quadrant derivat de l'astrolabi que dóna l'hora, l'alçada i l'azimut del sol al mateix temps (Rohr 1986, p. 144)

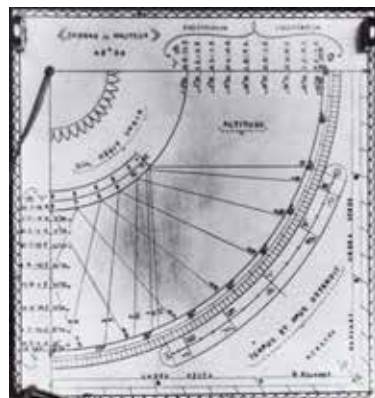


Fig. 2.- 1610 Quadrant de Gunter (Rohr 1986, p. 144)

1612 - Al Japó, els missioners espanyols regalen un rellotge signat per Hans de Evalo al Shogun Tokugawa-Ieyasu, que es conserva actualment al museu del temple Toshogu Shrine, Mont Kuno, Shizuoka (Farré 2008)

1620 - L'astrònom italià Giuseppe Biancani (1566 - 1624) publica *Constructio instrumenti ad horologia solaris*, un tractat il·lustrat on explica com fer un rellotge de sol perfecte.

ca.1630 - Jean (1578-1644) i Henri Toutin (1614-1683) perfeccionen la tècnica de la pintura en l'esmail i l'apliquen a les caixes dels rellotges personals (Farré 2002)

1630 - Es comencen a fer rellotges esmaltats a Blois (França)



Fig. 3.- 1612 Rellotge de Hans de Evalo

1631 - El matemàtic francès Pierre Vernier (1580-1637) introdueix el doble regle graduat (nònius) basant-se en una idea de Pedro Nunes (1502-1577) per fer les mesures de llargada amb gran precisió.

1631 - Fundació del Gremi de Rellogers de Londres (Worshipful Clockmakers' Company) (Lippincott 2000, p. 133)

1632 - El filòsof holandès Erycius Puteanus (1574-1646) proposa que la indefinida línia del canvi de data sigui situada a 180 graus del primer meridià que també ell mateix proposa que sigui el de Roma (Reginaldo 2006)

1636 - Galileu Galilei escriu als Estats Generals d'Holanda proposant l'ús del pèndol com a instrument per a cronometrar les observacions astronòmiques.

1636 - El matemàtic anglès William Oughtred (1574 - 1660) descriu el rellotge de sol horitzontal de projecció estereogràfica (Rohr 1986, p. 127).



Fig. 4.- 1636 Relotge de Oughtred

També se li atribueix l'invent del rellotge de sol anular

1636 - Gerard Desargues (1593-1662), amic de Descartes, de Fermat i mestre de Pascal, descriu un mètode universal per col·locar un gnòmon en qualsevol lloc amb facilitat. També s'ocupa del disseny de corbes epicicloides en el perfil de les dents dels engranatges de rellotgeria (Defossez 1946, p. 272)

1638 - L'anglès Samuel Foster (ca.1600-1652) descriu un nou rellotge de sol analemàtic d'hores homogènies, actualment conegut amb el nom de Foster-Lambert (Rohr 1986, p. 124) (Sawyer 1997)



Fig. 5.- 1638 Relotge de sol del tipus Foster-Lambert (El Bruc)

1641 - Dibuix de Galileu Galilei, amb la col·laboració del seu fill Vincenzo, d'un mecanisme de rellotge amb regulador de pèndol i escapament lliure de gallet. El 1649 Vincenzo començà a construir-lo però va morir abans d'acabar-lo

1640 - El geòmetra francès Jean-Louis de Vaulezard exposa les bases teòriques del rellotge de sol analemàtic del qual es proclama el seu inventor en l'opuscle: *Traité ou usage du quadrant analematique* (Rohr 1986, p. 119).

1644 - El matemàtic i religiós francès Marin Mersenne (1588-1648), seguint

el pensament de Galileu, fa aportacions originals a les lleis del pèndol i descobreix que a la latitud 45 un pèndol de 993mm de llargada teòrica oscil·la amb el període de dos segons (Barnett 2000, p. 103)

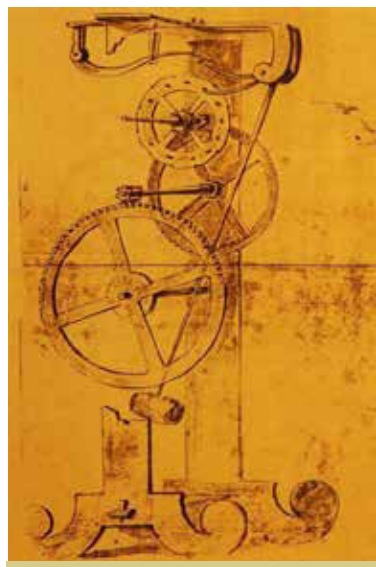


Fig. 6.- 1641 Dibuix del rellotge de Galileu

1646 - El jesuïta alemany Athanasius Kircher (1602-1680) publica a Roma *Ars magna lucis et umbrae*, un compendi del coneixement gnomònic de l'època (Rohr 1986, p. 160)

1648 - Johann Ulrich Schmidt construeix el que es considera el primer rellotge de polsera documentat (Harris 1988)

1655 - El científic anglès Robert Hooke (1635-1703) s'atribueix l'invent de l'escapament de força constant (remontoir d'égalité) proporcionada per una molla (Hayard 2004, p. 395)

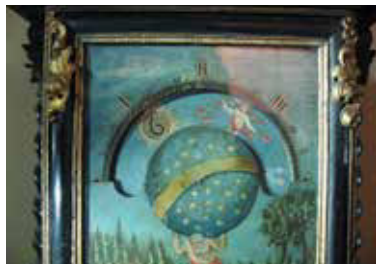


Fig. 7.- 1656 Relotge nocturn italià (Museu de la Ciència de Milà)

1656 - A Roma, Giuseppe i Pietro Campani comencen a fer rellotges nocturns de taula

1657 - 12 de gener, primer esment del rellotge de pèndol de Christiaan Huygens (1629-1695), el 28 de març hi ha la primera evidència i el 16 de juny el rellotger Salomon Coster (?-1659) obté la patent per a la seva fabricació a Holanda



Fig. 8.- 1657 - Rellotge de pèndol de Samuel Coster (Museu de Leiden)

Foster descriu el 1638 un nou rellotge de sol analemàtic d'hores homogènies, actualment conegut com a Foster-Lambert.

1658 - Christiaan Huygens publica *Horologium Oscillatorium* amb els fonaments teòrics del rellotge de pèndol i inventa el sistema de corda sense fi per penjar el pes motriu. Amb l'ajut de Huygens, Ahasuerus Fromanteel construeix rellotges de pèndol a Anglaterra. S'introdueix l'ús generalitzat de la minuteria en els rellotges de pèndol

1659 - Huygens afegeix dues làmines cicloïdals a la suspensió dels rellotges de pèndol per a corregir els defectes d'isocronisme

1660 - Robert Hooke aplica una molla recta al volant d'un rellotge portàtil per millorar-ne la precisió (precursor del volant-espiral).

1660 - L'abat Jean d'Hautefeuille (1647-1724) inventa l'escapament de coma (virgule) (Hayard 2004, p. 395)

ca.1660 - Primera aparició del rellotge de caixa alta.

ca. 1660 - Ahasuerus Fromanteel utilitza en els seus rellotges coixinets rodants antifricció, precursors dels coixinets de boles

1662 - Robert Hooke descriu un sistema bimetal·lic per a compensar els canvis de llargada en

els pèndols degut a les variacions de temperatura. Més tard també imaginà la utilització d'espitals de vidre per evitar la dilatació (Defossez 1946, p. 262). El 1675 inventà una màquina per tallar rodes dentades (Defossez 1946, p. 277)

1664 - Els Estats Generals d'Holanda concedeixen una patent per 20 anys a Huygens pel seu rellotge de pèndol

1665 - Huygens descobreix que dos pèndols situats molt a prop s'afecten mútuament (efecte de ressonància) i també que la precisió dels rellotges de pèndol posa en evidència la irregularitat del gir de la terra ja postulada per Kepler. Això permet a Huygens publicar el 1669 la primera taula de l'equació del temps (Karney 2009).

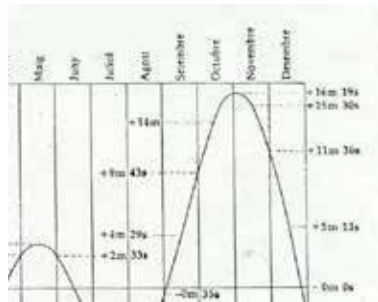


Fig. 9.-1665 Gràfica de l'equació del temps

1665 - Lluís XIV revoca l'Edicte de Nantes i enfonsa la indústria rellotgera francesa amb l'expulsió dels rellotgers protestants. Suïssa fou la gran beneficiada d'aquesta onada migratòria

ca.1666 - Robert Hooke presenta a la Royal Society de Londres un escapament d'àncora de retrocés que millora el rendiment dels rellotges de pèndol (Defossez 1946, p. 281). L'invent, però, s'acabà atribuint a William Clement que el va construir el 1671

1666 - John Fromanteel fa el primer rellotge amb indicador de l'equació del temps

1667 - Fundació de l'Observatori Astronòmic de París

1668 - Primeres notícies de la construcció de rellotges a la regió alemanya de la Selva Negra

ca.1670 - Richard Whitehead (?-1693) fa a Londres els primers rellotges de sol portàtils del tipus Butterfield. Els principals fabricants d'aquest nou tipus de quadrant acabaran essent Nicolas Bion (1652-1733) i Michael Butterfield (1674-1722) de París, de qui agafarà el nom (Cowham 2011)



Fig. 10.- 1670 Rellotge de sol portàtil del tipus Butterfield degra

1670 - El rellotger anglès Joseph Knibb (1640 - 1711) fabrica rellotges amb escapament d'àncora de retrocés i inventa un sistema de soneria basat en els números romans que utilitza una campanada aguda pels I i una de greu pels V.

1670 - Es comencen a fabricar rellotges amb el pèndol de 993mm, adequat per marcar els segons (Barnett 2000, p. 157)

1671 - William Clement (1643-1710) de Londres utilitza un primitiu escapament d'àncora de retrocés

1672 - Huygens dissenya un pèndol amb suspensió triangular per a ser emprat a bord dels vaixells, que no va donar el resultat desitjat

1673 - El pare Bonfa fa el rellotge de sol de reflexió del col·legi femení Stendhal de Grenoble (Rohr 1986, p. 194)

1674 - L'abat Jean d'Hautefeuille (1647-1724) aplica una molla recta a un volant de rellotge portàtil segons la descripció que en feu Robert Hooke el 1660 (Chamberlain 1978, p. 302)

1675 - Fundació de l'Observatori Astronòmic de Greenwich.

1675 - Christiaan Huygens inventa el regulador de volant-espiral pels rellotges portàtils i Robert Hooke reivindica el mateix invent a l'hora que publica un tractat sobre les propietats de les molles.

