

ANALEMA

BOLETIN DE LA ASOCIACION DE
AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL

SUMARIO

- 1 EDITORIAL Editor
- 2 EL "LIBRO DE RELOGES SOLARES"
de PEDRO ROIZ (1576) M. Lombardero
- 10 EL RELOJ SOLAR DE LA ESCUELA NAUTICO -
PESQUERA DE PALMA DE MALLORCA R. Soler
- 12 TEORIA DE LOS PLANOS PARALELOS A. De Vicente
- 15 SOLUCION AL "PROBLEMA DE FRITZ" L. Hidalgo
- 16 RESEÑA DE PUBLICACIONES..... Redacción
- 17 LITERATURA Y GNOMONICA J. Del Buey y N. Marquet
- 18 PROGRAMA PARA EL CALCULO DE
LA DECLINACION DE UN MURO J. De La Calle
- 20 NOTAS Y COMENTARIOS..... Redacción
- 22 RESUMEN DE LOS ARTICULOS PUBLICADOS
EN ESTE BOLETIN Editor
- 24 ABSTRACTS Redacción
- 25 EFEMERIDES PARA 1993 M. M. Valdés

La Asociación de Amigos de los Relojes de Sol ha sido creada en Abril de 1988. Figura en el Registro Nacional de Asociaciones con el N° 18.865 y N P 8.747. Su Junta Directiva está formada por: PRESIDENTE Luis Hidalgo Velayos. VICEPRESIDENTE: Jacinto Del Buey Pérez. TESORERO: Jaime Velilla Moros. SECRETARIO: Manuel Lombardero Soto. VOCALES: Jesus de la Calle Montes. Juan José Caurcel Moran . M. Angel Hacar Benitez. Manuel M. Valdés Carracedo. SOCIOS de HONOR: Rafael Portaencasa Baeza - Manuel Arroyo Varela- José Luis Basanta Campos - Rafael Soler Gayá

La Asociación constituye una entidad no lucrativa cuyos fines son el desarrollo y fomento de los estudios históricos, geográficos y matemáticos relacionados con la promoción y difusión de los conocimientos relativos al cálculo, trazado, construcción y emplazamiento de Relojes de Sol y otros instrumentos astronómicos y topográficos análogos

Para el cumplimiento de estos fines se celebran reuniones periódicas y se mantienen contactos con otras Asociaciones o Entidades semejantes. Ofrece a sus asociados los siguientes servicios

- Información Bibliográfica: Fondo informatizado con más de 2000 entradas referentes a Gnomonica y temas análogos
- Cálculo y trazado de relojes solares a petición de cualquier asociado, o entidad pública o privada
- Traducción y revisión de artículos de revistas de esta especialidad o de publicaciones de especial interés.
- Asesoramiento para la construcción o reparación de relojes solares o instrumentos semejantes. Comprobación y datación de cuadrantes y relojes antiguos

Estos servicios son prestados por la Asociación a título gratuito,- o en casos especiales a coste estricto-, a las personas o entidades presentadas por algun Socio. En todo caso los servicios de asesoramiento son totalmente gratuitos para los organismos culturales que así lo soliciten

Para obtener la condición de Asociado es necesario, de acuerdo con los Estatutos, la presentación por dos Socios de la persona interesada y su admisión por la Junta de Gobierno. La cuantía de su aportación en concepto de cuota anual es fijada libremente por el propio Asociado. No obstante para recibir el presente Boletín y las comunicaciones escritas de la Asociación deberá efectuar una aportación mínima equivalente a los gastos de edición y envío.

Los artículos y notas publicados en este Boletín Informativo pueden ser reproducidos y utilizados, citando su procedencia y previa comunicación a esta Asociación. Se exceptúan los casos en los que expresamente se mencione la existencia de derechos de Autor o cualquier otro impedimento legal.

La Asociación de Amigos de los Relojes de Sol no se hace responsable de la interpretación ni del contenido de los escritos, gráficos, dibujos o cualquier otra información publicada en el presente Boletín. Agradece, y mantendrá correspondencia , sobre cualquier tipo de crítica, comentario, discusión o reseña de los mismos, que será transmitida al autor del escrito y publicada en el Boletín si, a juicio de la Junta, su interés y generalidad lo hacen conveniente.

Se reserva el derecho de resumir, adaptar o editar, con el conocimiento previo del comunicante, los trabajos originales recibidos para su publicación. Su extensión no deberá exceder de cinco folios mecanografiados salvo que su contenido, interés y continuidad aconseje publicarlos en varios números sucesivos o en forma de folleto o separata del Boletín.

Domicilio Social actual : ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRONOMOS
CIUDAD UNIVERSITARIA 28040 - MADRID

EDITORIAL

Cierra este Boletín el segundo año de publicación de "ANALEMA", única publicación periódica en castellano que trata específicamente de temas relacionados con la Gnomónica.

Aunque aún no ha alcanzado la difusión y reconocimiento de los Boletines de otras sociedades análogas, British Sundial Society; De Zoonewyzerkring voor Bellangstellenden in der Gnomonik; Arbeitskreis Sonnenuhren in der Deutschen Gesellschaft für Chronometrie, Societat Catalana de Gnomònica, etc., sin embargo la labor realizada durante estos dos años, para la extensión y difusión de los conocimientos sobre Gnomónica, ha sido muy apreciable y positiva.

Agradecemos a todos nuestros asociados la atención y tiempo que nos han dedicado. Y muy especialmente a nuestros socios-corresponsales, que nos han enviado información y artículos sobre novedades y descubrimientos gnomónicos acontecidos en su región o ámbito de influencia. Asimismo agradecemos a los lectores que, sin ser miembros de nuestra Asociación, nos han remitido propuestas, comentarios o críticas sobre las noticias y artículos publicados, ya que, como venimos repitiendo desde nuestro primer Boletín, sin su colaboración y contribución personal no sería posible mantener viva esta publicación.

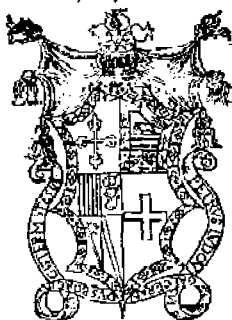
La edición de "ANALEMA" alcanza actualmente una tirada de 150 ejemplares, de los cuales se distribuyen unos 120 entre los asociados, instituciones y personas que han expresado su interés por recibirlo, aunque no sean miembros de nuestra Sociedad. Su redacción está a cargo de la Sección de Publicaciones, que es una Comisión Permanente de la Junta Directiva. El Comité de Redacción está formado por cuatro miembros de la Junta, coordinados por el Secretario de la Asociación. Nuestro deseo sería poder mejorarlo sustancialmente, tanto en su contenido como en su presentación gráfica, utilizando un sistema de impresión con el que pudieran ser reproducidas fotografías, pero las circunstancias económicas no lo han permitido hasta el momento presente. No obstante confiamos en que en un futuro no muy lejano será posible alcanzar estos deseados objetivos.

En espera de estas futuras mejoras seguiremos ofreciendo a nuestros lectores, con modestia pero también con satisfacción, los artículos, historias, comunicados, dibujos, y notas, (errores y erratas incluidos) y en general cuantas referencias y noticias caigan en nuestras manos, de temas que estén relacionadas, aunque sea vagamente, con nuestro bienamado Arte de la Gnomónica. ED

LIBRO DE RELOJES SOLARES

COMPUESTO POR PEDRO ROIZ
Clérigo Valenciano, discípulo del Maestro Hierónimo Muñoz,
en el qual muestra a hacer relojes, en plano, y en pared
a cualquier viento descubiertas, levantadas a plo-
mo, o inclinadas hacia tierra, y otras
cosas para esto necesarias.

DIRIGIDO AL MUY ILUSTRE SEÑOR DON
Joan de Borja, hijo del Illustrísimo y Reverendísimo Señor
Don Pedro Luys Galceran de Borja, Maestre de
Moneda, y Marques de Nauarres.



CON LICENCIA
Impressum en València en casa de Pedro de Horta año de 1575
Vendense en casa de Francisco Capello librero a la Corte y en València

EL " LIBRO DE RELOJES SOLARES" de PEDRO ROIZ (1575)

I. EL AUTOR Y SU ENTORNO

No son muchos los datos biográficos que poseemos del autor. Pedro Roiz fué, como él mismo indica en la portada de su libro, un sacerdote y escritor español de mediados del siglo XVI, discípulo del célebre Jerónimo Muñoz.

Nacido en Valencia, fué curá de la parroquia de San Valero, catedrático de Matemáticas y finalmente canónigo de aquella Sede Metropolitana.

Jerónimo Muñoz, de quien se titula discípulo, fué un famoso matemático y astrónomo, nacido en Valencia en cuya Universidad estudió filosofía y medicina. Muy joven fué nombrado profesor de hebreo en la Universidad de Azcona, alcanzando gran fama por su saber. En 1569 regresó a Valencia, donde explicó hebreo y matemáticas, y en 1579 pasó a Salamanca, donde murió en 1584.

Fué considerado como uno de los grandes sabios de su tiempo. Felipe II le encargó diversos trabajos de construcciones hidráulicas y nivelación.

El libro está dedicado a Juan de Borja, que a la sazón debía ser un niño de no mucha edad, hijo del Ilustrísimo y Reverendísimo Señor D. Pedro Luys Galceran de Borja, Maestre de Montesa

La figura de D. Pedro Luis Galceran de Borja es muy característica e ilustrativa de este período histórico. Hijo de D. Juan de Borja y Enriquez, que fué tercer duque de Gandía (y por lo tanto hermano

Continuamos esta sección, iniciada en el anterior número de "Analema", en la que se reseñan y comentan algunos antiguos textos y tratados de gnomónica difícilmente asequibles en sus versiones originales, pero a los que en la actualidad es posible consultar con mayor facilidad gracias a sus ediciones en facsimil o fotocopias

En esta ocasión se trata del "TRATADO DE RELOJES SOLARES -Compuesto por Pedro Roiz -Clérigo Valenciano discípulo del Maestro Hierónimo Muñoz" obra impresa en Valencia en el año de 1575, o sea casi coetánea con la primera edición del libro "De Varia Commensuración" de Joan de Arphe, impreso en 1585, cuya glosa se hizo en el anterior Boletín. (N° 5)

Para la redacción de estos comentarios se ha utilizado el texto reproducido en la edición facsimilar publicada en 1985 por la Librería París-Valencia, en su colección "Biblioteca Valenciana."

Como en la reseña anterior, los comentarios y las reproducciones de viñetas y dibujos que se presentan han sido preparados por M. Lombardero.

Hacemos notar que en el Boletín 4 de la Societat Catalana de Gnomònica "LA BUSCA DE PAPER" también aparece una glosa de este tratado.

de padre de San Francisco de Borja), a los 17 años ya era Maestre de Montesa. Felipe II lo nombró Virrey de los reinos de Tunez, Tremecen, Oran y Mazalquivir. A su regreso a España renunció al Maestrazgo de Montesa en favor de la Casa Real de Aragon. En 1590 fué nombrado comendador de Calatrava y poco después Virrey de Cataluña y de los condados de Rosellón y Cerdeña.