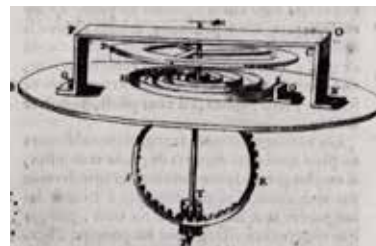


Fig. 11.- 1675 Dibuix del regulador de volant-espiral d'Huygens

1675 - L'astrònom danès Oläus Romer (1644-1710) cronometra les ocultacions i aparicions dels satèl·lits de Júpiter i determina la velocitat de la llum amb molta aproximació. Més tard, perfecciona el micròmetre i construeix el primer telescopi meridià (1690)

1675 - El filòsof alemany Leibniz (1646 - 1716) descriu un original tipus d'escapament amb l'objectiu de ser utilitzat en els cronòmetres de marina (Defossez 1946, p. 266)

ca.1675 - El rellotger francès Isaac Thuret (?-1700) treballa per a Huygens fabricant rellotges de volant-espiral i un rellotge de pèndol per a l'observatori de Leiden

1675 - S'introdueix l'ús generalitzat de la minuteria i del segonder en els rellotges portàtils.

1676 - Robert Hooke publica *A description of helioscopes and other instruments* un petit tractat sobre l'heliòscopi i sobre un mètode per a dissenyar rellotges de sol (Defossez 1946, p. 211).

1676 - Edward Barlow (1636-1716) inventa la soneria amb comptadora de cargol i serra i es construeixen els primers rellotges amb soneria de repetició (Chamberlain 1978, p. 265)

**Lluís XIV
enfonsa la
indústria
rellotgera
francesa amb
l'expulsió
dels re-
llotgers
protes-
tants.
Suïssa es
beneficià
d'aquesta
onada mi-
gratòria.**

1680 - Es comencen a fabricar en grans quantitats rellotges de fusta a la Selva Negra (Chapuis-Gelis 1928, p. 278)



Fig. 12.- 1680 Rellotge típic de la Selva Negra

1681 - El religiós i historiador francès Jacques Bénigne Bossuet (1627 - 1704) emprà per primera vegada el sistema de compte negatiu per a les dates anteriors a l'any 1 (Needham 1977, p. 287)

1682 - El rellotger holandès Johannes van Ceulen fa el planetari dissenyat per Cristiaan Huygens amb regulador de volant-espiral (Michel 1966, p. 165)



Fig. 13.- 1682 Planetari de Huygens (Museu de Leiden)

ca.1685 - El ferrer suís Daniel Jean Richard de La Sagne (1665-1741) repara un rellotge anglès i estableix un taller de fabricació amb què posteriorment és investit com a fundador de la indústria rellotgera del Jura suís (Cantó de Neuchâtel)

1685 - A Ginebra hi ha un centenar de mestres rellotgers que donen feina a 300 treballadors amb

una producció de 5000 rellotges anuals.

1687 - Daniel Quare (1649-1724), Edward Barlow i Thomas Tompion (1639-1713), eminents rellotgers anglesos, presenten diverses patents per un mecanisme de repetició de quarts per rellotge personal que només es concedeix a Quare.

1687 - Isaac Newton (1642-1727) publica la seva gran obra *Philosophiæ naturalis principia mathematica* on dona una definició del temps com a magnitud absoluta i altres premisses que permeten explicar fets ja coneguts com la precessió dels equinoccis i els moviments irregulars de la Lluna. La seva cosmologia serà vàlida fins a Einstein

1690 - Lorenz Grassl fabrica rellotges de sol portàtils a Augsburg

1694 - El matemàtic francès Jacques Ozanam (1640 - 1717) escriu *Récréations mathématiques et physiques* on dedica un capítol a la gnomònica i on descriu un rellotge de sol portàtil de tipus caputxí (<http://cnum.cnam.fr/fSYN/8PY9.html>) (Rohr 1989)

1695 - William H. Houghton (1638-1713), soci de Thomas Tompion, i Edouard Barlow (1636-1716) patenten l'escapament de cilindre. Posteriorment aquest invent es va atribuir a George Graham (1673-1751) que era nebot de Tompion (Guye1970, p. 114)



Fig. 14.- 1695 Maqueta d'escapament de cilindre

1696 - El filòsof anglès William Derham (1657 - 1735) publica *The Artificial Clockmaker*

1700 - Els protestants alemanys adopten parcialment el calendari gregorià

efarre@uoc.edu

Bibliografia

- BARNETT, JO ELLEN (2000): *El péndulo del tiempo*. Barcelona, Ed. Península
- CHAMBERLAIN, PAUL M. (1978): *It's about time*. London: The Holland Press
- CHAPUIS, ALFRED / GÉLIS, EDOUARD (1928): *Le Monde des Automates*. (2 volumes) Paris
- COWHAM, MIKE (2011): *A dial in your poke. A book of portable sundials*. Cambridge
- DEFOSSEZ, L. (1946): *Les savants de XVII siècle et la mesure du temps*. Lausanne, Edition du Journal Suisse d'Horlogerie et de Bijouterie
- FARRÉ OLIVÉ, EDUARD (2002): *La decoración del reloj portátil*. "Arte y Hora" n. 150H32, Set-Oct, p. 6-14
- FARRÉ OLIVÉ, EDUARD (2008): *Vuelve a España el tercer reloj de Hans de Evalo*. "Antiquaria", n. 276, noviembre, portada, p. 34-40
- GUYE, SAMUEL - HENRI MICHEL (1970): *Mesures du temps et de l'espace*; Fribourg, Office du Livre
- HARRIS, DENNIS (1988): *Wrist Watches 1910-1920. An introductory study*. "Antiquarian Horology", n. 4, vol. 17, Summer, p. 357-366
- HAYARD, MICHEL (2004): *Chefs-d'oeuvre de l'horlogerie ancienne*. Collection du musée Paul-Dupuy de Toulouse. Toulouse, Ed. Mairie de Toulouse
- KARNEY, KEVIN (2009): *The Equation of Time. Early Days*. "The Compendium", desembre 2009, p. 23-29
- LIPPINCOTT, KRISTEN (2000): *El tiempo a través del tiempo*. Barcelona, Ed. Grijalbo
- MICHEL, HENRI (1966): *Les instruments des sciences*. Rhode-Sainte-Genese (Belgique): Ed. Albert de Visscher
- NEEDHAM, J. (1977): *La gran titulación*. Madrid: Alianza Editorial
- REGINALDO, RAIMON (2006): *La línea internacional del cambio de fecha*. "Ciclo de conferencias. Curso 2005-2006", Publicaciones de la Agrupación Astronómica de Sabadell, n. 4, Septiembre, p. 85-96
- ROHR, RENÉ R. J. (1986): *Les Cadran Solaires*; Strasbourg: Ed. Oberlin
- SAWYER III, FREDERICK W. (1997): *The 1996 Andrew Somerville memorial lecture*. Samuel Foster of Gresham College. "Bulletin of the British Sundial Society" 97.1, Jan, p. 2-15
- TOMA, NICOLA DE (2005): *Gli utensili*. dins: BRUSA, GIUSEPPE: *La misura del tempo*. Trento

Text i fotografies: Eduard Farré

Una cronologia de la Cronometria (XIII)

Segle XVII

Durant el segle XVIII Anglaterra domina el mercat mundial de rellotgers com a productor i com a consumidor. El puntual servei anglès de cotxes de correus fa que en aquesta nació es tingui una consciència del temps diferent a la del continent. La Revolució Industrial i el treball en fàbriques i a domicili també fomenten la dependència del rellotge. La carrera per aconseguir un rellotge capaç de mantenir l'hora exacta en alta mar i en viatges de llarga durada fomenta la creació de nous dispositius mecànics que serviran per dotar de major fiabilitat els rellotges de tota mena. Prolifera els rellotges mecànics amb indicació de l'hora solar o amb l'equació del temps així com els rellotges de sol amb indicació del temps mitjà a través dels analemes.

1701 - El matemàtic francès Antoine Parent (1666-1716) dissenya un rellotge de sol analemàtic portàtil traçat en el pla meridià (Rohr 1986, p. 123)

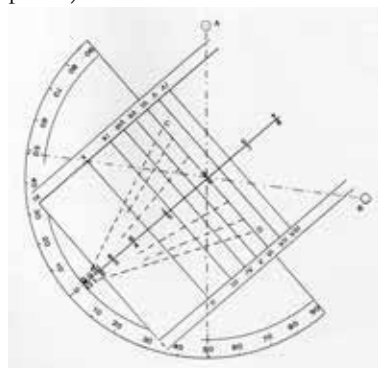


Fig. 1.- 1701 Rellotge de sol de Parent (Rohr 1986, p. 123)

1704 - El matemàtic suís Nicholas Facio (o Fatio) Di Duillier (1664-1753) conjuntament amb els rellotgers Pierre i Jacob Debaufre obtenen la patent per perforar i polir pedres dures per als coixinets de rellotge.



Fig. 2.- 1704 Rellotge del segle 18 amb coixinet de rubí (Museu de les Arts Decoratives de Barcelona-DHUB. Foto E. Farré)

1704 - Pierre Debaufre (1675-1722) inventa un escapament sense àncora per a rellotges portàtils (Brüggemann 2004)

1705 - Daniel Delander (?-1733), rellotger anglès, inventa el mecanisme de segons morts independents, fonament del cronògraf

ca.1710 - J. Rowley construeix grans planetaris i tel·luris sota la direcció del rellotger George Graham (Michel 1966, p. 100). Un d'ells el va fer per a Charles Boyle, 4rt Comte d'Orrery, del qual algunes d'aquestes màquines en prenen el nom.

1711-1721 - George Graham (1673-1751) inventa el pèndol amb compensació de temperatura de vas de mercuri i el de graella bimetal·lica (1715); aquest darrer no li va donar bons resultats

1714 - El govern anglès publica The Longitude Act, amb una escala de generoses recompenses per a qui descobreixi un mètode pràctic per determinar la longitud en el mar: 10.000 lliures amb tolerància d'un grau o 60 milles; 15.000 lliures amb tolerància de 2/3 de grau o 40 milles; 20.000 lliures amb tolerància de 1/2 grau o 30 milles en un viatge de sis setmanes a través de l'Atlàntic

1715 - George Graham desenvolupa el seu escapament de repòs per a rellotges domèstics

1716 - Henry Sully (1680-1729), rellotger anglès fundador d'una manufactura de rellotges a Versailles, presenta el seu primer cronòmetre de marina a l'Académie des Sciences de París

1717 - Julien Le Roy (1686-1759) fabrica un rellotge amb indicador de l'equació del temps

1722 - L'abat Jean d'Hautefeuille (1647-1724) inventa l'escapament d'àncora engranada a un pinyó de l'eix del volant (Defossez 1946, p. 282)

1725 - El rellotger francès Antoine Thiout (1692-1767) dissenya un rellotge mecànic que proporciona l'hora solar a través de l'equació del temps.

1725 - John Harrison (1693-1776) experimenta amb la dilatació dels metalls i construeix un nou pèndol amb compensació de temperatura bimetal·lica (pèndol de graella) amb resultats positius

1726 - John Harrison, amb el seu germà James, fan dos rellotges reguladors amb un nou i original escapament sense fricció que anomenen “de llagosta”

1727 - Meridiana de l'església de Saint Sulpice de París concebuda per Henry Sully. A la mateixa església encara se'n farà una altra l'any 1743 dissenyada per l'astrònom Le Monnier (1715-1799) i realitzada per Claude Langlois (Le Lionnais 1948, p. 14)

1727 - L'astrònom Jean-Paul Grandjean de Fouchy (1707-1788) presenta una memòria a l'Acadèmia de les Ciències sobre l'analema (Usher 1941, p. 259)

1728 - El maraja i astrònom Jai Singh II (1688-1743) construeix l'observatori de Jaipur (Índia)



Fig. 3.- 1728 Observatori astronòmic de Jaipur

1730 - Es comença a posar de moda portar el rellotge penjat a la cintura a través d'una “chatelaine”



Fig. 4.- 1730 Rellotge amb chatelaine (Museu de les Arts Decoratives de Barcelona-DHUB. Foto E. Farré)

1735 - John Harrison acaba el seu primer cronòmetre de marina, l'H1, que viatjarà en proves a Lisboa l'any següent



Fig. 5.- 1735 El cronòmetre de marina Harrison 1 (Museu i Observatori de Greenwich)

1735 - Jean-Jacques Blancpain funda a Le Brassus (Suïssa) la fàbrica de rellotges familiar que porta el seu nom

1736 - David Beringer fa a Nuremberg rellotges de sol portàtils de fusta amb paper imprès enganxat al damunt. Els més coneguts són en forma de díptic i de cub (Rohr 1986, p. 149)



Fig. 6.- 1736 Rellotge de sol de Beringuer (Museu de les Arts Decoratives de Barcelona-DHUB. Foto E. Farré)

1739 - John Harrison acaba l'H2, el seu segon cronòmetre de marina

1740 - A Ginebra hi consten 550 mestres rellotgers establerts

1741 - Antoine Thiout (1692-1767) publica el seu Traité de l'Horlogerie amb una nova versió del pèndol compensat per graella bimetàl·lica

1747 - Daniel Bernoulli (1700-1782) obté el premi de l'Académie des Sciences per una memòria sobre el millor mètode de determinar la longitud en el mar

1748 - Pierre Le Roy (1717-1785) construeix un escapament lliure de gallet (detente) (Guye 1970, p. 114)

1748 - Voltaire escriu Zadig on dona una curiosa descripció del temps en forma d'endevinalla : De totes les coses del món, quina és la més llarga i la més curta, la més ràpida i la més lenta, la més divisible i la més extensa, la més negligida i la més enyorada, sense la qual res no es pot fer? Zadig respongué que això era el temps; i afegí: Res no és més llarg ja que és la mesura de l'eternitat, ni més curt car ens falta per a tots els projectes que barrinem; res no és més ràpid per al qui té plaer, ni més lent per al qui espera; es divideix fins a l'infinit en poquesa, s'estén fins a l'infinit en grandària; tots els homes el negligeixen, tots l'enyoren en haver-lo despès i res no es pot fer sense ell. (Gomà 1988, p. 11)

1750 - Els enginyers M. Weltin i J.G. Wernle construeixen un rellotge de sol equatorial capaç de marcar els minuts

Ca.1750 - John Ellicott (1706-1772) fabrica rellotges d'equació i escapaments de cilindre.

1751 - Le Plat inventa a París un rellotge de remuntatge automàtic a través de les variacions de la pressió atmosfèrica. Jean André Lepaute (1720-1789) publica el 1755 un projecte similar i inventa l'escapament de coma (virgule)

1752 - La Gran Bretanya i les colònies americanes adopten el calendari gregorià. El parlament anglès proposa eliminar els dies del 3 al 13 de setembre

1752 - Hi ha 464 rellotgers censats a la República de Neuchâtel (Suïssa); gairebé tots a la zona de La Chaux-de-Fonds i Le Locle

1727 Meridiana de l'església de Saint Sulpice, París, concebuda per Henry Sully.

1754 - Pierre Le Roy dissenya un cronòmetre de marina amb escapament de gallet pivotant. Ferdinand Berthoud (1727-1807) patenta un cronòmetre de marina

1754 - Jean Romilly (1714-1794) inventa un nou mecanisme de segons morts (Hayard 2004, p. 396) segons la idea de Daniel Delander del 1705

1755 - Thomas Mudge (1715-1794) aplica un escapament d'àncora al seu cronòmetre de marina experimental a partir del disseny del físic suís Jakob Huber (Museu Kirschgarten, Basel).

1755 - Els rellotgers francesos Pierre-Agustin Caron (1732-1799), més tard escriptor de nom M. de Beaumarchais, i Jean Romilly es disputen l'invent de l'escapament de doble coma.

1755 - Pierre Jaquet-Droz (1721-1790), rellotger suís, construeix un rellotge de caixa amb remuntatge automàtic pel moviment d'un element bimetal·lic sensible als canvis de temperatura

1756 - El rellotger francès Jean-Antoine Lépine (1720-1814) es casa amb la germana de Caron de Beaumarchais i esdevé el seu successor en el món de la rellotgeria

1757 - John Harrison acaba l'H3, el seu tercer cronòmetre de marina

1757 - L'astrònom Lalande (1732-1807) publica un estudi sobre el rellotge de sol analemàtic de Brou (La Busca de Paper n 36 i 37). Posteriorment fa una meridiana solar a l'interior de l'Hospital Tonerre de Borgonya (Rohr 1986, p. 103)

1758 - Pierre Jaquet-Droz visita Madrid amb els seus rellotges i autòmats i ven al rei el rellotge del Pastor que actualment es conserva a la col·lecció del Patrimoni Nacional

1759 - John Harrison acaba el seu quart cronòmetre de marina H4 amb una concepció totalment diferent dels tres primers. El 1761 anirà

a Jamaica en viatge de proves amb un resultat molt positiu i el 1764, en un segon viatge de proves, mostrarà una variació de només 1 segon cada 10 dies.



Fig. 7. - 1759 El cronòmetre de marina Harrison 4 (Museu i Observatori de Greenwich)

1760 - A Ginebra hi ha 800 mestres rellotgers que donen feina a 4000 obrers

1761 - Ferdinand Berthoud acaba el seu primer cronòmetre de marina

1762 - El matemàtic holandès Eise Eisinga (1744 - 1828) publica Gnomonica o rellotges de sol construïts amb compàs i regle per la latitud de Dronrijp 53° 13' on descriu, entre d'altres, un rellotge de sol d'altura. De 1774 a 1781 va construir un gran planetari instal·lat al sostre de casa seva que encara es conserva a la ciutat de Franeker (Holanda).

1762 - Hi ha 686 rellotgers censats a la República de Neuchâtel amb una dispersió incipient cap els voltants de La Chaux-de-Fonds i Le Locle: La Sagne, La Brévine, Les Ponts Martel i Les Brenets

1764 - John Arnold (1736-1799) fa un petit rellotge amb repetició muntat en un anell per al rei Jordi III d'Anglaterra

1765 - Pierre Le Roy inventa a París el volant compensat pels canvis de temperatura i l'aplica als seus cronòmetres de marina

1767 - John i el seu fill William Harrison perfeccionen l'H4 i comencen l'H5 que acabaran el 1770

1769 - Larcum Kendall (1721-1795)

efectua una còpia de l'H4; conegut com el K1, va navegar amb el capità James Cook durant el seu segon viatge al Pacífic sud, amb un resultat excel·lent

1770 - Jean-Antoine Lépine desenvolupa el calibre que porta el seu nom, una nova disposició dels elements del rellotge consistent en subjectar els mòbils amb ponts sobre una platina base.

1770 - Abram-Louis Perrelet (1729-1826), eminent rellotger suís, inventa el rellotge portàtil (de butxaca) amb remuntatge automàtic per massa oscil·lant

ca.1770 - Pierre Jaquet-Droz construeix els cèlebres autòmats del Museu de Neuchâtel

1771 - Frédéric Japy (1749-1813), rellotger francès, funda el seu taller a Montbéliard per fabricar moviments en blanc fets a màquina en sèrie per vendre a la indústria rellotgera de Neuchâtel

1774 - Thomas Mudge fa el seu primer cronòmetre de marina.

1774 - Alexander Cumming (ca.1732-1814) inventa l'escapament de gravetat.

1774 - James Cox (?-1788) es consagra com el fabricant de rellotges amb autòmats més famosos d'Anglaterra. Exporta els seus productes majoritàriament a la Xina i construeix un rellotge que es remunta per les variacions en la pressió atmosfèrica

1775 - Els protestants alemanys adopten plenament el calendari gregorià.

1775 - John Arnold patenta el seu volant de compensació; també inventà l'espiral cilíndric i un nou escapament de gallet

1775 - Abraham Louis Breguet (1747-1823) obre el seu taller al Quai de l'Horloge de París

1776 - Jean-Moise Pouzait (1743-1793), rellotger suís, funda una es-

1784 Benjamin Franklin proposa l'avança- ment ho- rari d'es- tiu per aprofitar millor la llum natural

cola d'aprenents a Ginebra i crea l'escapament d'àncora suïssa

1777 - El francès J. H. Lambert re-inventa un rellotge de sol analemàtic d'hores homogènies, actualment conegut amb el nom de Foster-Lambert que ja havia descrit Foster el 1638 (Rohr 1986, p. 124)

Ca. 1780 - Andreas Vogler (1730-1800) fabrica rellotges de sol portàtils a Augsburg



Fig. 8.- 1780 Rellotge de sol equatorial d'Andreas Vogler

1780 - Es posa de moda portar el rellotge a l'armilla assegurat amb una cadena

1780 - Antide Janvier (1751-1835), rellotger francès, comença a fabricar rellotges complicats, d'equació, astronòmics i planetaris i publica tractats sobre les seves obres



Fig. 9.- 1780 Rellotge amb planetari d'Antide Janvier (Museu Paul Dupuy, Toulouse. Foto E. Farré)

1781-1785 - A Ginebra es produeixen 85000 rellotges anuals

1782 - El rellotger anglès James Cox s'estableix a Canton (Xina) amb el nom comercial de "Jardine"

1784 - Benjamin Franklin proposa l'avançament horari d'estiu per aprofitar millor la llum natural. El parlamentari anglès John Palmer crea un sistema de correu i viatgers en cotxe que cobreix tota Anglaterra; a partir d'aquest moment es començarà a fer necessària la unificació horària (Barnett 2000, p. 126)

1790 - John Arnold i Thomas Earnshaw (1749-1829) serveixen cronòmetres de marina assequibles i fiables en grans quantitats a la marina mercant i a la Royal Navy. S'inicien les primeres competicions a Suïssa per certificar la qualitat dels rellotges fabricats

1792 - Hi ha 3.458 rellotgers censats a la República de Neuchâtel dels quals un 25% són immigrants; ara l'expansió arriba al sud de La Chaux-de-Fonds i Le Locle cap a la Vall de Travers (Couvét, Moitiers, Fleurier) i al nord, a la Vall de Saint Imier (Renan, Saint Imier, Courtelary, Cortebert, Tramelan, Tavannes)

1792 - El 22 de setembre és la data decretada per l'inici del calendari revolucionari francès que serà vigent entre el 24 de novembre de 1793 i el 31 de desembre de 1805

1793 El govern revolucionari francès fomenta l'establiment d'una indústria rellotgera a Besançon atraient rellotgers del Jura suís i de Ginebra. A Fontainemelon (Jura suís) es comença la fabricació de moviments en blanc fets en sèrie (Landes 1983)

1795 - Breguet construeix el seu primer rellotge simpàtic, inventa el tourbillon i el rellotge de butxaca per a ser llegit al tacte.