En su tiempo se le consideró un afamado poeta, citado por Cervantes en *La Galatea*

No iba mal encaminado nuestro Pedro Roiz poniéndose bajo el patronazgo de tan ilustre Casa.

En la época en que se publica el "Libro de Reloj Solares" Tycho Brahe acaba de instalarse en su famoso observatorio de Uraniborg y Galileo Galilei tiene once años. En España se crea la Biblioteca de El Escorial; Santa Teresa escribe sus *Moradas* y El Greco está pintando *El Expolio*.

Roiz todavía utiliza, en parte, notación sexagesimal, pues el uso sistemático de las fracciones decimales no se generaliza hasta la publicación del *Canon Mathematicus* de Viète, en 1590.

Entre los tratadistas de Gnomónica cita expresamente a Orancio Finé (1532), del cual toma el trazado gráfico de un reloj declinante, y critica a Ioan Paduano por no explicar como se calculan las tablas que inserta en su libro (Como es natural se refiere a la edición de 1570, no a la de 1582).

II. EL LIBRO DE PEDRO ROIZ

Está compuesto por VI+124 páginas, impreso en su mayor parte en letra romana antigua con mayúsculas capitulares ornamentales y numerosos grabados y viñetas de adorno en xilografía.

La edición es correcta, aunque no demasiado cuidada, si se tiene en cuenta que la imprenta ya estaba establecida en Valencia desde 1474

En su portada (antes reproducida) se indica que su autor es "Clérigo Valenciano, Discípulo del Maestro Hieronymo Muñoz" y que "muestra a hazer relojes, en llano, y en paredes a qualquier viento descubiertas, levantadas a plomo, o inclinadas hazia tierra, y otras cosas para esto necessarias."

Aunque en ella figura la fecha de 1575, el colofón final indica 1576 como año de edición.

Tras la dedicatoria figura una viñeta con el escudo de los Borja-Galcerán, que comporta una filacteria con una leyenda en la que se lee:

PETRUS LUDOVICUS GALCERANDUS BORGIA
MAGISTER MONTESIA

Finalmente, el pié de imprenta dice así:

-Con Licencia.- Impreso en Valencia en casa de Pedro de Huete. Año de 1575.-

-Véndese en casa de Francisco Castillo librero de la Corregería vieja.-

Se inicia el texto con una "Epístola del Auctor" en la cual, en defensa de la utilidad de las matemáticas y haciendo gala de su erudición, cita al Oráculo de Delos, a Platón, al problema de la duplicación del cubo, a Tiberio, Cesar, Antonino, Ptolomeo, a Diógenes y su "lanterna", a "nuestro catholico rey y señor Don Alonso", a "Arquímedes, defendiendo durantes muchos dias con su industria a "Saragoça de Sicilia" contra M. Marcelo".....

El autor se hace unas preguntas, retóricas, pero que podríamos suscribir sin inconveniente:

¿Que cosa mas gustosa que una linda demostración mathematica?. ¿Que cosa más suave para no echar de ver la prolixidad del tiempo que tener entre manos uno destos exercicios?

Y prosigue, con la siguiente admonición didáctica:

"Todo esto, muy Ilustre Señor, he dicho porque considere V.S. cuan provechoso, gustoso y honesto sea el estudio de las Mathematicas, las quales piden ingenios desapasionados, agudos y Ilustres porque ellas lo son en todo.

Continúa con un índice general, que denomina:

Tabla de los Capítulos, Propositiones, Reglas, Tablas y de otros títulos contenidos en este libro.

Termina esta parte con una fé de erratas:

Corregirse han las faltas que se hallaran en algunos libros: como en la página 25.a 17 líneas...

III. EL TRATADO DE GNOMONICA

CAPITULOS I y II

Inicia estos capítulos con unas definiciones, muy elementales, de geometría, construcciones gráficas y división del círculo, en las cuales parece contener, que no seguir, a Euclides:

Sirva como ejemplo la definición de "línea"
"Linea es una cosa larga, sin anchura alguna, la cual comenzando se a hazer de un punto viene a acabar en punto y tiene infinitos puntos: y assí los extremos della son dos puntos. Quiere dezir que la línea es una cosa la cual solamente se puede partir por el largo, y no por el ancho porque no lo tiene".

O también la de esfera:

"Superficie espherica o Globosa es la haz de un globo, digo una bola, perfectamente redonda. Y esta es en dos maneras, o la de fuera, y llama se Convexa; o la de adentro, como de un almirez o mortero, si fuere justamente redondo, la qual se llama superficies concava".

Tras las definiciones previas presenta catorce "Propositiones", que son en realidad problemas y construcciones gráficas, pasando seguidamente al:

CAPITULO III

En el que se declaran algunos términos.

Se inicia con unas consideraciones sobre:
"la grandeza de todo esto que llamamos Mundo, cuyas partes son: la Tierra con la Mar, los Elementos, los Planetas, el cielo Estrellado y lo demás que dentro de toda esta machina se encierra"

Admite que la longitud del grado terrestre es de 18 leguas, que son setenta y dos millas, aunque cita a Alfragano que propone 17 leguas o cincuenta y seis millas y por consiguiente "... temá la Tierra de redondez sis mil quatrocientas ochenta leguas"

La legua tenía una longitud de 5,573 Kms., por lo que el desarrollo de la circunferencia ecuatorial debía ser de 36.113 kms. Pero si se refiere a la legua valenciana de 6,037 kms, la longitud de la circunferencia de la Tierra sería de 39.119 kms, aproximación sorprendente para aquella época, (40.000 según la antigua definición del metro).

Trata a continuación de las definiciones y propiedades del: Horizonte, Meridiano, Exe del Mundo, Polos, Norte y Sur, Vértice o Zenith, Circulos Verticales, Verdadera Levante y Poniente, Sphera Recta, Sphera Obliquissima, Sphera Obliqua, Línea Meridiana, Gnomon, etc.

Comentamos con más detalle su definición del Gnomon y de la longitud y ángulos de su sombra:

".....Gnomon (segun lo que aquí tratamos) quiere dezir cosa que haze sombra: cualquier cosa que esto hiziere se llama Gnomon....."
 "..... hay dos maneras de sombras: una del gnomon levantado a plomo sobre la plana superficie del Horizonte, o su paralela, y esta se dize sombra recta. La otra que haze el Gnomon saliendo a cartabon y ángulos rectos de una plana superficie, levantada a plomo sobre el Horizonte, o su paralela, como lo son las paredes ordinarias, y esta es llamada sombra versa. Y estas dos sombras, que podríamos llamar Regulares son las que nos dan las alturas y quantidades de cuantas cosas ay, esta nos muestra quan alto esté el Sol, en que parte del Zodiaco esté....." .etc.

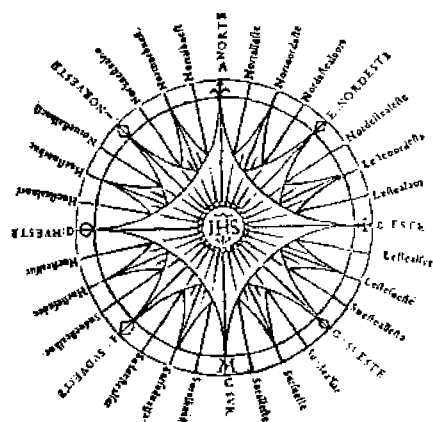
Las sombras recta y versa equivalen a nuestras tangente y cotangente del ángulo de la altura del Sol. Los nombres de "Tangente" y "Cotangente" no fueron introducidos hasta el año 1583, por T. Finck, e incluso el nombre de "Trigonometría" fué inventado por B. Pitisco, hacia 1600, por lo que no pudieron ser utilizados por Jerónimo Muñoz.

Roiz utiliza posteriormente, en sus "Reglas", los valores de estas funciones, tomándolos de una tabla que denomina "canon segundo".

CAPITULO IIII

Del modo que se terná para hallar la linea meridiana, con las otras rayas de los vientos

Para la determinación de la linea Meridiana propone el muy conocido método de alturas iguales, dibujando en una superficie horizontal una serie de círculos concéntricos y colocando un gnomon vertical en su centro.



vientos de treinta y dos rumbos, identificando la Tramontana con el Norte, el Nordeste con el Greco, el Sudueste es el Lebeche, el Norueste es el Maestral, y el Sudeste el Xaloque,

Nótese como al Oeste le llama "Hueste", fonéticamente semejante al actual "West" anglosajón

Aunque Pedro Roiz utiliza los antiguos y clásicos nombres de los vientos del mar:

Tramontana, Mediodía, Levante, Poniente, Maestral, Xaloque, Lebeche y Greco, dibuja una rosa de los

CAPITULO V

En que se declara quantas maneras aya de relojes solares

Establece una primera clasificación de los relojes dividiendolos en dos clases: Universales y Particulares.

"Dizense universales porque en la composición y fabrica dellos no se tiene respecto a particulares alturas del Norte, sino que pueden servir adquiera....."

"Dizense los otros particulares porque son hechos para particulares alturas del Norte, fuera de las cuales no ay servirnos dellos sin algun engaño....."

Distingue a continuación, segun la posición de su plano, entre relojes Verticales, Laterales, con declinación o inclinación, Pendulos, Horizontales, etc.

CAPITULO VI

De las alturas del Norte de los principales pueblos de España

Inserta en este capítulo una tabla de latitudes de 130 villas y ciudades españolas, incluidas algunas de Portugal y del Rosellón "sacada de la que con sus propios trabajos tiene hecha mi maestro Hierónimo Muñoz", y da unas reglas para hallar las latitudes intermedias, basadas en atribuir diez y ocho leguas a la longitud del grado .

Las latitudes determinadas por Muñoz son, en general, bastante precisas para la época. No difieren de las actualmente admitidas en más de una veintena de minutos y hay bastantes cuyo error es inferior a tres minutos. Son conocidas las instrucciones dadas por Felipe II a Esquivel y otros cosmógrafos, y posiblemente a Muñoz, para hacer un inventario de pueblos y mapas geográficos de España, lo que no se consiguió plenamente hasta la monumental obra de Madoz, en 1848.

pueblo estuviere detechamente al Lebeche, o Xaloque, y en distancia de las diez y siete, o diez y ocho leguas, no aueys de quitar fino 40. minutos, que son dos tercios de grado, o añadidos si estuviere hacia el Greco, o Maestral, si estuviere hacia las otras partes del Mundo, haze segun lo dicho, quitando, o añadiendo lo que proporcionalmente fuere necesario, aunque tengo por mejor, q siempre os rijays por el lugar mas cercano, el qual este a vno d los quatro vientos principales, por evitar tanta cuenta, que sera dificultosa para los que no tienen los principios necesarios.

TABLA DE LAS ALTURAS DEL NORTE DE
 Las tierras nombradas, sacada de una descripción de España,
 hecha por el Maestro Hierónimo Muñoz.