1797 - William Pitt (el jove) decreta un impost a la Gran Bretanya sobre la tinença de rellotges, que enfonsa la indústria rellotgera britànica

ca.1800 - El rellotger alemany Leonhard Mälzel (1776-1855) inventa el metrònom i també fabrica autòmats



Fig. 10.- 1795 Rellotge Breguet de tacte (Museu de les Arts Decoratives de Barcelona-DHUB. Foto E. Farré)

Bibliografia

BRÜGGEMANN, WOLF (2004): Taschenuhren mit Hemmungen ohne Anker und vertikalen Hemmrad. "Deutsche Gesellschaft Für Chronometrie. Jahresschrift", p. 7-12

CHAMBERLAIN, PAUL M. (1978): It's about time. London: The Holland Press

DEFOSSEZ, L. (1946): Les savants de XVII siècle et la mesure du temps. Lausanne, Edition du Journal Suisse d'Horlogerie et de Bijouterie

GOMÀ, FRANCESC (1988): Antropologia del temps. Dins El Temps. Ed Fundació Caixa de Pensions, Barcelona

GUYE, SAMUEL - HENRI MICHEL (1970): Mesures du temps et de l'espace; Fribourg, Office du Livre

LANDES, DAVID S. (1983): Revolution on time. London: Harvard Univ. Press

LE LIONNAIS, FRANÇOIS et altri (1948): La mesure du temps. "L'Amour de l'Art", n. II, série 31, 32, 33. Paris

MICHEL, HENRI (1966): Les instruments des sciences. Rhode-Sainte-Genève (Belgique): Ed. Albert de Visscher

ROHR, RENÉ R. J. (1986): Les Cadran Solaires; Strasbourg: Ed. Oberlin

USHER, ABBOT P. A. (1929): History of mechanical inventions. New York, McGraw-Hill. Reed. en esp: México, Fondo de Cultura Económica, Reed. 1941

efarre@uoc.edu

Text i fotografies: Eduard Farré

Una cronologia de la Cronometria (XIV)

Segle XIX (1a part: de 1801 a 1860)

Durant la primera part del segle XIX, la Revolució Industrial, iniciada al segle anterior, comença a incidir en les empreses de fabricació de rellotges. La producció de rellotges en sèrie comença a l'Est dels Estats Units, al Jura suís i a la Selva Negra alemanya. Els cronòmetres de marina anglesos equipen els vaixells de totes les nacionalitats. La fabricació de rellotges comença a oferir rellotges barats per a tots el públics així com rellotges d'alta qualitat i precisió i els observatoris astronòmics són els encarregats de certificar la qualitat dels millors exemplars. L'electricitat comença a utilitzar-se en determinat tipus de rellotge industrial i el telègraf a servir per a la transmissió a distància de l'hora exacta, fet que acabarà facilitant la unificació horària nacional i internacional i l'establiment del temps mitjà en detriment de l'hora solar local.



Fig. 1.- 1802 Rellotge de fusta d'Eli Terry (Foto E. Farré)

1802 - Eli Terry (1772-1852) instal·la un taller a Plymouth (Connecticut, USA) per a la fabricació de rellotges de pèndol en sèrie amb màquina de fusta; als pocs anys produeix 4000 rellotges anuals (Distin 1876) (fig 1)

1805 - 31 de desembre: Napoleó aboleix el Calendari Republicà Francès vigent des del 24 d'octubre de 1793

1806 - Thomas Earnshaw guanya un premi de 3000 lliures del Board of Longitude pels seus cronòmetres de marina amb escapament de gallet i volant bimetal·lic (Bertele 1991) (fig 2)



Fig. 2.- 1806 Cronòmetre de marina d'Earnshaw (British Museum, Foto E. Farré)

1808 - William Congreve patenta el seu rellotge regulat per bola rodant (Rolling Ball Clock) (fig. 3)



Fig. 3.- 1808 Rellotge de Congreve (British Museum, Foto E. Farré)

Ca. 1810 - A Londres el fabricant Cary (ca.1780-1856) es distingeix en la fabricació de rellotges de sol de gran qualitat (fig. 4)



Fig. 4.- 1810 Rellotge de sol de Cary (Museu de l'Observatori de Greenwich. Foto E. Farré)

1812 - L'abat Giuseppe Zamboni (1776-1846) de Verona fa el primer oscil·lador elèctric que funciona per acció electrostàtica, fonament dels primers rellotges elèctrics

1819 - Jacques B. Vacheron (1787-1864) s'associa a Ginebra amb François Constantin (1787-1854) en el negoci de la rellotgeria. L'associació donarà nom a la marca Vacheron & Constantin

1820 - Thomas Prest, encarregat del taller de John Roger Arnold (ca.1770-1843), fa a Londres rellotges amb remuntatge de corona que també ven a la casa Breguet de París

Ca.- 1820 - Johann Schretteger (1764-1843) d'Augsburg segueix les passes del seu sogre Andreas Vogler en la construcció de rellotges de sol portàtils (fig. 5)

1822 - El rellotger francès Nicolas Rieussec (1781 - 1866) patenta el cronògraf de gota de tinta (Flechon 1997, p. 21)



Fig. 5.- 1820 Rellogete de sol portàtil de Schreffefer (Museu de les Arts Decoratives de Barcelona. Foto E. Farré)

1823 - La Société des Arts de Ginebra crea la primera escola permanent de rellotgeria

1823 - Antoine LeCoultre (1803-1881) és el primer a fabricar màquines per tallar pinyons; el 1849 funda la seva empresa de fabricació de rellotges, LeCoultre & Cie, que el 1925 s'associarà amb el rellotger alsacià Edmund Jaeger i a partir de 1937 sortiran al mercat amb la marca Jaeger-LeCoultre

1826 - L'abat Guyoux incorpora la corba analemàtica a un rellotge de sol amb gnòmon perforat i lectura per punt lluminós; aquesta idea fou millorada i patentada per Paul Fléchet en 1860 i 1862 (Almarcha 1917) (fig. 6)



Fig. 6.- 1826 Rellogete de gnòmon perforat de Mas Molins, Viladrau

1827 - L'empresa Vacheron & Constantin comença a experimentar amb un calibre estàndard fet totalment a màquina i amb els components intercanviables

1829 - S'inaugura l'observatori de Ginebra, en part amb l'objectiu de realitzar proves de control de quali-

tat dels rellotges suïssos

ca.1830 - L'observatori de Greenwich comença a realitzar proves de control de qualitat dels cronòmetres de marina anglesos

1832 - Auguste Agassiz obre una fàbrica de rellotges a Saint Imier (Suïssa) que, a partir de 1879, comercialitzarà la marca Longines

1837 - Cauncey Jerome (1793-1868), alumne d'Eli Terry, disposa a Bristol (Connecticut, USA) una fàbrica per fer rellotges de pèndol amb màquina de llautó; la seva producció s'estima en 40.000 rellotges anuals a un preu totalment competitiu

1837 - S'inventa el telègraf que, unit a les necessitats horàries del ferrocarril, permet la unificació horària en l'àmbit de la línia fèrria. Aquest serà el fonament per a futures unificacions horàries de més abast

1838-1840 - Alexander Bain (1810-1877) patentà un rellotge de pèndol amb manteniment electromagnètic. També inventa un telègraf d'impressió electroquímica. El 1846 transmet l'hora telegràficament entre Edimburg i Glasgow

1839 - Antoine Norbert de Patek comença a fabricar rellotges a Ginebra. El 1845 s'associa amb el rellotger Adrien Philippe (1815-1894); el 1851 aquesta societat adopta el nom i la marca de Patek Philippe

1840 - El suís Pierre-Frédéric Ingold (1787-1878), fabricant de màquines i eines per a la indústria rellotgera, intenta introduir a Anglaterra la fabricació de rellotges en sèrie amb forniture intercanviable

1842 - Matthäus Hipp (1813-1893) desenvolupa un rellotge de volant electromagnètic

1842 - Adrien Philippe inventa una nova versió del mecanisme de remuntatge per la corona

1842 - Jean-Baptiste Schwilgué (1776-1856) fa el mecanisme actu-

1826 - L'abat Guyoux incorpora la corba analemàtica a un rellotge de sol amb gnòmon perforat i lectura per punt lluminós

al del gran rellotge de la Catedral d'Estrasburg que reemplaça el que Habrecht havia fet al segle XVI (Bach 1992)

1843 - Edward Dent patentà el dipleidoscopi, un instrument òptic capaç de determinar el migdia solar amb la precisió d'uns 10 segons (fig. 7)



Fig. 7.- 1843 Dipleidoscopi de Dent

1844 - Henri-Féréol Piguet, rellotger suís empleat a la casa Nicole & Capt de Londres, desenvolupa un cronògraf amb posta a zero que Adolf Nicole patentarà a nom propi el 1862

1844 - El matemàtic i científic anglès Charles Babbage (1792-1871), un dels pares de les computadores i precursor de l'organització científica del treball (taylorisme), inventa un rellotge de fitxar mecànic (Barnett 2000, p. 148) (fig. 8)



Fig. 8.- 1844 Rellogete de fitxar (Markisches Museum, Berlin, Foto E. Farré)

1845 - Ferdinand Adolf Lange (1845-1932), rellotger alemany, funda la seva fàbrica a Glashütte

1846 - Ulysse Nardin (1823-1876), rellotger suís, funda la seva fàbrica a Le Locle

1847 - La British Railway Clearing House recomana l'adopció de l'hora de l'observatori de Greenwich a totes les companyies ferroviàries britàniques i en totes les seves estacions

1848 - Louis Brandt funda a La Chaux-de-Fonds una fàbrica de rellotges que el 1880 es trasllada a Biel-Bienne i que a partir de 1894 comercialitza els seus productes amb la marca Omega

1848 - El científic britànic Charles Wheatstone (1802-1875) patenta un rellotge de sol fonamentat en la llum polaritzada i desenvolupa altres invents relatius al telègraf i als rellotges elèctrics (fig. 9)



Fig. 9.- 1848 Rellotge de sol de Wheatstone (National Maritime Museum, Greenwich, London, Caird Collection)

ca.1850 - Achille Brocot (1817-1878), rellotger parisenc, inventa l'escapament que porta el seu nom, un altre escapament lliure i un sistema de suspensió per a pèndols

ca.1850 - El cantó suís de Neuchâtel es consolida com a primer productor mundial de rellotges mecànics amb una producció estimada de 800.000 unitats anuals. La necessitat de mà d'obra expandeix la indústria rellotgera als cantons veïns de Berna, Solothurn (Grenchen, Biel-Bienne), Friburg i Vaud (Vall del Joux, Le Sentier, Le Brassus) (Landes 1983)

1850 - Antoine LeCoultre dissenya la versió més popular del remuntatge de corona per a rellotges personals

1850 - Aaron Dennison, Samuel Curtis i Edward Howard funden la primera empresa precursora de la marca Waltham Watch Co (USA)

1851 - L'hotelier berlinès Sebastian Hensel escriu: "vols creure que l'agulla dels segons em desespera? Em fa entendre que el temps no s'atura mai. Amb l'agulla dels minuts es nota menys però aquesta infame petita cosa no para de trotar!" (Saluz 2008, p. 23)

1853 - C. F. Tissot funda la seva fàbrica a Le Locle

1854 - Jean Jacques Sedillot publica el *Traité des instruments astronomiques arabes* basat en manuscrits d'Al-Marrakushi datats de 1280 on es descriuen diferents tipus de rellotges de sol fixos i portàtils (Sedillot 1834 i 1944)

1854 - H. D. Thoreau deixa dit: Els trens van i vénen amb tanta regularitat i precisió que els camperols els utilitzen per posar en hora els rellotges (Barnett 2000, p. 125)

1854 - En els jardins del Palais Royal de París hi ha un petit canó que es dispara per la llum solar i assenyalava el migdia de manera sonora (Saluz 2008, p. 2) (fig. 10)



Fig. 10.- 1854 Canó horari (Museu de Crèdit Andorrà, Andorra, Foto E. Farré)

1855 - La majoria de rellotges públics de la Gran Bretanya s'ajusten a l'hora de Greenwich

1856 - Louis-Clément-François Breguet (1804-1883) fa un rellotge públic amb remuntatge elèctric i munta a París xarxes de distribució elèctrica de l'hora

1857 - El físic francès Jules Lissajous (1822-1880) construeix un diapàs mantingut elèctricament