Nombre,	G.	M.	Nombre,	G.	M.
Albacete	39	6	Andojar	33	6
Albarazin	40	47	Antequera	36	50
Alburquerque	39	5	Alzira	39	20
ALCALA de Henares	40	35	Aranda	42	0
Aleárie	41	20	Arcualo	41	18
Alcaraz	38	40	Altorga	42	38
Alcoy	38	50	Avila	40	45
Alcantara	38	25	Auyro	40	57
Almeria	36	41	Ayuiça	39	10
Almagro	38	56	Baza	37	28
Almaná	39	3	Batça	38	10
Alua de Tormes	41	5	BARCELONA	41	50
			F 2 Bayona		

CAPITULO VII

De la fábrica de los Reloges Horizontales Indica que hay dos maneras de hacer estos relojes:

"La una por vía de cuenta, propuestas ciertas tablas las cuales tienen suputados los espacios horarios para muchas alturas del Norte. La otra por sola Geometría, por regla y compas, sin necesidad de otra cosa"

Reproducimos la tabla primeramente mencionada, que es idéntica a la que se encuentra en otros tratados de la época, e incluso muy posteriores.

Las "Quantidades de los ángulos horarios" son los ángulos (θ) que forman cada una de las líneas horarias con la línea de las XII ($\text{tg } \theta = \text{sen } \phi \cdot \text{tg } t$)

TABLA DE LAS QUANTIDADES de los arcos horarios, para los Reloges Horizontales en las alturas del Norte, aquí puestas.

H.	11	10	9	8	7	6
U. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.
31	3 43 18	29 40 44	49 64 58	90 0		
32	3 57 18	46 30 26	45 30 65	29 90 0		
33	4 10 19	51 21 45	11 66 0	90 0		
34	4 22 19	54 31 37	46 50 66	29 90 0		
35	4 33 19	58 32 11	47 28 66	51 90 0		
36	4 43 19	62 32 43	48 07 21	90 0		
37	4 52 19	66 33 10	48 29 67	47 90 0		
38	5 01 20	70 33 46	49 12 68	11 90 0		
39	5 10 20	74 34 18	49 44 68	33 90 0		
40	5 19 20	78 34 47	50 16 68	54 90 0		
41	5 28 20	82 35 12	50 46 68	15 90 0		
42	5 37 20	86 35 34	51 15 68	35 90 0		
43	5 46 20	90 35 53	51 42 68	53 90 0		
44	5 55 20	94 36 09	52 07 68	70 90 0		
45	6 04 20	98 36 22	52 30 68	86 90 0		
46	6 13 20	102 36 33	52 51 68	101 90 0		
47	6 22 20	106 36 41	53 10 68	115 90 0		
48	6 31 20	110 36 46	53 27 68	128 90 0		
49	6 40 20	114 36 49	53 43 68	140 90 0		
50	6 49 20	118 36 49	53 58 68	151 90 0		
51	6 58 20	122 36 47	54 12 68	161 90 0		
52	7 07 20	126 36 43	54 24 68	170 90 0		
53	7 16 20	130 36 37	54 35 68	178 90 0		
54	7 25 20	134 36 28	54 45 68	186 90 0		
55	7 34 20	138 36 17	54 54 68	193 90 0		

En esta tabla los numeros de la frente, que son los primeros de arriba, son de las horas, las cuales van de dos en dos: porq va un espacio horario firme pa-

A continuación da las explicaciones necesarias para el uso de esta tabla y del trazado del gnomon, por medio de un cuadrante graduado que debe ser previamente construido.

En los siguientes CAPITULO VIII y CAPITULO IX repite el procedimiento para los relojes verticales orientados al Sur y al Norte.

Indica que el reloj vertical orientado a Mediodía "lo más que pueden mostrar son doce horas: aunque estas solamente las señalan dos días al año que suele ser a diez de Março y treze de Setiembre."

(Evidentemente utiliza el calendario antiguo, ya que la Bula "Inter Gravissimas" del Papa Gregorio XIII no se publicó hasta 1582, seis años después de la aparición de su libro)

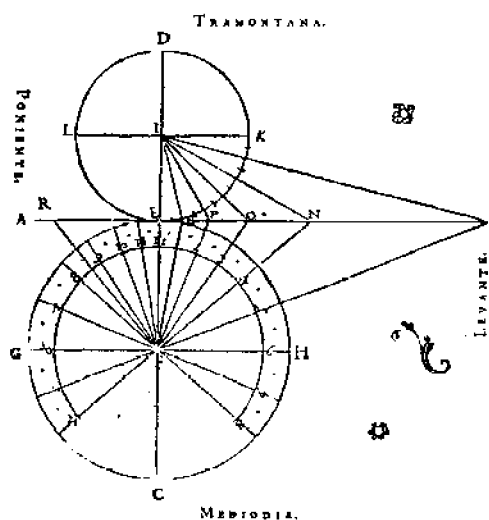
Por consiguiente el Reloj vertical Meridional deberá ser completado con un Reloj Septentrional, en la cara que mira hacia el Norte, para lo cual da las instrucciones necesarias para su construcción.

CAPITULO X.

Del modo de trazar los relojes Horizontales con sola regla y compas, por via de Geometria

Trata detalladamente la clásica construcción gráfica del reloj horizontal, repetida hasta nuestros días, basada en el abatimiento sobre el plano del dibujo del círculo ecuatorial. La figura nos dispensa de todo comentario.

Figura de un Reloj Horizontal para 39 gr. 30 mi de altura del Norte.



En el CAPITULO XI aplica de nuevo esta construcción para los relojes verticales., e indica que en los septentrionales se hará la misma construcción, punto por punto, "pues no es otra cosa que un reloj Vertical buelto de arriba abaxo, añadidas las horas que ha menester para abaxo de la raya de las seys horas, como veys en la figura."

Es ciertamente curioso lo que expone en el:

CAPITULO XII

De la fuerza y virtud de la piedra Yman y de los provechos della para los Reloges y Bruxolas.

Tras asombrarse y maravillarse de las propiedades que se atribuyen a la "Piedra Yman", a la que en valenciano denominan "Caramida", indica que "lo que escribo de la piedra yman, todo por la mayor parte es de Ioan Taisner Hannonio, Doctor en canones y leyes, clérigo Colomniense".

Juan Taisnier fué un astrólogo nacido en Hanau en 1509, preceptor de pajes de Carlos V y que después de una ajetreada vida se retiró a Colonia, en 1558. Entre sus obras figura la que comenta Roiz "De natura Magnetis et ejus effectibus".

Roiz llama la atención sobre el "nordestear de la aguja", es decir advierte que no apunta al Norte exactamente, y da unos procedimientos para averiguar esta desviación, que debe ser tenida en cuenta para orientar el reloj (Se refiere especialmente a los relojes portátiles, orientados con

Para trazar estos relojes "por vía de cuenta" inserta unas tablas para la latitud de Valencia y diversos grados de declinación del muro, de 0° a 85°, análogas a las que publican otros gnomonistas (entre ellos Juan Paduano) Para otras latitudes o declinaciones da al final del libro unas "reglas" para el cálculo de tablas análogas

Tabla de los espacios horarios para planas superficies levantadas a plomo, que miran directamente al Mediodía, y para las que tienen declinación, en la altura de Valencia de 39 grados 30 minutos.

Continúa de la p. 6

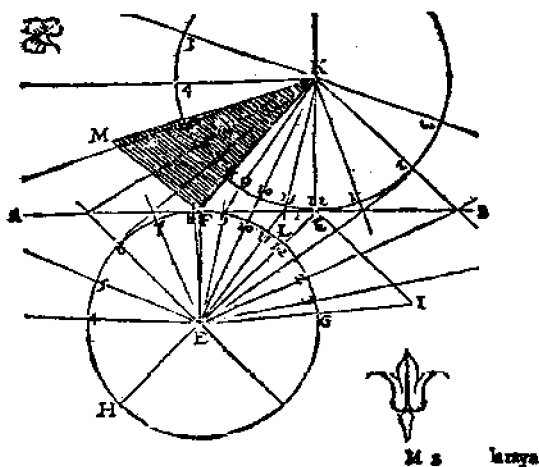
Grados de la declinación		0		5		10		15		20		25		30		35		40	
H	G	M.G.	M.G.	M.G.	M.G.	M.G.	M.G.	M.G.	M.G.	M.G.	M.G.	M.G.	M.G.	M.G.	M.G.	M.G.	M.G.	M.G.	H
6	90	0																	6
7	70	49	74	41															7
8	55	12	56	15	9	18	52	16	67	13									8
9	37	32	32	22	41	25	43	33	47	45	30	28	34	39					9
10	24	12	4	48	25	49	27	52	8	40	42	33	8	16	33	40	7		10
11	11	40	11	53	12	13	12	38	13	23	3	55	14	48	15	58	17	33	11
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
1	11	45	11	14	11	33	11	45	11	55	12	16	12	42	11	19	1		1
2	24	12	3	25	23	8	22	47	22	43	25	12	3	24	24	1	10		2
3	37	32	36	20	35	33	44	20	33	43	33	17	14	5	18	6	33	21	3
4	45	12	50	44	48	35	46	35	43	47	44	13	43	15	12	35	42	25	4
5	50	46	54	39	64	46	17	57	41	36	26	34	35	12	12	10	33	7	5
6	50	0	53	54	0	51	78	17	4	33	70	49	67	33	54	42	6		6
7	7	105	19	105	33	67	2	52	28	28	34	38	79	20	75	13			7
8	10	110	12	117	4	112	43	118	3	109	16	97	15	62	27				8
9	11																		9
10																			10
11																			11
12																			12
1	1	0	6	211	54	17	20	42	41	27	22	14	31	30	17	27	59		1
2	10	30	50	14	49	27	48	13	46	29	44	22	11	36	39	12	16	1	2

En los casos en que los relojes estén situados en paredes que declinan hacia el Norte, explica en el Capítulo XVIII las variaciones que se han de introducir en el cálculo y posición del gnomon, que será análogo pero "puesto al revés".

CAPITULO XIX

En el cual se muestra como se trazan estos relojes con declinación, por vía de Geometría, con sola regla y compas.

Figura de un reloj para planas superficies levantadas a plomo sobre el Horizonte de Valencia con declinación de 45 grados hacia Mediodía y Levante.



El dibujo anterior muestra el trazado por un método clásico, que ha sido repetido por casi todos los gnomonistas hasta nuestros días.

Se basa en abatir el plano del reloj sobre el del horizonte, donde se dibuja un reloj horizontal. Las intersecciones de las líneas horarias homólogas y el punto donde el gnomon del horizontal se encuentra con el plano del reloj vertical permiten dibujar las líneas horarias del reloj declinante.

En la figura siguiente se reproduce la página que muestra el trazado del reloj declinante por un segundo método, que atribuye a Orancio Finé.

Es también una construcción clásica que se basa en abatir el plano ecuatorial sobre el plano del reloj, y que aún se sigue utilizando.

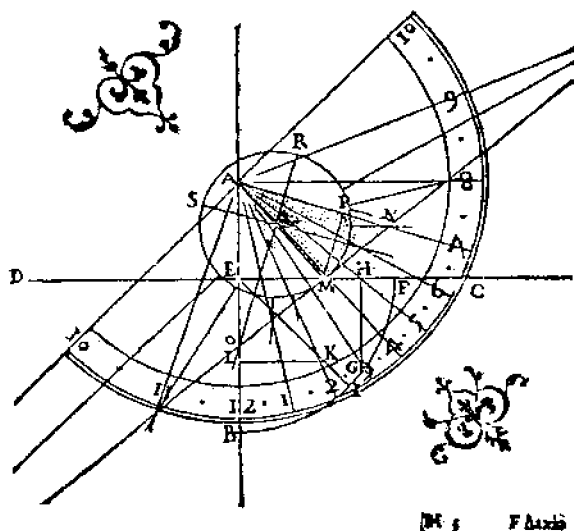
RELOJES SOLARES.

85



Orancio grande Mathematico, en el libro que hizo de Relojes Solares, enseña a trazar estos relojes con declinación, con diferente aparato del nuestro, y algo mas dificultoso, pero acutisimamente hallado, y muy bié declarado, digno cierto de tal autor. Sea pues la altura del Norte 39 gra. 30 mi. y la declinación de la pared 45 gra. hacia Poniente y Mediodía. Luego haremos la raya D C paralela al Horizonte, la qual cortaremos a ángulos rectos, por la proposicion quarta, con la raya A B, y contendrá en el punto E: esta raya A B servirá para las doce horas. Y porque la declinación es hacia Poniente, haremos del centro E una quarta de círculo a taxo de la raya E C, que es a la mano derecha y sea la quarta B F, la qual partiremos en 90 gra. por la proposicion octava. Después contaremos los 39 gra. 30 mi. de la altura del Norte, desde el punto

Figura de un reloj para paredes levantadas a plomo sobre el Horizonte de Valencia con declinación de 45 gra. hacia Mediodía y Poniente.

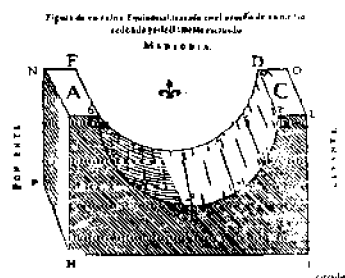


En CAPITULOS XXI y XXII trata de los relojes "levantados sobre la raya del Mediodía, pero no a plomo" es decir inclinados.

Distingue varios casos según su inclinación sea mayor o menor que el complemento de la latitud Cuando la inclinación es igual a la altura del Norte, llama a estos relojes "péndulos" según

"... lo que escribe Ioan Paduano en el capítulo décimo del libro que haze de relojes, pero cierto q me parece impropia cosa, a la superficie del exe del Mundo llamarla de la Equinocial"

Naturalmente entre estos relojes inclinados se encuentra el reloj situado en el plano ecuatorial, del que explica sus propiedades, así como da unas reglas para la construcción de un reloj cilíndrico ecuatorial, del que explica que :



".... de todas estas trazas, la mejor y mas facil, mas distinta y gustosa es la que se sigue. Haráse en una piedra, o en otra cosa solida, un semicirculo excavado, como si dixeramos un medio cedaço. La superficie

mixta deste medio redondo ha de ser muy igual sin altos ni baxos y perfectamente circular....." etc

CAPITULO XXIII

En el que se da orden, como se traçarán relojes en planas superficies levantadas sobre la raya Meridiana, inclinándose hacia Levante, o hacia Poniente

Señala que estos relojes, cuanto más fueren inclinándose al Horizonte, tanto mostrarán más las horas que los laterales, porque van acercándose a los horizontales.

Explica, aunque no dibuja, una construcción gráfica para este tipo de relojes, e incluye una tabla, que parcialmente se reproduce, que permite el trazado de estos relojes, poco usuales.

Tabla de los arcos horarios para las planas superficies que declinan en 90 grados inclinándose hacia el Horizonte de diez en diez grados hasta 90, en la altura de Valencia de 39 grados 30 minutos.

Grados de la inclinación.												
G	10	20	30	40	50	60	70	80	90	G		
H.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	H.		
6										6		
7										7		
8										8		
9										9		
10										10		
11										11		
12										12		
13										13		
14										14		
15										15		
16										16		
17										17		
18										18		
19										19		
20										20		
21										21		
22										22		
23										23		
24										24		
25										25		
26										26		
27										27		
28										28		
29										29		
30										30		
31										31		
32										32		
33										33		
34										34		
35										35		
36										36		
37										37		
38										38		
39										39		
40										40		
41										41		
42										42		
43										43		
44										44		
45										45		
46										46		
47										47		
48										48		
49										49		
50										50		
51										51		
52										52		
53										53		
54										54		
55										55		
56										56		
57										57		
58										58		
59										59		
60										60		
61										61		
62										62		
63										63		
64										64		
65										65		
66										66		
67										67		
68										68		
69										69		
70										70		
71										71		
72										72		
73										73		
74										74		
75										75		
76										76		
77										77		
78										78		
79										79		
80										80		
81										81		
82										82		
83										83		
84										84		
85										85		
86										86		
87										87		
88										88		
89										89		
90										90		

CAPITULO XXV

Del modo de traçar relojes en planas superficies, las cuales tengan declinación e inclinación hacia Tramontana

Aborda finalmente el caso general: el plano del reloj es a la vez declinante e inclinado.

Primeramente inserta la siguiente tabla para el ángulo de la meridiana con la horizontal, variando las inclinaciones y declinaciones de 10° en 10°

Tabla general de los ángulos que hace la raya Meridiana con una paralela al Horizonte en las planas superficies que con declinación se inclinan al Horizonte.

Grados de la inclinación.

G.	0	10	20	30	40	50	60	70	80
G.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.
0	90	0	90	0	90	0	90	0	90
10	88	15	86	33	84	58	82	18	81
20	86	33	82	54	79	48	76	30	74
30	84	58	79	48	76	30	74	25	72
40	82	18	81	43	74	0	67	14	61
50	80	37	78	19	67	50	59	33	52
60	78	54	76	36	64	17	56	50	44
70	76	11	74	53	61	34	53	27	41
80	74	28	72	70	58	51	50	24	38
90	72	45	70	87	55	68	47	21	35

A continuación inserta una serie de ocho tablas, para inclinaciones y declinaciones de 0 a 80° de 10 en 10 grados, para la latitud de 39°30' Incluye unas explicaciones para su utilización.

Tabla de los arcos horarios para las planas superficies, que con declinación y sin ella inclinen hacia el Horizonte Septentrional diez grados, en la altura de Valencia de 39 grados 30 minutos.

Inclinacion de IO hacia Septentrion.												
G	0	10	20	30	40	50	60	70	80	G		
H. G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	H. G. M.		
6	90	0								6		
7	67	34	78	18						7		
8	48	21	55	53	45	17				8		
9	33	0	37	11	42	34	32	16	62	19		
10	20	32	22	23	24	45	29	15	33	4	47	50
11	9	51	10	22	11	4	12	24	17	35	23	32
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	54	9	41	9	38	9	50	11	9	10	48	11
14	20	32	19	28	18	47	18	25	18	7	18	10
15	3	35	0	30	13	28	15	26	18	24	16	23
16	48	21	42	54	38	56	35	29	33	32	30	2
17	56	7	34	58	47	52	0	45	37	41	32	38
18	69	0	73	43	68	54	58	42	51	49	45	53
19		101	42	90	31	76	38	65	7	56	46	17
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												
61												
62												
63												
64												
65												
66												
67												
68												
69												
70												
71												
72												
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80												
81												
82												
83												
84												
85												
86												
87												
88												
89												
90												
91												
92												
93												
94												
95												
96												
97												
98												
99												
100												

lugar, y en el cual explica las razones que tuvo para "poner este capitulo a la fin del libro" y se queja de Ioan Paduano, que "promete en su libro de Reloges los canones de todas las tablas y aún no han llegado por acá".

Capitulo XXVIII. Donde se ponen los canones y reglas para saber hazer las tablas deste libro.

Aun que pareciera contra la methodo Mathematica poner este capitulo a la fin del libro, toda via bien considerado, viene en su lugar, porque segun nuestro intento no es necesario, ni se pone por otra cosa, sino porque los verificados en este negocio no se quexen de mi, como yo de Ioan Paduano, que promete en su libro de relojes los canones de todas las tablas, y aun no han llegado por acá. Presupuesto pues que se escriuen estos ringlones para los que fueren pláticos y exercitados en Arithmetica y Esphera y en el tratado de los senos rectos y obliquos, pome aqui las siguientes reglas.

Regla primera para hazer la primera tabla que está en la pagina 38.

Multiplicas lo que responde a las distancias de las horas desde Medio día, (sumando 15 gra. por hora) en el canon segundo, por el seno recto de la altura del Norte; y lo que le hiziere partelo has por el numero que en el dicho canon segundo responde a 45 gra. y por lo que te quedara, parturas todo el seno multiplicado por el numero que responde a los dichos 45 gra. y ternas della division cierto numero de partes, las quales puestas en el canon segundo, hallaras en la figura el complemento del arco horario, y en el pie de la tabla el mismo arco horario que buscas.

Regla segunda para la tabla de la pagina 44.

Multiplica lo que responde en la tabla segunda a las distancias horarias por el seno recto del complemento de la altura del Norte, y lo demas conforme a la primera regla.

Regla tercera para la tablilla de la pagina 63.

Multiplica lo que responde, en el canon segundo, a las distancias horarias por 12, y lo que hiziere partelo por el numero que respóde a los dichos 45 gra. y quedarte han las partes y minutos para cada hora.

D. Roiz

Seguendo al Rev.D. Pedro Roiz, (ya canónigo y amigo nuestro) debemos advertir que los siguientes "ringlones" son para los lectores de su libro que fueren "pláticos y exercitados en Arithmetica y Esphera y en el tratado de senos rectos y obliquos".

Las "reglas" que inserta en este último capitulo son en realidad una transcripcion al lenguaje usual de las relaciones matemáticas que existen entre las distintas variables astronómicas y geométricas que definen la posición del Sol y los ángulos de la sombra del gnomon.

Aunque implícitamente utiliza todas las funciones trigonométricas, solo menciona el "seno recto". El coseno lo expresa como el seno del ángulo complementario y la tangente no es mencionada por su nombre, sino por sus valores correspondientes en una tabla que denomina "canon segundo"

Recordemos que el nombre de "tangente" no se utilizó hasta 1583 y que las primeras tablas en las que figuran las seis funciones trigonométricas (Opus Palatinum de Rhæticus) no se extendieron hasta la edición de 1596, 20 años posterior a la de edición del libro de Roiz, 1576

En las antiguas tablas y "cánones" los valores de las funciones circulares no se expresaban como fracciones decimales del radio unidad, por lo que en sus "reglas" es necesario dividir o multiplicar por el "todo el seno" (Sinus totus, seno de 90°) y

por la tangente de 45°, para obtener valores homogéneos y decimales del seno y tangente.