1857-60 - El rellotge de Beauvais Auguste-Lucien Vérité construeix el rellotge astronòmic de l'església de Saint Jean de Besançon (Herkner 1990) (fig. 11)



Fig. 11.- 1857 Rellotge astronòmic de Besançon (Foto E. Farré)

1858 - S'inaugura l'observatori de Neuchâtel, en part amb l'objectiu de realitzar proves de control de qualitat dels rellotges

1858 - Luigi de Lucia restaura el rellotge astronòmic de la plaça de Sant Marc de Venècia i hi afegeix el mecanisme d'indicació digital (fig. 12)



Fig. 12.- 1858 Indicador digital del rellotge de Venècia

1860 - Louis-Ulysse Chopard funda la seva fàbrica a Sonvilier (Jura suís)

Bibliografia

ALMARCHA, MANUEL (1917): El reloj de sol de "Mas Molins". "Ibérica", vol. VIII, n. 202, 17/9, p. 313-317. Tortosa: Observatori de l'Ebre

BACH, HENRI - JEAN-PIERRE RIEB (1992): Les trois horloges astronomiques de la Cathédrale de Strasbourg. Strasbourg, Editions Ronald Hirlé

BARNETT, JO ELLEN (2000): El péndulo del tiempo. Barcelona, Ed. Península

BERTELE, HANS VON (1991): Marine & Pocket Chronometers. Schiffer Publ. Ltd. Pennsylvania

DISTIN, WILLIAM H. - BISHOP, ROBERT (1976): The American Clock. New York, Bonanza Books

FLECHON, DOMINIQUE (1997): Deux siècles de haute horlogerie. La montre de 1780 à 1980. Genève, Salon International de la Haute Horlogerie

HERKNER, KURT (1990): Die Astronomische Uhr der Sankt-johann-Kirche Besançon. "Deutsche Gesellschaft Für Chronometrie. Jahresschrift 1990", p. 27-35

LANDES, DAVID S. (1983): Revolution on time. London: Harvard Univ. Press

SALUZ, EDUARD C. (2008): Brève histoire de la montre de poche. Furtwangen, Deutsches Uhrenmuseum

SEDILLOT, J.J.-SEDILLOT, L.A. (1834): Traité des instruments astronomiques des Arabes. Paris. Reed. en: SEZGIN, F.: IGAIW, Frankfurt 1984

SEDILLOT, L.A. (1844): Mémoire sur les instruments astronomiques des Arabes. Paris. Reed. en: SEZGIN, F.: IGAIW, Frankfurt 1989

efarre12@xtec.cat

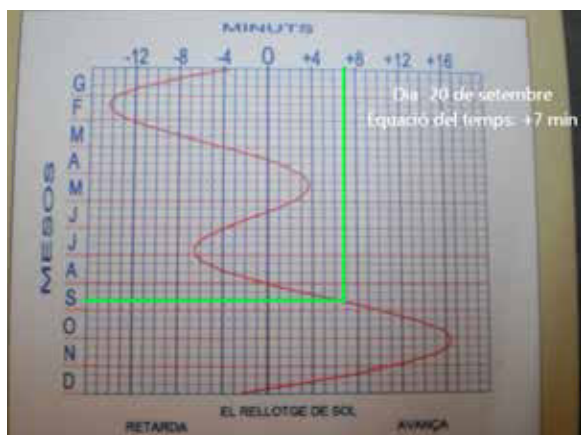
Transformador d'hores circular

Juntament amb el present número de La Busca de Paper us lliurem un Transformador d'Hores Circular, obra del nostre soci Miquel Pérez, que amablement l'ha cedit a la SCG per editar-lo com a recordatori dels 25 anys de la SCG. Es tracta d'un regle de càlcul circular que, en les vostres sortides gnomòniques, us permetrà comprovar amb comoditat el correcte funcionament dels rellotges de sol que descobriu.

Exemple d'utilització:

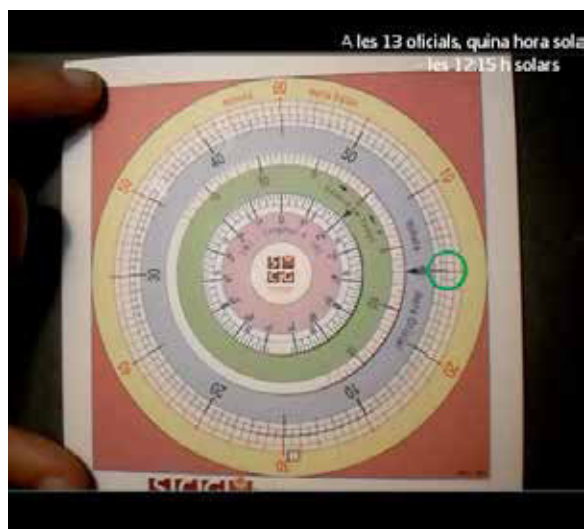
- Per a una longitud de $2^{\circ} 1,5'$
- Per al dia 20 de setembre

1. Consulteu la Taula d'equació del Temps impresa al dors del transformador.



2. Col·loqueu la fletxa negra de l'esfera de l'equació del temps coincidint amb els $2^{\circ} 1,5'$ de l'esfera de la longitud.
3. Col·loqueu la fletxa negra de l'esfera de l'hora oficial coincidint amb els +7 min de l'equació del temps del dia 20 de setembre.

4. A les 13 hores oficials, quina hora solar serà? Les 11:15 hores solars.



5. I viceversa: a les 16 hores solars, quina hora oficial serà? Doncs les 17:45 d'hora oficial

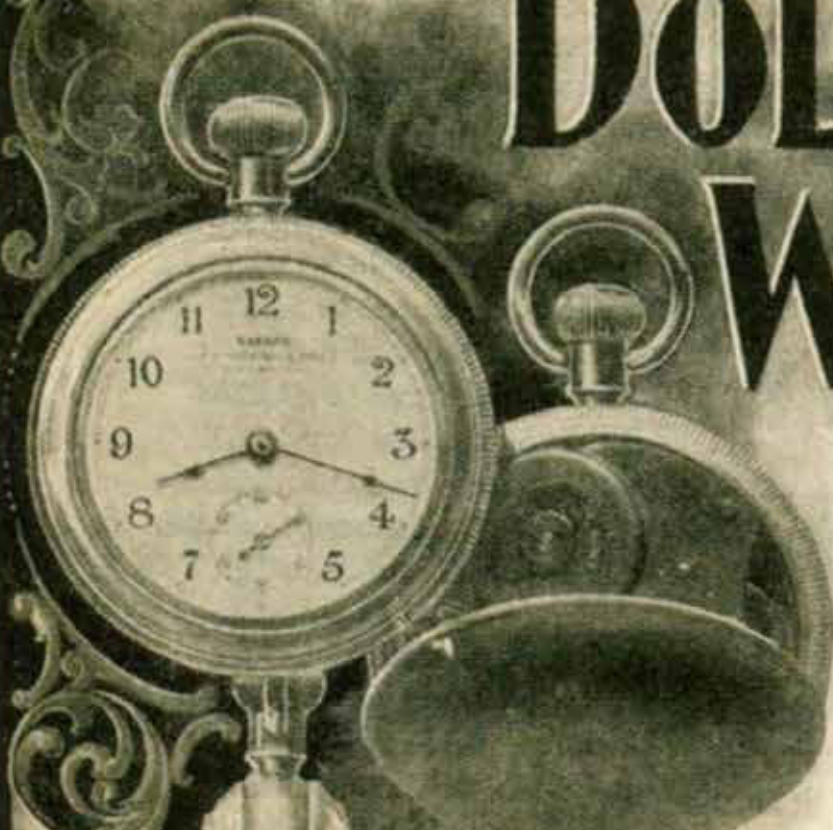
En realitat el Transformador dóna la diferència de minuts entre les dues hores però a més sempre hem de tenir en compte l'hora avançada d'hivern i les dues hores avançades d'estiu (el dia 20 de setembre es regeix per l'horari d'estiu).

Però volem posar a prova les vostres habilitats: caldrà que el muntatge el feu vosaltres mateixos.

No us rendiu! Al web de la SCG la Marina Porta ha posat un vídeo on podreu veure com n'és de fàcil muntar-lo!

Que gaudiu d'unes bones sortides gnomòniques!

THE INGERSOLL DOLLAR WATCH



Watch Economy

GLADSTONE once declared that machinery had in the past twenty-five years duplicated the energy of the entire population of the world. We believe this statement literally true. The machinery in our

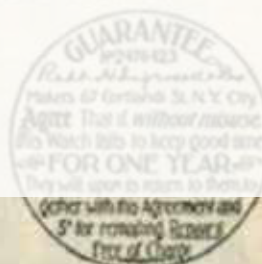
watch factory cost one million dollars, and is operated by less than one thousand men. The labor of these men would probably cost the company an army. In fact we have some single machines which actually do the work of five hundred workmen. It is not for nothing that our watches are produced in a factory probably less than four hundred, and that, in consequence, instead of charging but One Dollar for our watches, we should be compelled to charge at least Ten Dollars.

Una cronologia de la Cronometria (xv)

Text i fotografies: Eduard Farré

Sold by 10,000 dealers or \$1.00 and money
mailed postpaid by us for back if
wanted...

Address ROBT. H. INGERSOLL & BRO., Makers,
DEPT. 94, 67 CORTLANDT ST., NEW YORK.



OUTPUT - A MILLION A YEAR

Segle XIX (2a part: de 1861 a 1900)

Amb l'entrada de l'electricitat a la mesura del temps, s'inventen una sèrie de nous mecanismes per transmetre l'hora i per a la fabricació de rellotges més precisos basats en el manteniment elèctric dels tradicionals pèndol i volant. També s'inventen nous oscil·ladors com el diapasó. Els millors rellotges de sol incorporen l'analema per donar l'hora oficial a més de la solar. El rellotge portàtil abasta tota la gama econòmica que va des del més barat al més luxós passant per especialitats com el rellotge submergible. Amb l'expansió del ferrocarril, el món es va fent petit i s'unifica l'hora de les poblacions per on passa, fet que culminarà en les zones horàries, l'hora nacional i el sistema internacional de fusos horaris.