Así, en la "Regla Primera" para la tabla de la página 38 los valores de las "quantidades de los arcos horarios", que se obtienen por la fórmula:

$$\text{tg } \theta = \sin \varphi \cdot \text{tg } t$$

(donde θ es la "cantidad" φ la latitud y t el ángulo horario, en grados), es expresada como sigue:

"Multiplicaras lo que responde a las distancias de las horas desde Mediodía, tomando 15 gra. por hora -(o sea t)- en el canon segundo, -(tabla de tangentes)- por el seno recto de la altura del Norte y por lo que te queda, partirás todo el seno multiplicado por el número que corresponde a los dicho 45 gra. -(coeficientes r)- las quales puestas en el canon segundo, hallaras en la frente el complemento del arco horario y en el pie de la tabla el mismo arco horario que buscas"

No es difícil la interpretación de esta "regla", teniendo en cuenta que el "cánon segundo" es una tabla en la cual figuran los valores siguientes :

En "la frente" el ángulo t en grados y minutos, de 0° a 45°. En el cuerpo: $r \cdot \text{tg } t$ (r depende del cánon que se utilice). En el pié: los valores complementarios de los ángulos de la "frente".

Análogamente los valores de la tabla de senos pueden estar afectados por otro coeficiente r , por lo que para que las fórmulas sean homogéneas es necesario dividir por estos coeficientes, que en las tablas y cánones se hallan en los valores correspondientes a $r_1 \text{tg } 45^\circ$ y $r_2 \text{sen } 90^\circ$

Del mismo modo pueden descifrarse todas las "reglas" aparentemente complicadas que expone nuestro buen clérigo y experto matemático para el cálculo de sus numerosas tablas

Estos cálculos pudieran parecer demasiado "prolixos" para los lectores que no sean "pláticos en Mathematicas", por lo que no comentaremos el resto de las reglas. (Aunque alguna de estas recetas sean realmente ingeniosas, reflejando analíticamente el proceso de una construcción gráfica).

En el último párrafo de su libro indica Roiz :

"Muy presto, plaziendo a Dios, sacaremos un libro desta materia de Reloges en lengua Latina, que tratará de todas estas demostraciones de las tablas del libro y de otras muchas que no están aquí, donde se darán exemplos de todas las reglas muy extensos".

Desgraciadamente parece ser que no le plugo a Dios, pues no conocemos ninguna edición latina, ni tampoco que llegase a preparar una nueva y más extensa versión de su "Libro de Reloges"

M. L.

El reloj solar de la Escuela de Formación Náutico-Pesquera de Palma de Mallorca

En esta nueva sección se describirán algunos cuadrantes solares de recientemente realización. Comenzamos con un importante y original reloj armillar debido a R. Soler Gayá, incansable patrocinador y constructor de estos bellos artilugios, a lo largo y ancho de todo el archipiélago Balear.

RELOJ DE SOL ECUATORIAL ARMILLAR CON GNOMON PERFILADO (ANALEMA GIRATORIO) PARA TIEMPOS VERDADERO Y MEDIO Y CON CALENDARIO

- DESCRIPCION -

Se trata de un reloj ecuatorial armillar construido en hormigón y metal según el plano adjunto. Se ha diseñado para su ubicación en un paraje de Palma, con longitud de $2^{\circ} 38' E$ y latitud de $33^{\circ} 39' N$.

Esencialmente el cuadrante está constituido por dos sectores de anillo abiertos, unidos en su punto medio de tal modo que sus tangentes son perpendiculares.

El semianillo vertical, de 180° de desarrollo, tiene en sus extremos la entrega de un gnomon giratorio montado sobre cojinetes, constituido por dos tramos extremos de redondo de acero inoxidable y un tramo central de plancha, del mismo material, recortada con el analema y la distribución de los meses zodiacales en su borde.

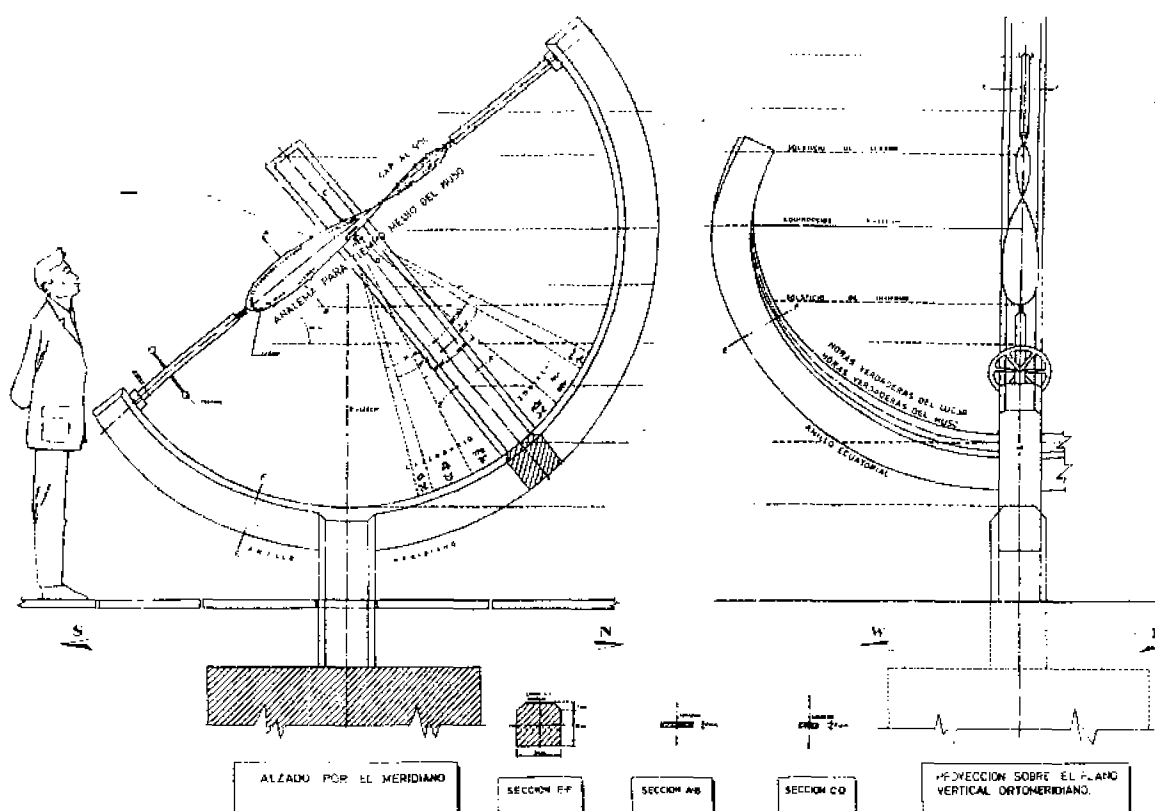
Los dos sectores de anillo antes reseñados se disponen de tal manera que el vertical se encuentre con su eje en el plano meridiano formándose así el círculo meridiano, en cuya parte central se recoge

un calendario zodiacal y también otro calendario ordinario gregoriano.

En el plano perpendicular al meridiano y al gnomon, que pasa por el centro del anillo antedicho, se dispone el sector de anillo ecuatorial de 230° de desarrollo donde se reseñan las horas de tiempo verdadero; para ello se aplica en su interior una chapa de acero inoxidable (adosada al hormigón), en la cual han sido grabadas las distintas horas, hasta alcanzar divisiones de cinco en cinco minutos. Los trazos de estas divisiones de cinco minutos son de grosor mínimo, señalándose con un aumento de su espesor los cuartos de hora, con otro aumento las medias horas y con otros trazos más gruesos las horas enteras. Únicamente se numeran estas, en números romanos.

En la cara externa del anillo ecuatorial se dispone, en otra plancha similar en el lado opuesto, otro reloj ecuatorial de tiempo verdadero local.

Las marcas de sus horas están decaladas en seis del anteriormente descrito. La hora en este reloj viene dada por la transición de luz a sombra.



Las dimensiones de los sectores de los anillos, meridiano y ecuatorial, son: 288 cm, de diámetro interior y 348 cm, de diámetro exterior. Están contruidos de hormigón armado y su sección es cuadrada de 30 cm. de lado con las aristas interiores achaflanadas 5 cm. La unión de ambos anillos se refuerza mediante perfiles laminados embebidos en el hormigón.

Según se ha expuesto anteriormente, gnomon y chapas son de acero inoxidable. Sobre ellos se han efectuado las grabaciones de las escalas: signos y numerales. La parte cilíndrica del gnomon queda soldada a la plancha central del analema, y en sus extremos a los soportes de los cojinetes de bolas, los cuales, a su vez se disponen con grapas, de acero inoxidable, de empotramiento en el hormigón. Las planchas metálicas que llevan las escalas de calendarios y de horas verdaderas se sujetan al hormigón mediante resinas epóxicas, para lo cual se han dejado en el encofrado, previamente al vertido del hormigón, los correspondientes cajetines

Todo el conjunto está soportado mediante un pilar, también de hormigón armado, que se halla empotrado en una cimentación de igual material.

En el dibujo anterior detalla su disposición general y las principales dimensiones de sus elementos, con excepción del pilar, al que fué necesario aumentar su sección a causa de las vibraciones.

- MODO DE USO -

La información que suministra el cuadrante solar es la siguiente:

- Horas de tiempo verdadero
- Horas del tiempo medio del huso horario de Palma de Mallorca
- Calendario zodiacal
- Calendario de meses ordinarios

LECTURA DEL TIEMPO VERDADERO DEL LUGAR

Para conocer la hora del tiempo verdadero es suficiente disponer el gnomon de tal manera que la plancha que constituye su parte central se encuentre orientada perpendicularmente a los rayos del Sol (la que lleva la leyenda "Cap al Sol"). Situada así esta plancha arrojará a través del hueco de las ranuras que existen en su eje de giro una raya luminosa sobre el anillo ecuatorial,

que permitirá leer la hora del lugar en la escala correspondiente a las horas de tiempo verdadero.

También puede leerse este tiempo observando el punto de paso de luz a sombra por la parte exterior del anillo ecuatorial, leyendo de este modo la hora correspondiente, aunque en este caso la lectura de las horas es menos exacta.

LECTURA DEL TIEMPO VERDADERO DE GREENWICH

Se procede como se ha indicado anteriormente, pero en vez de leer en la escala del tiempo verdadero del lugar se lee en la escala del tiempo verdadero del huso, o también sobre la del anillo ecuatorial decalada 11 minutos de la anterior.

LECTURA DEL TIEMPO MEDIO DEL HUSO O DEL TIEMPO MEDIO DEL LUGAR

Para conocer el tiempo medio del huso horario (el de nuestros relojes de pulsera) se tiene que dirigir hacia el Sol la cara de la plancha del gnomon que lleva recortado el analema; leyendo en la sombra de su borde, sobre la escala de tiempo verdadero del huso en el anillo ecuatorial, se conocerá la hora de dicho tiempo medio.

Como existen dos sombras, correspondientes a cada uno de los dos bordes del analema ("ocho" recortado), debe leerse la que corresponde al mes en curso, señalado en el propio analema mediante las fechas grabadas en la plancha.

Para conocer el tiempo medio del lugar se procede como anteriormente, pero leyendo en su escala

LECTURA DE LA FECHA (CALENDARIO)

Para leer el calendario se procede de un modo similar, pero solo al mediodía.