1861 - Els germans Erhard i Xaver Junghans inicien a Schramberg (Alemanya) la fabricació de rellotges de paret en sèrie a "l'estil americà", de fusta i de llautó

1864 - Es funda la fàbrica Elgin National Watch Co a Illinois (USA) successora de la National Watch Co

1866 - N. Niaudet fa el primer rellotge elèctric amb oscil·lador de diapasó (fig. 1)



Fig. 1.- 1866 - Rellotge de diapasó de Niaudet (Museu de Rellotgeria de La Chaux-de-Fonds. Foto E. Farré)

1867 - L'inventor Lloyd Miffin patenta als Estats Units un rellotge de sol amb el gnòmon en forma d'analema (fig. 2)

1868 - Georges-Frédéric Roskopf (1813-1889), rellotger alemany nacionalitzat suís, dissenya un mecanisme de baix cost per a rellotges de butxaca (Player 1942) (fig. 3)



Fig. 2.- 1867 - Gnòmon en forma d'analema. (Parque de las Ciencias, Granada. Foto E. Farré)



Fig. 3.- 1878 - Rellotge Roskopf (Museu de les Arts Decoratives de Barcelona. Foto E. Farré)

1869 - El nord-americà F. A. Jones funda una fàbrica de rellotges a Schaffhausen (Suïssa) que es comercialitzaran amb la marca IWC - *International Watch Company*

1869 - Es funda la fàbrica de rellotges Illinois a Springfield, Illinois (USA)

1870 - Es sistematitza el control de qualitat dels rellotges en els observatoris suïssos

1870 - Charles F. Dowd (1825-1904) publica *A System of National Time for Railroads* on proposa que els Estats Units i el Canadà siguin dividits en franges de 15 graus dintre de les quals regeixi la mateixa hora (Lippincot 2007, p. 45)

1870 - El rellotger alemany Matthäus Hipp (1813-1893), pioner en la mesura elèctrica del temps, fabrica rellotges amb un nou sistema elèctric per al manteniment del pèndol (Graf 2006, p. 8) (fig. 4)

1873 - 1 de gener: el Japó obre les seves fronteres, abandona el sistema d'hores desiguals i els rellotges de foliot i adopta el calendari gregorià

1873 - Jules Verne (1828-1905) publica la seva novel·la *La volta al món en 80 dies* on juga estratègicament amb la línia

del canvi de data (Farré 2002)



Fig. 4.- 1870 - Rellotge de Hipp (Uhrenmuseum de Furtwangen, Foto E. Farré)

1874 - Es funda la fàbrica de rellotges Gruen a Columbus, Ohio (USA)

1874 - Georges Piaget inicia la fabricació de rellotges a la Côte aux Fées (Jura suís)

1874 - L'astrònom francès Pierre Janssen (1824-1907) construeix la primera càmera fotogràfica comandada per un rellotge, per a estudiar en cronofotografia el trànsit del planeta Venus per davant del Sol. Va registrar 84 daguerreotips espaiats en 70 segons (Bovay 1980)

1875 - Jules Audemars i Edouard Piguet funden la seva empresa de rellotgeria a Le Brassus (Suïssa)

1875 - Joseph Bulova (1851-1936), natural de Bohèmia, funda una fàbrica de rellotges a Nova York i el 1912 obre una nova fàbrica a Biel-Bienne (Suïssa)

1875 - Kingen-Sha funda una fàbrica de rellotges de paret a Azabu, Tokio

1876 - Sanford Flemming (1827-1915) introdueix les zones horàries als Estats Units per al sistema de ferrocarrils, davant la impossibilitat d'unificar una sola hora per a tot el país

ca. 1878 - Frank Lambert (1851-1937) inventa un fonògraf i un rellotge experimental que incorpora un gramòfon de cilindre de plom per donar les hores de forma parlada (fig. 5)

1879 - Es funda la fàbrica de rellotges Waterbury (USA)

1879 - Al Japó, Tokazaburo Ohno, apre-



Fig. 5.- 1878 - Relotge parlant

nent avançat de Norichika Ohno, fa a mà la màquina i la caixa d'un rellotge de butxaca

1879 - E. J. Muybridge realitza a Palo Alto (USA) un experiment amb 24 càmeres fotogràfiques per cronometrar la cursa d'un cavall (Bovay 1980)

1880 - Els germans Pierre (1859-1906) i Jacques Curie descobreixen les propietats piezoelèctriques del quars, base dels futurs rellotges de quars

1880 - Charles F. Dowd suggereix que el sistema de zones horàries vigent als Estats Units tingui abast mundial

1880 - El rellotger suís Constant Girard inicia la producció massiva de rellotges de polsera amb destí als oficials de la marina alemanya. S'associa amb Henri Perregaux en la fundació de la marca *Girard-Perregaux*

1880 - La Gran Bretanya promulga la llei per establir la unificació horària a tot el seu territori

1881 - El rellotger suís Achille Ditesheim funda a La Chaux-de-Fonds un taller que, a partir de 1905, comercialitzarà la marca *Movado*

1883 - 18 de novembre, 12 h: en els Estats Units comença a regir l'hora dels fusos horaris. En aquell any només la Gran Bretanya, Suècia i Canadà tenien l'hora basada en el meridià de Greenwich (Barnett 2000, p. 130 i 137).

1884 - La Conferència Internacional del Meridià d'Origen (Washington) decideix que Greenwich serà la seu del meridià zero i estableix el sistema dels 24 fusos horaris i la línia internacional del



Fig. 6.- 1884 - Un dels equips que s'han usat a l'observatori de Greenwich per distribuir l'hora GMT (Science Museum, Londres. Foto E. Farré)

canvi de data (Graf 2006, p. 22) (fig. 6)

1884 - El rellotger suís Léon Breitling obre la seva fàbrica a La Chaux-de-Fonds

1885 - Es funda la fàbrica *Waltham* a Waltham, Massachusetts (USA)

ca.1885 - Yujiro Narako funda una fàbrica de rellotges de paret a Aichi (Japó)

1887 - Al Japó, Jisei-sha i Ichibei Hayashi funden una fàbrica de rellotges de paret que esdevindrà la factoria *Hayashi Tokei*

1888 - El joier parisenc Louis-François Cartier (1819-1904) comença a dissenyar rellotges de gran categoria artística, entre els quals es faran famosos els anomenats "rellotges misteriosos" (fig. 7)



Fig. 7.- 1888 - Rellotge misteriosos de Cartier

1888 - F. Reitzner descobreix unes substàncies amb unes propietats òptiques que O. Lehmann designarà amb el nom de cristalls líquids, base de les futures pantalles dels rellotges electrònics digitals.

ca.1890 - Sigmund Riefler (1847-1912), constructor alemany de rellotges d'alta precisió, inventa un escapament que porta el seu nom i un pèndol de compensació de mercuri que tanca en una càpsula al buit per evitar el fregament del pèndol amb l'aire (fig. 8)



Fig. 8.- 1890 - Rellotge de Riefler

ca.1890 - Bahne Bonniksen (1859-1935), rellotger danès establert a Londres, inventa el carrousel, un escapament giratori similar al tourbillon però de rotació més lenta

1892 - Robert Ingersoll dissenya un rellotge de butxaca de baix preu per al mercat dels Estats Units (fig. 9)



Fig. 9.-1892 - Anunci de la marca Ingersoll (Saluz 2008, p. 35)

1892 - Es funda la fàbrica Hamilton a Lancaster, Pennsylvania (USA)

ca.1890 - El filòsof M. J. Lagrange (1855-1938) segueix en la línia de Sant Agustí quan parla de la definició del temps: *Si vostè sap el que és, parlem-ne, si no, deixem-ho córrer* (Cardús 1985, p. 29)

1893 - Herbert G. Wells (1866-1946) publica la novel·la futurista *La màquina del temps*

1894 - Al Japó, la Osaka Tokei Manufacturing Company, amb l'ajut d'una empresa americana, comença a fabricar rellotges de butxaca amb escapament d'ancora en quantitats de diversos centenars al mes

1897 - Henry Guye (Vouvrey, França) patenta un rellotge amb caixa impermeable protegida amb juntes de goma en totes les seves obertures (Flechon 1997, p. 74)

1899 - L'inventor suís René Thury (1860-1938) posa a punt la distribució de l'hora elèctricament per petits motors síncrons

1899 - L'italià Guglielmo Marconi (1874-1937) inventa la telegrafia sense fils; pocs anys més tard l'hora exacta es transmetrà per radio

Eduard Farré és professor de Relotgeria de l'IES La Mercè de Barcelona, i actual vicepresident de la SCG

efarre@uoc.edu

Bibliografia

CARDÚS ROS, SALVADOR (1985): *Saber el temps. El calendari i la seva significació en la societat moderna*; Barcelona: Ed Altafulla BEF

FARRÉ OLIVÉ, EDUARD (2002): *Primus circumdedisti me. El día que perdió Elcano lo recuperó Fogg*. "Analema" n. 36, set-dic 2002, p. 20

FLECHON, DOMINIQUE (1997): *Deux siècles de haute horlogerie. La montre de 1780 à 1980*. Genève, Salon International de la Haute Horlogerie

GRAF, JOHANNES (2006): *Les temps modernes. La mesure du temps entre passé et présent*. Furtwangen, Deutsches Uhrenmuseum

LIPPINCOTT, KRISTEN (2007): *A guide to the Royal Observatory, Greenwich*. London, Greenwich, Royal Observatory

PLAYER, J. W. (1942): *The story of the Roskopf watch*. "Horological Journal", n. 4, p. 82-83

SALUZ, EDUARD C. (2008): *Brève histoire de la montre de poche*. Furtwangen, Deutsches Uhrenmuseum

Per a navegants

Shadows Pro



François Blateyron és conegut arreu com el "pare" del programa Shadows. Concebut i desenvolupat per aquest membre de la CCS /SAF, a través de molts anys de feina i hores de dedicació, aquest programa ofereix un ajut remarcable per al càlcul

i disseny de tot tipus de rellotges de sol (verticals, declinants, equatorials, horitzontals, polars...) i astrolabis, així com ajuda en línia, il·lustracions, fotografies, i un vídeo de demostració.

Tanmateix, el seu web també mereix ser visitat per altres continguts: A part dels capítols descriptius sobre què és un rellotge de sol o un astrolabi, o el dedicat a Astronomia, us recomanem les fotografies de rellotges de sol de diferents ciutats i Departaments francesos, i de diverses ciutats del món. Com a curiositats, destaquem a) una selecció de fotografies de grans rellotges de sol que es poden veure en imatges preses des del cel, com ara a Google Earth, b) la pàgina que identifica pel·lícules, sèries de TV, etc., on es poden veure rellotges de sol (a vegades amb divertits errors).

Llengües:

Programa Shadows: Francès, anglès, espanyol, italià

Resta web: Francès i anglès

Molt recomanable.

<http://www.shadowspro.com/en/index.html>

Una cronologia de la Cronometria (xvi)

Eduard Farré

Fig. 1.- Rellotge d'autòmats públic de Viena (Foto E. Farré)

SEGLE XX (1a part 1901-1960)

Mentre s'expandeix l'ús de l'electricitat en la mesura del temps, l'hora exacta es transmet per ràdio i es construeixen rellotges en què l'electricitat és fonamental per la seva precisió. El rellotge de quars i el rellotge atòmic posen en evidència la irregularitat del gir de la Terra i la desbanquen com a patró de temps. Es fabriquen rellotges personals per milions i per a totes les capacitats econòmiques. En el camp del rellotge de sol es produeixen noves idees revolucionàries i creatives.