Se conocerá por el punto de luz que arroja sobre el arco o círculo meridiano el orificio existente en aquella plancha, situado exactamente en el centro del eje de giro del gnomon. Se obtendrá tanto la declinación solar como la fracción del mes zodiacal en que se encuentra el día de la observación o, aproximadamente, a estima en una escala de cinco días, la fecha del calendario ordinario gregoriano.

Otro procedimiento consiste en desplazar una punta a lo largo del borde del analema, una vez orientado este, hasta que su sombra se proyecte en la escala de tiempo verdadero del lugar, en el anillo ecuatorial, leyendo a estima la fecha en el analema.

RAFAEL SOLER GAYA

Con el nombre de "Teoría de los Planos Paralelos" expone A. De Vicente una nueva formulación matemática que permite, como caso particular de la misma, hallar el reloj horizontal "equivalente a otro dado, o sea hallar el punto geográfico en el cual el plano tangente a la esfera terrestre (plano horizontal) sea paralelo al plano del reloj dado que, como es natural, puede ser inclinado y declinante.

TEORIA DE LOS PLANOS PARALELOS

Sean dos puntos geográficos H y K donde se sitúan dos planos, definidos cada uno por su versor correspondiente. (Fig 1)

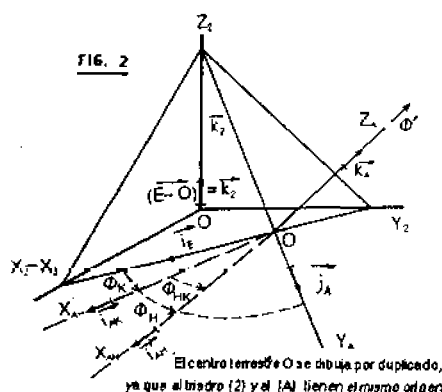
$$[1] \quad (\vec{A}-\vec{H})_{3H} = \vec{K}_{AH}$$

$$[2] \quad (\vec{A}-\vec{K})_{3K} = \vec{K}_{AK}$$

Si los planos son paralelos sus versores son coincidentes en cualquier triedro. Luego

$$(\vec{A}-\vec{H})_{3H} = (\vec{A}-\vec{K})_{3K} = \vec{K}_{AH} = \vec{K}_{AK} = (\vec{A}-\vec{O})_{2H} = (\vec{A}-\vec{O})_{2K}$$

siendo el triedro (2) definido por: Eje OZ_2 , el eje terrestre y el plano ecuatorial que es base de los ejes OX y OY . (X_{2H} O es la proyección del eje X_AH y X_{2K} O la del eje X_AK)



y el (3) viene definido en la fig. 2

Dado que las fórmulas de paso del triedro (A) al (2) vienen dadas por:

$$\begin{aligned} \vec{i}_A &= \vec{i}_2 m + \vec{j}_2 n - \vec{k}_2 h \\ [3] \quad \vec{j}_A &= \vec{i}_2 n - \vec{j}_2 b - \vec{k}_2 j \\ \vec{k}_A &= \vec{i}_2 d - \vec{j}_2 c + \vec{k}_2 f \end{aligned}$$

Y las del (2H) al (2K) por (4). Fig 1

$$\begin{aligned} \vec{i}_{2K} &= \vec{i}_{2H} \cos \varphi_{HK} - \vec{j}_{2H} \sin \varphi_{HK} \\ [4] \quad \vec{j}_{2K} &= \vec{i}_{2H} \sin \varphi_{HK} + \vec{j}_{2H} \cos \varphi_{HK} \end{aligned}$$

La igualdad (1) = (2) queda:

$$i_{2H} d_H - j_{2H} c_H + k_{2H} f_H = i_{2K} d_K - j_{2K} c_K + k_{2K} f_K$$

de donde resulta, igualando componentes:

$$\begin{cases} c_H = d_K \sin \varphi_{HK} + c_K \cos \varphi_{HK} & (5.1) \\ [5] \quad d_H = d_K \cos \varphi_{HK} - c_K \sin \varphi_{HK} & (5.2) \\ f_H = f_K & (5.3) \end{cases}$$

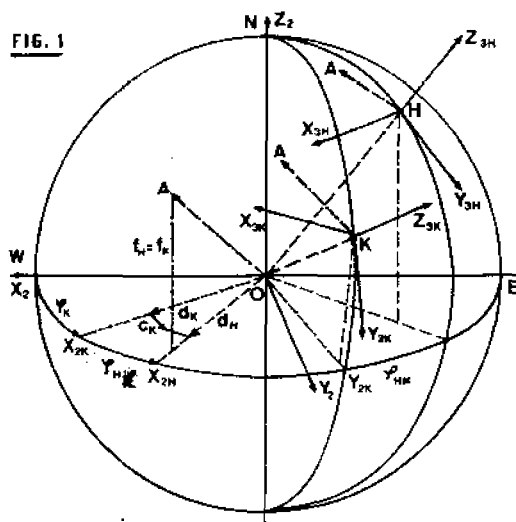
$$\begin{cases} c_K = d_H \sin \varphi_{HK} + c_H \cos \varphi_{HK} & (5'.1) \\ [5'] \quad d_K = d_H \cos \varphi_{HK} - c_H \sin \varphi_{HK} & (5'.2) \\ f_K = f_H & (5'.3) \end{cases}$$

Fórmulas que definen la condición necesaria y suficiente para que los planos sean paralelos.

• ANALEMA • BOLETIN DE LA ASOCIACION DE AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL

$$(5.1) \quad \varphi_{HK} = \lambda_H - \lambda_K = \text{diferencia de longitudes} = 15^\circ t_H - 15^\circ t_K$$

FIG. 1



De estas fórmulas se deduce:

1) La condición de paralelismo viene definida por los "coef. trigonométricos de posición" c y d y f y el ángulo φ_{HK} , que expresa la diferencia de latitudes de los puntos geométricos donde se sitúan los planos.

2) Los coef. f son iguales en planos paralelos.

3) Planos paralelos sobre un mismo meridiano tienen los "c. t. p." c , d y f iguales

Cumpléndose las condiciones indicadas se calculan a continuación los parámetros que definen un plano en el punto geográfico (K), que sea paralelo a otro dado, en el punto (H).

Se resuelven dos posiciones en función de los "c. t. p." c , d , y , f , y el ángulo φ_{HK}

A) Cálculo en el punto geográfico K (φ_K , λ_K)

de los ángulos i_K y γ_K (codeclinación) del plano A_K paralelo al A_H en el p.g. H (φ_H , λ_H)

A.1) Para el cálculo de la inclinación i_K se sigue el siguiente proceso:

Se multiplica (6.1) por $\cos \varphi_K$ y (6.2) por $\sin \varphi_K$ y restando ambas expresiones se llega a

$$\sin i_K = f_K \sin \varphi_K - c_K \cos \varphi_K \quad [7]$$

que es la fórmula buscada, teniendo en cuenta las relaciones (5) y siendo

$$c = -\sin \varphi \cdot \cos i \cdot \sin \gamma \quad [6.1]$$

$$d = \cos i \cdot \cos \gamma \quad [6.2]$$

$$f = -\cos \varphi \cdot \sin i \cdot \cos \gamma + \sin \varphi \cdot \sin i \cdot \sin \gamma$$

[14.1]

$$\begin{cases} a_1 = a_H \cdot \cos \phi_{HK} - b_H \sin \phi_{HK} \\ b_1 = b_H \cdot \cos \phi_{HK} + a_H \sin \phi_{HK} \\ m_1 = m_H \cdot \cos \phi_{HK} - n_H \sin \phi_{HK} \\ n_1 = n_H \cdot \cos \phi_{HK} + m_H \sin \phi_{HK} \\ c_1 = c_H \cdot \cos \phi_{HK} - d_H \sin \phi_{HK} \\ d_1 = d_H \cdot \cos \phi_{HK} + c_H \sin \phi_{HK} \\ f_1 = f_H \end{cases}$$

que resuelven el problema del reloj con hora de K (~~en el p.g. H~~) en un plano situado en el p.g. H y el c.t.p. meridiano de este último plano.

Ahora bien, este "V.H." corresponde también a un plano $(A)_M$ situado en un punto M que está en la meridiana de K y es paralelo a los $(A)_H$ y $(A)_K$ por cumplir con la fórmula (5). Más adelante se proseguirá con el estudio de este plano.

(2º) En función de:

- a₂) Los (c.t.p.) del plano $(A)_K$
- b₂) El ángulo Φ_{HK}

El "Vector Horario" en K es el $(P_K K)_K$ que es siempre igual a sí mismo en cualquier sistema de ejes. En este caso, sobre el plano $(A)_H$ gira el ángulo Φ_{HK} y el vector toma la forma:

$$(\overline{P_H H})_H = (\overline{P_K H})_K + \text{giro, o sea:}$$

1º) Giro del plano $(A)_K$ el ángulo Φ_{HK}

2º) Mediante las fórmulas de paso de un triedro a otro en función de Φ_{HK} y de los "c.t.p." del plano $(A)_K$ se hallan los "c.t.p." buscados. Fig. 2

$$\begin{cases} a_2 = a_K \cdot \cos \phi_{HK} + m_K \sin \phi_{HK} \\ b_2 = b_K \cdot \cos \phi_{HK} + n_K \sin \phi_{HK} \\ m_2 = m_K \cdot \cos \phi_{HK} - a_K \sin \phi_{HK} \\ n_2 = n_K \cdot \cos \phi_{HK} + m_K \sin \phi_{HK} \\ c_2 = c_K \\ d_2 = d_K \\ f_{12} = f_K \end{cases}$$

Es decir, el reloj del plano $(A)_K$ pasa a otro plano paralelo en un lugar geográfico H mediante un giro del plano $(A)_K$ sobre el $(A)_H$.

Como en el caso anterior, estos "c.t.p." también pertenecen al plano $(A)_M$

Ahora bien, dado que tanto el "V.H." (definido en el punto 1º y en el 2º) es el mismo, solo que con distintos coeficientes, se pueden igualar los "c.t.p.":

$$[14] \quad a_1 = a_2; b_1 = b_2; c_1 = c_2; d_1 = d_2; f_1 = f_2$$

lográndose con ello relacionar entre sí los "c.t.p." del plano $(A)_H$, los del plano $(A)_K$ y los ángulos ϕ_{HK} y Φ_{HK} .

(3º) Se resuelve el problema con los datos:

-a.3) Los (c.t.p.) de los planos $(A)_H$ y $(A)_K$

-b.3) El ángulo ϕ_{KL} y Φ_{LK}

siendo $(A)_L$ un plano auxiliar paralelo a los anteriores situado en un punto geográfico L , y que sea el horizontal.

Se sigue el proceso dado a continuación:

-a.3) Cálculo de las coordenadas del punto L .

Siguiendo las fórmulas (9.1) y (10.1) se tiene:

$$\begin{cases} \text{Latitud} & \sin \phi_L = f_K \\ \text{Longitud} & \tan \phi_{KL} = -d_K / c_K \end{cases} \quad [15]$$

y siendo los valores de la codeclinación $\gamma_2 = \eta/2$ e inclinación $d_2 = \eta/2$, los "c.t.p." del plano $(A)_L$

son:

$$\begin{cases} a_2 = 0 \\ b_2 = -f_L = -f_K \\ m_2 = 1 \\ n_2 = 0 \\ c_L = -\sqrt{1-f_H^2} \\ d_L = 0 \\ f_L = f_K \end{cases} \quad [16]$$

y el ángulo horario $15 t_K + \phi_{LK}$ [17]

b.3) Calculando los "c.t.p." del plano $(A)_H$ en función de los correspondientes al plano $(A)_L$ y el ángulo Φ_{LM} queda como resultado:

$$\begin{cases} a_H = a_L \cdot \cos \phi_{HL} + m_L \sin \phi_{HL} = h_H / \sqrt{1-f_H^2} \\ b_H = -(f_K \cdot j_H) / \sqrt{1-f_K^2} \\ m_H = j_H / \sqrt{1-f_K^2} \\ n_H = (f_K \cdot h_H) / \sqrt{1-f_K^2} \\ c_H = -\sqrt{1-f_K^2} \\ d_H = 0 \\ f_H = f_L = f_K \end{cases}$$

con el ángulo horario $15 t_K + \phi_{LK}$ [19]

EJEMPLO

Cálculo del ángulo ϕ_{HK} conociendo los "c.t.p." de dos planos paralelos $(A)_K$ y $(A)_H$, este último horizontal en H , y el ángulo Φ_{HK} .

Sean los "c.t.p." los correspondientes a las fórmulas (16). Aplicando (14) $m_1 = m_2$ y $n_1 = n_2$ se llega a

$$\begin{aligned} \cos \phi_{HK} &= (m_K j_K + a_K h_K) / \sqrt{(1-f_K^2)} = -d_K / \sqrt{(1-f_K^2)} \\ \sin \phi_{HK} &= (m_K j_K + b_K h_K) / \sqrt{(1-f_K^2)} = -c_K / \sqrt{(1-f_K^2)} \\ \tan \phi_{HK} &= d_K / c_K \end{aligned}$$

que es precisamente la fórmula (10.1)

A. DE VICENTE

En el anterior número de "Analema" se planteó un problema de gnomónica bajo el título de "Una Historieta de Luis Hidalgo" A continuación se presenta una solución al mismo, remitida por su autor.

SOLUCION AL PROBLEMA DEL CUADRANTE DE FRITZ

El "cuadrante de Fritz" (ver Boletín nº5) es un reloj ortomeridiano construido para la latitud de su jardín: $\varphi = 48,14^\circ \text{N}$, por lo tanto será igual que otro cuadrante horizontal situado en un punto de latitud $\varphi' = (90^\circ - \varphi) = 41,86^\circ$, que estuviese situado en el mismo meridiano que Munich. Ambos marcarían simultáneamente la misma hora.

Es bien sabido que a todo cuadrante declinante e inclinado corresponde un cuadrante horizontal "equivalente" en un punto determinado del globo terrestre. (ver p.e. "Analema nº 2)

Aquí se trata del problema inverso, o sea de hallar en un punto determinado del globo, en este caso Madrid, latitud $\varphi' = 40,40^\circ \text{N}$, y longitud $\lambda = 3,687^\circ \text{W}$, la inclinación i y la declinación d de un reloj inclinado y declinante que marque la hora local (con un desfase horario constante), o sea que el reloj horizontal complementario del de Munich sea "equivalente" a este.

En el triángulo esférico de la figura 1 conocemos:

lado $NZ = 90^\circ - \varphi' = 49,6^\circ$,

lado $NZ' = 90^\circ - \varphi = 41,86^\circ$

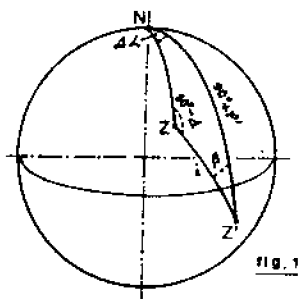


fig. 1

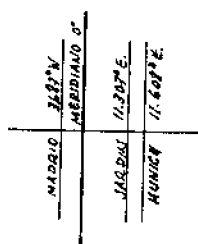


fig. 2

y podemos calcular el ángulo $ZNZ' = \Delta \lambda$, ya que el valor del ángulo ZNZ' es la diferencia de longitudes entre el lugar de emplazamiento real del reloj, en el jardín de Fritz, situado a 22,35 km. al Oeste del Observatorio de Munich y la del Observatorio de Madrid., lugar donde se colocará posteriormente el cuadrante, según el enunciado del problema.

Teniendo en cuenta la latitud de Munich, y la definición convencional del metro, el valor angular de estos 22,35 kms, medidos sobre el paralelo de Munich es, muy aproximadamente, de

$$22,35 \times (90/10.000 \cdot \cos 48,14^\circ) = 0,3014^\circ$$

Como la longitud de Munich es de $11,608^\circ \text{E}$, la del jardín será

$$11,608^\circ - 0,301^\circ = 11,307^\circ$$

La longitud de Madrid es de $3,687^\circ \text{W}$, luego

su diferencia, en grados, es

$$11,307^\circ - (-3,687^\circ) = 14,994^\circ \approx 15^\circ$$

Una vez hallado el valor del ángulo $ZNZ' = 15^\circ$ se puede resolver el triángulo indicado en la fig. 1.

Para situar convenientemente el cuadrante en su nueva posición, en Madrid, es necesario hallar los valores de i y d , para lo cual aplicaremos las conocidas fórmulas de trigonometría esférica:

$$\cos i = \cos NZ \cdot \cos NZ' + \sin NZ \cdot \sin NZ' \cdot \cos \lambda$$

$$\cos i = \cos 49,6^\circ \cdot \cos 131,8^\circ + \sin 49,6^\circ \cdot$$

$$\sin 131,8^\circ \cdot \cos 15^\circ = 0,1135$$

$$i = 83,36^\circ$$

y, una vez conocido i

$$\sin i / \sin \Delta \lambda = \cos \varphi' / \sin \beta$$

$$\sin \beta = \cos 40,4^\circ \cdot \sin 15^\circ / \sin 83,36^\circ = 0,1984$$

$$\beta = 11,44^\circ$$

y también, análogamente:

$$\sin \beta / \sin (90^\circ - \varphi') = \sin (180^\circ - d) / \sin (90^\circ - \varphi)$$

$$\sin d = \cos 41,86^\circ \cdot \sin 11,44^\circ / \cos 40,40^\circ = 0,194$$

$$d = 11,19^\circ$$

Por consiguiente debemos colocar, en Madrid, el cuadrante de Fritz sobre un plano que decline $11,19^\circ$ al Este y cuya inclinación con respecto a la horizontal sea de $83,36^\circ$ y en forma tal que la línea de las XII horas forme un ángulo de $11,445^\circ$ hacia la izquierda con la línea de máxima pendiente de este plano (fig 3)

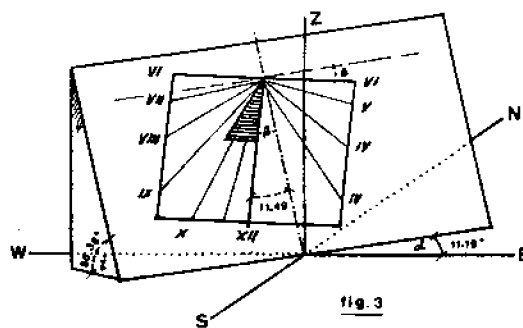


fig. 3

Conseguimos así, sin ninguna modificación, que el mismo cuadrante señale la hora local de Madrid, con un desfase horario constante, debido a los 15° de diferencia de longitudes, de una hora exacta

O sea que cuando marque las 12 horas serán realmente las 11 (siempre una hora menos)

Aunque de este modo gané a Fritz la apuesta, sin embargo le obsequié con un "cocido madrileño" (excesivo o demasiado)... y le devolví su artístico cuadrante, que aún sigue colgado en su jardín de München.

LUIS HIDALGO

En esta Sección, ya habitual, se reseñan los libros, folletos y publicaciones no periódicas relacionados con temas de Gnomónica que se consideren más interesantes por su contenido o actualidad.

EL TIEMPO VERDADERO

Título: EL TIEMPO VERDADERO.
-DE COMO PASAN LAS HORAS CON EL SOL-
Autores Texto: Rafael Soler Gayá
Fotografía: José Vicens
Signatura: ISBN 84-8637-14.7
Tamaño: 24 x 29 cms.
Páginas: 142
Edición 1ª - 1988
Publica: Editorial Formentor
Imprime: Novografic
Idioma: Español.
Prólogo: Juan Bonet
Precio 7500

El libro que aquí se reseña, publicado en 1988, constituye una nueva y excelente aportación de Rafael Soler Gayá a la bibliografía gnomónica, que tanto auge está experimentando en nuestro País.

Es un magnífico repertorio-guía de los relojes de Sol que existen en Mallorca, verdadera antología fotográfica y descriptiva de más de 100 relojes solares de todo tipo, principalmente verticales, incluyendo más de una docena de cuadrantes contruidos por él mismo o bajo su dirección.

El Dr. Ingeniero Rafael Soler Gayá no necesita ser presentado a nuestros lectores. Es Socio de Honor de nuestra Asociación y contribuye frecuentemente a este Boletín con interesantes artículos sobre Gnomónica. Es también autor del importante tratado sobre "Diseño y construcción de Relojes de Sol" cuya reseña se publicó en el número 3 de "Analema", página 19.

Este lujoso libro, que ahora comentamos, está profusamente ilustrado con más de 140 fotografías en color (muchas a página completa) de los relojes reseñados. El autor de casi todas ellas es Josep Vicens, reportero gráfico de Prensa, quien con anterioridad ha publicado el libro "Possessions", en el cual se recogen las más importantes y bellas mansiones mallorquinas y que es, sobre todo, un verdadero artista, como lo demuestran las reproducciones fotográficas que ilustran el libro.

Pero esta publicación es algo más que un bello repertorio fotográfico, por magnífico que este sea. El texto de R.Soler constituye en sí mismo un pequeño tratado de gnomónica, en el cual se incluyen datos sobre la división del tiempo en la antigüedad, una breve historia de los Relojes de Sol

e incluso unas reglas o métodos para su diseño y construcción. En el índice, que reproducimos, se refleja su contenido :

- I.- La división del Tiempo
 - I.1- A lo largo de la Historia
 - I.2- Distintas clases de horas
 - I.3- Caso de Mallorca.
- II.- Historia y uso de los Relojes de Sol
 - II.1-Elementos de que están constituidos
 - II.2- Su utilización
 - II.3- Formas y estilos
- III.- Métodos de construcción gráfica
 - III.1- Principio General
 - III.2- Determinaciones previas
 - III.3- El reloj Ecuatorial
 - III.4- El reloj Horizontal
 - III.5- El reloj Vertical
 - III.6- El reloj Lateral
 - III.7- Diseño del Calendario
 - III.8- Un ejemplo de reloj de Pastor

Por ejemplo: cuando habla de división del día, en la actualidad y entre los pueblos antiguos, y del origen del día, fijado este a algún fenómeno astronómico tal como la salida o puesta del Sol, Mediodía o Medianoche (en la localidad donde se mide), indica que la combinación de estos factores dió origen a diferentes "horas", basadas en la división del día completo (día + noche) en 24 partes, o bien del día (período de iluminación solar) en 12 partes,

Así, han sido empleadas los siguientes tipos de "horas": babilónicas, itálicas, desiguales o planetarias, iguales o equinocciales, canónicas etc.. constituyendo cada una de ellas un sistema de medición del "tiempo": verdadero, local, medio, civil, oficial, universal y aún sin mencionar las horas sidéreas o tiempo astronómico.