1905 - Albert Einstein (1879-1955) proposa abandonar la idea d'un temps absolut. Més tard concreta aquesta idea en la Teoria de la Relativitat (1916), formula les bases teòriques dels futurs rellotges atòmics: l'emissió estimulada de radiacions i defineix el temps com una magnitud associada amb la velocitat i amb l'espai (l'espai-temps)

1905 - Hans Wildorf (1881-1960) rellotger de Baviera, funda a Londres la companyia Wildorf & Davies que l'any 1919

es trasllada a Ginebra i, a partir de 1927, comercialitza la marca Rolex

1905 - Es comencen a transmetre senyals horaris via radio als vaixells; el cronòmetre de marina troba un complement que acabarà essent el seu substitut

1907 - William Willet (1856-1915), constructor de rellotges de Chelsea, proposa un avançament horari estival de 80 minuts per aprofitar millor la llum natural

1910 - El Bureau des Longitudes comença a emetre senyals horaris radiofònics des de la torre Eiffel

1911 - El pintor i escultor modernista Franz von Matsch (1861-1942) dissenya el rellotge públic amb autòmats de Viena anomenat Der Anker (Fassbender 1990) (Fig. 1)

ca.1912 - A les acaballes de la era Meiji (1867-1912) hi havia més de 20 fàbriques al Japó que fabricaven prop de 4 milions de rellotges de butxaca a l'any

1912 - Conferència Internacional de l'Hora Radiotelegràfica. Fundació del

Bureau International de l'Heure (BIH) a l'Observatori de París (Oliver 2010, p. 168)

1916 - Alemanya aplica l'avançament horari d'estiu per aprofitar millor la llum del dia

1918 - Rússia adopta el calendari gregorià suprimint els dies 1 al 13 de febrer (Zavelski 1990, p. 15)

1918 - L'empresa familiar Baume, fa-



Fig. 2.- Bull-Clock

bricants de rellotges des de 1830 al Jura suís, s'associen amb el joier ginebrí Paul Mercier i funden la marca Baume & Mercier

1918 - L'empresa Bull-Clock (USA) patenta el seu rellotge de pèndol impulsat electromagnèticament (fig. 2)

1919 - El nord-americà Progor de Bogory patenta un original rellotge de sol esfèric (fig. 3)

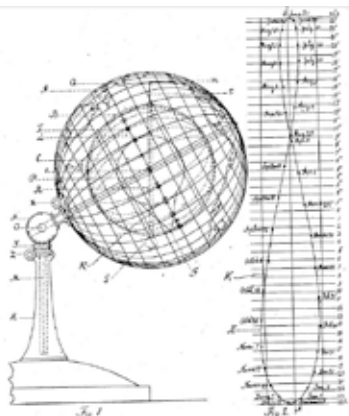


Fig. 3.- Projecte de rellotge de sol esfèric de Progor de Bogory

ca.1920 - Al Japó es comencen a fabricar rellotges de polsera

1921 - L'enginyer de ferrocarrils britànic W. H. Shortt i el rellotger F. Hope-Jones (1867-1950) inventen un rellotge de pèndol lliure de molt alta precisió

1921 - Fundació del Laboratoire Suisse de Recherches Horlogères (LSRH)

1922 - L'alemany Hugo Michnik descriu per primera vegada un rellotge de sol bifilar en què l'hora la senyala la intersecció de dues ombres (Michnik 1922) (vegeu exemple de bifilar a fig. 4)



Fig. 4.- Rellotge bifilar. Platja del Bogatell. Barcelona (Foto E. Farré)

1924 - Fundació de la Fédération Suisse des Associations de Fabricants d'Horlogerie (més tard Fédération Horlogère o FH) que aplega els fabricants i comerciants de rellotges acabats

1926 - Fundació del trust Ebauches SA per unir els fabricants suïssos de meca-

nismes de rellotge en brut (per acabar a les marques)

1927 - Creació de la UBAH (Union des Branches Annexes de l'Horlogerie) pels fabricants suïssos de peces accessorïes (robís, esferes, agulles)

1928 - J. W. Horton y W. A. Marrison fan als Estats Units el primer rellotge regulat per la vibració d'un cristall de quars



Fig. 5.- Primitiu rellotge de quars. Museu de Rellotgeria de La Chaux-de-Fonds, Suïssa (Foto E. Farré)

1928 - La fàbrica suïssa LeCoultre treu al mercat el rellotge de taula Atmos, de remuntatge per les variacions de temperatura, a partir d'un disseny tècnic de M. J. Reutter (fig. 6)



Fig. 6.- Rellotge de taula Atmos (Foto E. Farré)

1930 - El rellotger anglès John Harwood patenta el seu rellotge automàtic de polsera (fig. 7)

1930 - A Rússia es decreta la setmana laboral de 5 dies formada per quatre dies laborals i un de descans. Les empreses havien de funcionar constantment i els treballadors estaven organitzats en cinc grups que tenien el descans en dies successius. Aquesta norma es va reformar l'1 de desembre de 1931 transformant-la en una setmana de sis dies amb el dia de descans comú. El 1940 es va restablir



Fig. 7.- Rellotge de polsera automàtic Harwood (Foto E. Farré)

la setmana de set dies (Zavelski 1990, p. 21)

1931 - El govern federal suís crea el superholding ASUAG (Allgemeine Schweizerische Uhrenindustrie AG) per fer front a la crisi que arrossegava el sector rellotger

1932 - Patek Philippe fa el rellotge de butxaca més complicat mai fet per al magnat americà Henry Graves Jr (fig. 8)



Fig. 8.- Rellotge Patek Philippe fet per encàrrec de H. Graves

1934 - El rellotge de quars detecta les variacions de la rotació de la terra

1937 - El francès Julien Guadet patenta un original rellotge de sol equatorial de precisió (fig. 9)

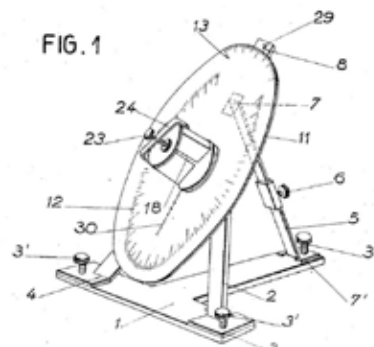


Fig. 9.- Projecte de rellotge de sol equatorial de J Guadet

1939 - Lorenzo del Riccio (Los Angeles, USA) inventa la fotografia contínua en línia de meta, anomenada photofinish que, a partir dels Jocs Olímpics de Lon-

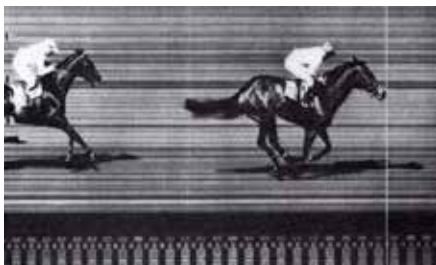


Fig. 10.- Fotografia contínua en la línia de meta d'una carrera de cavalls

dres (1948), s'aplicarà en cronometria esportiva (Bovay 1980) (fig. 10)

1940 - Rússia adopta de nou el calendari gregorià després d'un parèntesi que va començar el 1930

1942 - Joakim Lehmkuhl funda la companyia United States Time Co, amb les restes de la Waterbury Watch Co, per a la producció de rellotges de polsera de baix cost. Sota la marca Timex i amb la filosofia d'usar i llençar són rebutjats per les rellotgeries i s'hauran de vendre en altres tipus de comerç (ferreteries, droguers, supermercats...)

1942-1945 - Durant la Segona Guerra Mundial, els Estats Units i el Regne Unit avancen l'horari d'estiu per aprofitar millor la llum natural

1946 - El Japó de la postguerra reprèn la fabricació de rellotges amb una producció estimada de 700.000 unitats anuals

1948 - H. Lyons fa el primer rellotge atòmic en base a la molècula d'amoniac (fig. 11)



Fig. 11.- H. Lyons (a la dreta) fotografiat davant el primer rellotge atòmic al gener de 1949

1948 - Suïssa fa el primer rellotge de quars i crea l'empresa Oscilloquartz SA

1949 - La Xina adopta el calendari gregorià

1952 - Els enginyers de Lip (França) i Elgin (USA) col·laboren per treure al mercat el primer rellotge de polsera elèctric amb oscil·lador de volant motriu

1953 - El rellotger suís Max Hetzel de-

velopa i patentava el rellotge de polsera amb oscil·lador de diapasó per a la marca Bulova (fig. 12)



Fig. 12.- Rellotge de diapasó Bulova Accutron

1953 - L'empresa Ato fundada pel francès Léon Hatot (1883-1953) patentava un rellotge de polsera amb circuit transistoritzat

1955 - L. Essen i J. V. L. Parry desenvolupen a Teddington (GB) el primer rellotge atòmic regulat per la vibració dels àtoms de cesi. La seva imprecisió es quantifica en 1 segon en 3.000 anys (fig. 13)



Fig. 13.- El primer rellotge atòmic de cesi. Science Museum, Londres (Foto E. Farré)

1960 - Jacques Piccard baixa a la fosa de les Marianes amb el batiscaf Trieste i un rellotge Rolex fixat a la part exterior de la nau (Flechon 1997, p. 69)

1960 - Timex, amb la fórmula d'usar i llençar, assoleix un volum de vendes de 8.000.000 rellotges anuals abastant el 30% del mercat nord-americà (Landes 1983)

1960 - N. Ramsey, M. Goldenberg i D. Kleppner fan el primer rellotge atòmic amb maser d'hidrogen que ha de superar la precisió del de cesi

Bibliografia

BOVAY, J.P. (1980): Historia del photofinish. Bienne: Ed Omega

FASSBENDER, PETER (1990): Der Anker und seine Kunstuhr in Wien. "Deutsche Gesellschaft Für Chronometrie. Jahresschrift 1990", p. 109-113

FLECHON, DOMINIQUE (1997): Deux siècles de haute horlogerie. La montre de 1780 à 1980. Geneve, Salon International de la Haute Horlogerie

LANDES, DAVID S. (1983): Revolution on time. London: Harvard Univ. Press

MICHNIK, H. (1922): Theorie einer Bifilar-Sonnenuhr. "Astronomische Nachrichten", 217 (n. 5190), p.81-90

OLIVER, JOSEP M. (2010): Astronomía mundial. Ciclo de conferencias curso 2009-2009. Agrupación Astronómica de Sabadell

ZAVELSKI, F. (1990): Tiempo y su medición. Ed. Mir, Moscou

Eduard Farré és professor de Rellotgeria de l'IES La Mercè de Barcelona, i actual vicepresident de la SCG

efarre12@xtec.cat

Fons documental de la SCG

Protocol de consulta i préstec

El fons documental de la SCG es troba dipositat en el Departament de Rellotgeria de l'Institut La Mercè, carrer Motors n. 122, 08040 Barcelona, i és disponible només per als socis de la Societat Catalana de Gnomònica.

Es pot consultar el llistat de les obres a la pàgina d'inici del web de la SCG > La Societat > Fons documental

Per a consultes i préstecs cal enviar prèviament un correu a scg@gnomonica.cat

Una cronologia de la Cronometria (i xvii)

Eduard Farré

Fig. 8.- Zenitògraf realitzat pel professor Joan Girbau l'any 2010 (Foto J. Girbau)

SEGLE XX-XXI (1961-2014)

Mentre s'expandeix l'ús de l'electricitat El rellotge amb oscil·lador de quars desbanca definitivament el rellotge de sol com a patró de temps en posar en evidència les irregularitats en el gir de la Terra i la fluctuació del seu eix. El rellotge atòmic sanciona aquesta dicotomia en constituir-se en el patró de la unitat de temps i d'espai i contribueix a demostrar la Relativitat del Temps postulada per Einstein. S'intercalen segons addicionals en el còmput del temps atòmic per mantenir la precisió dels rellotges d'acord amb les irregularitats del gir de la Terra. Suïssa cedeix la seva hegemonia en la producció de rellotges en favor dels constructors americans i asiàtics mentre manté el seu prestigi en la fabricació de rellotges de gran qualitat i amb grans complicacions mecàniques. La matemàtica és font d'inspiració per als innovadors en el disseny de rellotges de sol. La precisió en la mesura del temps recau en els rellotges atòmics en constant evolució. D'ells depenen actualment moltes aplicacions fonamentals com l'elabora-

ció i distribució de l'hora exacta, la mesura del metre, la sincronia dels senyals de geo-posicionament (GPS), la recerca en radioastronomia, etc.

1961 - La producció estimada de rellotges japonesos assoleix la xifra de 1,7 milions d'unitats anuals

1962 - La Fédération Horlogère (FH), la Chambre Suisse d'Horlogerie (CSH) i ASUAG funden el Centre Electronique Horloger (CEH) de Neuchâtel per al disseny i construcció de mòduls electrònics complets (quars i circuit integrat)

1963 - L'enginyer Josep Maria Cots Masana fa el rellotge de sol helicoidal



Fig. 1.- El rellotge de sol helicoidal de Cots en el seu emplaçament original (Foto E. Farré)

de Les Basses d'Alpocat (Lleida) amb un disseny molt innovador. Actualment aquest rellotge es troba en els Camps Elisis, al barri de Cappont (SCG inv. n. 2881) (fig. 1)

1964 - Creació del Centredoc: centre de documentació científica i tècnica de la indústria rellotgera suïssa

1965 - Suïssa toca sostre en el seu rècord d'empreses de rellotgeria (2332); a partir d'ara aquest nombre no farà altra cosa que disminuir (500 empreses el 1982)

1966 - L'empresa suïssa Ebauches SA treu el rellotge de polsera electrònic Dynotron amb oscil·lador de volant-espiral motriu i circuit transistoritzat

1967 - Un consorci internacional (Philips, Brown Boveri, FH...) funden l'empresa Faselec a Zurich per dissenyar i fabricar microcircuitos electrònics per a la rellotgeria

1967 - La 13a Conferència Internacional de Pesos i Mesures promulga una nova definició del segon com la durada de 9 192 631 770 períodes de la radiació

corresponent a dos nivells hiperfins de l'estat fonamental de l'àtom de cesi 133

1967 – L'enginyer alemany Wolfgang Hilbert (1932) patenta un rellotge capaç de mantenir-se en hora exacta a través de la recepció de senyals de ràdio generades a partir d'un rellotge atòmic (Graf 2006, p. 37) (fig. 2)



Fig. 2.- Rellotge radio controlat de 1979 (Foto: Deutsches Uhrenmuseum, Inv. 2004-163)

1968 – L'empresa japonesa Seiko treu al mercat el seu primer rellotge electrònic

1969 - Neil Armstrong (1930-2012) és el primer humà en arribar a la Lluna; a la tornada, en la seva visita al primer ministre anglès, retrà homenatge al rellotger John Harrison com a constructor del primer cronòmetre de la longitud (Barnett 2000, p. 123)

1969 - Hamilton Watch Co (USA) s'associa amb Electro-Data per treure el Pulsar, primer rellotge totalment electrònic de quars amb indicació digital per díodes electroluminescents (LED) (fig. 3)

1969 - Ebauches SA compta amb la col-



Fig. 3.- Rellotge digital Pulsar LED

laboració de Hughes Aircraft (USA) per a la fabricació de circuits integrats a la seva fàbrica EEM de Marin (Neuchâtel, Suïssa)

1969 - Ebauches SA treu a Suïssa el rellotge de polsera de diapasó compensat MOSABA (contracció de MOUvement SAns BALancier)

1970 - Omega fabrica un rellotge de quars de polsera analògic amb el suport tècnic de l'Institut Battelle de Ginebra amb un quars de 2,4 Mhz i motor pas a pas

1970 - El CEH (Neuchâtel) treu el calibre Beta 21; un rellotge de polsera de quars analògic amb motor de làmina vibrant

1971 - La 14a Conferència Internacional de Pesos i Mesures adopta la resolució relativa a l'escala de Temps Atòmic Internacional

1971 - Els físics J. Hafele i R Keating demostren el retard en el temps predit per la Teoria de la Relativitat d'Einstein en posar dos rellotges atòmics en sengles avions i comparar el seu temps amb el d'un rellotge atòmic estacionari de referència (Tarrach 1988, p. 71) (fig. 4)



Fig. 4.- Rellotge atòmic transportable HP 5061A

1971 - L'Església Ortodoxa d'Orient rebutja novament adoptar el calendari gregorià

1972 - Es decideix intercalar o suprimir algun segon de temps atòmic quan sigui necessari per mantenir sincronitzats els rellotges amb el gir de la Terra

1972 – L'empresa americana Timex controla el 45% del mercat nord-americà i s'instal·la a Besançon (França) amb la fabricació de la marca Kelton destinada al mercat europeu i amb la filosofia d'usar i llençar

1972 - Ebauches SA i Longines associats amb Texas Instruments (USA) treuen un rellotge de polsera amb indicador permanent de cristalls líquids (LCD)

1974 - Ness Time (USA) treu el primer rellotge de polsera digital amb indicadors LED i cèl·lules fotoelèctriques per a la càrrega de l'acumulador

1975 - Seiko treu el primer rellotge de polsera electrònic amb indicadors de cristall líquid (LCD) amb calendari, cronògraf i il·luminació de la pantalla

1975 - Omega (SSIH-Bienne) crea el

model Albatros, primer rellotge de polsera híbrid, analògic per a l'hora i digital amb indicadors LCD per al cronògraf a 1/100s

1978 - J. G. Freeman inventa un rellotge de sol independent de la latitud amb el gnòmon en forma de corba esteroide (Freeman 1978) (fig. 5)

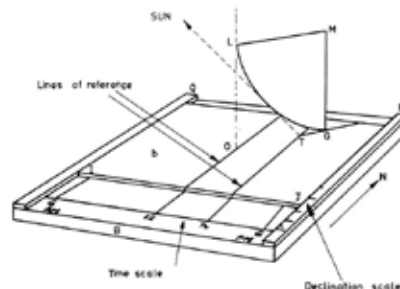


Fig. 5.- Esquema del rellotge de sol de Freeman (Freeman 1978, p. 70)

1979 - El Japó se situa com a principal productor mundial de rellotges amb la fabricació de 59,7 milions de rellotges de polsera i butxaca i 43,5 milions de despertadors i rellotges de paret

1980 - El filòsof Jankélévitch dona una nova indefinició del temps: El temps és comparable a l'essència; invisible com ella, com ella inaparent. El temps és alhora controvertit i innegable, i aquesta contradicció en fa un objecte privilegiat de desconeixement i una font inexhaurible de malentesos (Cardús 1985, p. 28)

1980 - Jacques Muller, enginyer en cap d'ETA SA concep el Swatch (contracció de Second Watch o de Swiss Watch, segons altres fonts) amb la filosofia d'un rellotge barat i informal, per treure la fàbrica de la crisi i competir amb els fabricants orientals de rellotges electrònics de baix preu (fig. 6)



Fig. 6.- Rellotge Swatch

1983 - La resolució núm. 1 de la 17a Conferència General de Pesos i Mesures defineix el metre com la longitud que recorre la llum en el buit en un interval de temps d'1/299 792 458 segons

1988 - Stephen Hawking publica Història del temps. Del big-bang als forats negres amb nous conceptes respecte del comportament del temps en el nostre univers

1988 - J. A. F. Rijk inventa un nou rellotge de sol independent de la latitud basat en el de Freeman de 1978 (Rijk 1991)

1988 - Fundació de la Societat Catalana de Gnomònica

1989 - Fundació de la British Sundial Society

1989 - El científic, poeta i dissenyador danès Piet Hein (1905-1996) crea el rellotge de sol helicoidal que anomenà Helix Helios i que va instal·lar als jardins d'Egeskov (Dinamarca) (fig. 7)



Fig. 7.- Rellotge de sol de Piet Hein

1991 - L'enginyer de camins espanyol Miguel Angel Hacar (-2008) perfecciona el rellotge de sol bifilar fent-lo extensiu a fils de qualsevol curvatura, entre altres els de perfil catenari (Hacar 1991)

1994 - Fundació de la North American Sundial Society

1997 - El gnomonista de Madrid Javier Moreno Bores publica un article on proposa l'ús d'un gnòmon cònic que serveix per indicar les hores Babilòniques i Itàliques en un rellotge de Sol horitzontal o inclinat (Moreno 1997)

1998 - Siegfried Wetzel descriu el zenitògraf solar, un rellotge de sol en què el nodus del gnòmon assenyalava el punt de la Terra on el Sol es troba al zenit (Wetzel 1998). Veure figura 8 a l'encapçalament d'aquest article.

1999 - Mario Catamo i Cesare Lucarini descriuen el rellotge de sol de difracció (Catamo-Lucarini 1999)

2000 - Fundació de la Societat Gnomònica Japonesa

Segle XXI

2001 - Carlo Heller treu al mercat un innovador rellotge de sol de reflexió amb quadrant esfèric i zenitògraf (fig. 9)



Fig. 9.- Rellotge de sol de Heller

2004 - A Suïssa es construeix el FOCS 1, un nou rellotge atòmic de font de cesi que dona una precisió d'un segon en 30 milions d'anys

2012 - El 23 de desembre finalitza una etapa del cicle de compte llarg de la cultura maia que va començar l'any 3114aC

2013 - El gnomonista de Barcelona Miquel Pérez Compte perfecciona el gnòmon cònic per indicar les hores babilòniques i itàliques a partir de la idea de Javier Moreno de l'any 1997 (Pérez 2013) (fig. 10)

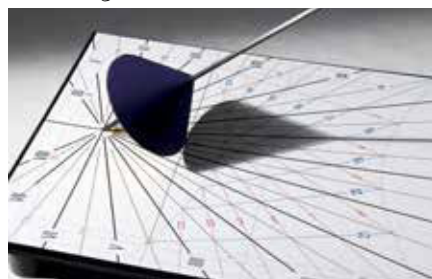


Fig. 10.- Rellotge de sol d'hores babilòniques i itàliques amb gnòmon cònic (Foto M. Pérez)

2014 - abril, als Estats Units, al National Institute of Standards and Technology (NIST), entra en servei el NIST-F2, un nou model de rellotge atòmic de font de cesi que ofereix una precisió d'un segon en 300 milions d'anys (fig. 11)



Fig. 11.- Rellotge atòmic NIST-F2 (Foto NIST)

Bibliografia

BARNETT, JO ELLEN (2000): El péndulo del tiempo. Barcelona, Ed. Península

CARDÚS ROS, SALVADOR (1985): Saber el temps. El calendari i la seva significació en la societat moderna; Barcelona: Ed Altafulla

CATAMO, MARIO - LUCARINI, CESARE (1999): Light as shadow. Sundials without gnomons. "The Compendium", september, p 19-23

FREEMAN, J.G. (1978): A latitude independent sundial. "Journal of The Royal Astronomical Society of Canada", vol. 72, n. 2, p. 69-80. Rep.: "Bulletin of the British Sundial Society", n. 91.1, febr, p 18-28

GRAF, JOHANNES (2006): Les temps modernes. La mesure du temps entre passé et présent. Furtwangen, Deutsches Uhrenmuseum

HACAR, MIGUEL ANGEL (1991): Relojes de sol bifilares. "Analema", n. 2, p. 16-19

MORENO BORES, JAVIER (1997): Un nuevo reloj de horas itálicas y babilónicas con gnomon cónico. "Analema", n. 19, p. 3. Enero - Abril. Reed.: A new family of sundials with conical gnomon. "The Compendium", vol 5, n2 - 1998

PÉREZ COMTE, MIQUEL (2013): Proposta de modificació en un gnòmon cònic per a hores Itàliques i Babilòniques. "La busca de Paper", n. 76, p. 26-28

RIJK, J.A. F. (1991): A new latitude independant sundial. "Bulletin of the British Sundial Society", n. 91.3, oct, p 37-40

SAFRANSKI, RUDOLF (2011): Sobre el temps. Barcelona, CCCB

TARRACH, ROLF - WAGENSBERG, J. (1988): El temps. Cicle de conferències. Museu de la Ciència. Barcelona: Fundació Caixa de Pensions

WETZEL, SIEGFRIED (1998): Sonnenuhren mit zusätzlicher Weltkarte auf dem Zifferblatt. "Schriften der Freunde Alter Uhren"

Eduard Farré és professor de Rellotgeria de l'IES La Mercè de Barcelona, i actual vicepresident de la SCC

efarre12@xtec.cat