La última parte constituye, como ya se ha indicado, un pequeño tratado de Gnomónica, que será sumamente útil al aficionado o curioso lector que desee comprender el fundamento de estos relojes solares, e incluso emprenda la construcción de alguno de los diversos tipos que se exponen.

En resumen: Un excelente libro, tanto por su contenido como por su cuidada presentación gráfica, que prestigia a sus autores y a la editorial. M.L.

Tenemos la satisfacción de continuar esta Sección, en la que ahora se recogen dos trabajos de colaboración que nos envían nuestros asociados J. del Buey y N. Marquet, presentados y comentados por P.D.

EL RELOJ-TRIBUNA DE SIRACUSA

En un anterior número de "ANALEMA" se publicó un conocido epigrama, en griego aunque atribuido a Trajano, que establecía la semejanza entre un reloj de horas desiguales y un rostro humano, con una larga nariz, enormes dientes y labios apartados, formados por el gnomon, las líneas horarias y las dos curvas sosticiales.

Seguiremos el camino griego -stricto sensu, evidentemente- insertando ahora un texto de PLUTARCO, que nos ha sido señalado por Jacinto del Buey, en el cual se menciona, aunque sea tangencialmente, un enorme reloj de Sol.

En su "VIDA DE DION" nos describe las luchas, intrigas, traiciones y batallas que acontecían en la ciudad de Siracusa en tiempos de Dionisio el Joven.

He aquí lo que nos cuenta el Queronense:

".... Había debajo de la Ciudadela y de la Pentapile un RELOJ DE SOL dispuesto por Dionisio, elevado y en una parte que se descubría desde lejos.

Subió a él y arengó al pueblo, exhortando a los ciudadanos a recobrar la libertad.(?) Estos, con muestras de gratitud y aprecio nombraron a ambos generales, con absoluto poder (?), y a su voluntad y ruego eligieron otros veinte magistrados"

".... Parecióles a los adivinos otra vez que el haber tomado Dion bajo sus pies aquello en que tenía puesto su vanidad Dionisio y había sido por él consagrado era una señal muy plausible, pero por cuanto era un RELOJ DE SOL en el que estaba subido cuando fué nombrado general, temían que su suerte no fuese sino una repentina mudanza..."

Gran tamaño debería tener el reloj de Dioniso para ser usado como tribuna, y además visible a gran distancia. Posiblemente pudo ser un reloj de obelisco erigido sobre una gran plataforma.

Y acertados estuvieron los adivinos: Dion tuvo un azaroso final, muriendo asesinado a manos de los partidarios de Calipo.

Las líneas anteriores, han sido tomadas de las "VIDAS PARALELAS" de Plutarco, Tomo X página 36, de la edición publicada por Calpe en 1921 en la que se revisaba y corregía la traducción del griego realizada en su día por A. Ranz Romillo. P.D.

SANCHO PANZA, ASTRONOMO

Nicole Marquet nos ha remitido varias hojas de una edición francesa del Quijote, traducido y anotado por Louis Viardot y con grabados de G.Doré; concretamente, el capítulo XX que se refiere a:

De l'aventure inouïe qui mit à fin le valeureux Don Quichotte, avec moins de péril que n'en courut en nulle autre nul fameux chevalier

Este capítulo, como es bien sabido, explica la Aventura de los Batanes. Transcribimos unos párrafos del mismo, en su idioma original:

"..... y ya que del todo no quiere vuestra merced desistir de acometer este fecho, dilátelo, a lo menos hasta la mañana, que a lo que a mi me muestra la ciencia que aprendí cuando era pastor, no debe haber desde aquí al alba tres horas, porque la boca de la bocina está encima de la cabeza, y hace la media noche en la línea del brazo izquierdo.

¿ Como puedes tú, Sancho, -dijo Don Quijote-, ver donde hace esa línea, ni ver donde está esa boca o ese colodrillo que dices, si hace la noche tan oscura que no parece en todo el cielo estrella alguna ?

Así es, -dijo Sancho-, pero tiene el miedo muchos ojos y vee las cosas debajo de tierra y cuanto más encima, en el cielo..... "

La nota marginal de L.Viardot, objeto de este comentario, dice así:

"Los pastores españoles llaman "La Bocina", (le cor de chasse) a la constelación de la Osa Menor. Esta constelación se compone de la Estrella Polar, que permanece inmóvil, y de otras siete estrellas que giran a su alrededor y que forman como la imagen de un cuerno de caza. Para averiguar la hora, los pastores imaginan una cruz o un hombre con los brazos extendidos, y con su cabeza, piés, brazo derecho y brazo izquierdo. En el centro de esta cruz está la Estrella Polar. Las horas de la noche se determinan precisamente por el paso de la estrella que forma "la boca de la bocina" por estos cuatro puntos principales. En el mes de Agosto, época de esta aventura, la línea de medianoche está efectivamente en el brazo izquierdo de la cruz, por lo que cuando la boca de la bocina llega sobre la cabeza no quedan mas que dos a tres horas hasta amanecer. El cálculo de Sancho es bastante exacto." P.D.

Continuamos la sección iniciada en "Analema" n°5 con un nuevo programa para el cálculo de la declinación de un muro mediante la determinación del instante en el que los rayos del Sol inciden perpendicularmente al muro, explicado en el número 1 de "Analema". El programa está escrito en Basic

PROGRAMA PARA EL CALCULO DE LA DECLINACION DE UN MURO

J. DE LA CALLE

Cuando se trata de diseñar un reloj de Sol vertical, la declinación del muro que lo ha de soportar es un dato básico, del mismo orden que la latitud o la longitud del lugar.

La declinación del muro se puede calcular con gran precisión utilizando el procedimiento descrito en el "Analema" 1, página 12, basado en el dato del instante en que el Sol está en un plano perpendicular al muro, que se puede observar con facilidad con la ayuda de la sombra del borde de un balcon, por ejemplo.

Para estos cálculos se necesita del conocimiento de la declinación del Sol y de la ecuación del tiempo de ese día. Esto puede obtenerse con exactitud del Anuario de un Observatorio Astronómico, que no siempre se tiene al alcance de la mano. También se puede calcular mediante un sencillo programa como el que proponemos, que se puede ejecutar en un ordenador personal, dando un grado de precisión más que suficiente para nuestro propósito.

1. PREPARACION DEL PROGRAMA

Comienza con la entrada de datos de la latitud y longitud del lugar, así como fecha y hora del instante en que el Sol estuvo en un plano perpendicular al muro.

A continuación se define un coeficiente de conversión de grados a radianes, para que el ordenador pueda manejar las expresiones trigonométricas, y se hace la reducción de los datos de entrada a expresiones decimales,

2. CALENDARIO

El siguiente paso consiste en calcular el número de días del año. Para ello se calcula primero el número de días que suman los meses anteriores, por un método iterativo mediante el bucle de la expresión 220. A este se le suma el número del día del mes, restando una unidad con el fin de que la cuenta se lleve a partir del día 0 del Año, y además se suma medio día porque es más conveniente hacer los cálculos para las 12 horas, por ser más próximo al instante deseado.

En Astronomía es usual medir la distancia entre dos fechas en Días Julianos (un año juliano consta de 365,25 días) para evitarse la cuenta de los años bisiestos, y por otra parte el día juliano

comienza a las 12 horas con el fin de que los sucesos que se observen durante la noche estén en el mismo día juliano. En nuestro caso utilizaremos la referencia como día 0 el 1 de enero del año 2000 a las 12 horas.

La instrucción 260 calcula los siglos julianos a razón de 365,25 días por año de la diferencia de fecha con el año 2000, más el número N del día del año, mas medio día, más las décimas B de los períodos de 4 años calculadas en la instrucción 240, menos 1 para tener el origen como día 0, todo ello dividido por el número de días julianos de un siglo.

Además hay que hacer una corrección para el caso de que el año en cuestión sea bisiesto (B=0), que habrá que añadir un día más, el 29 de febrero, en la cuenta de los días (instr. 250).

3. HORASIDEEA

Para calcular la Ecuación del Tiempo es preciso calcular previamente la Hora Sidérea HS y la ascensión recta AR, pues aquella es la diferencia entre estas. La ascensión recta es equivalente al ángulo que forma el meridiano cero con el punto de Aries (21 de Marzo). Es decir que cuando el Sol esté en el punto de Aries la ascensión recta del Sol será 0 y la hora sidérea del meridiano cero (fig 1) será unos minutos menos de las 12 horas. Esta pequeña diferencia es la ecuación del tiempo.

La hora sidérea del día deseado se calcula añadiendo a la hora sidérea del día 1-1-2000 el incremento habido en estos siglos julianos, ajustando después su valor al intervalo de 0° a 360° (instr. 290)

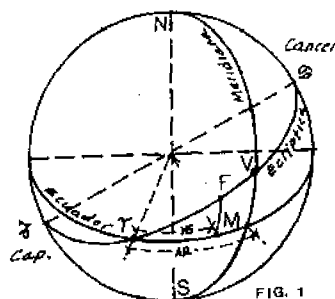


FIG. 1

4. ASCENSION RECTA Y DECLINACION

Las instrucciones 310-340 calculan los valores de la oblicuidad de la eclíptica OBL, longitud media LM y longitud del Perigeo LP para el día elegido, a partir de los valores del día 1-1-2000. Con estos datos se calcula, en primer lugar, la anomalía media como diferencia en-

entre la longitud media y la longitud del perigeo, $AM=LM-MP$, que representa el arco que habría recorrido el Sol desde el perigeo si la órbita fuese circular y por tanto la velocidad angular fuese constante. (Fig. 2)

De la anomalía media se puede deducir la anomalía excéntrica que representa el ángulo en una órbita circular cuando la velocidad angular no es constante y sigue la ley de Kepler, $AE = AM + EX * \sin AE$ en la que EX es la excentricidad de la órbita aparente del Sol. Esta ecuación se resuelve por aproximaciones sucesivas, procedimiento muy fácil para el ordenador, que se ejecuta mediante un bucle de 10 pasos (instr. 370-380)

Conocida aquella se calcula la anomalía verdadera o ángulo que forma con el perigeo el radio vector del astro

$AV = 2 * \arctg \left[\frac{(1+e)}{(1-e)} \right] * \frac{AE}{2}$, y por lo tanto la longitud verdadera a partir del punto Aries será: $LE=LP + AV$ con lo cual queda bien definida la posición del Sol sobre la eclíptica.

Para obtener la ascensión recta y la declinación habrá que resolver el triángulo esférico rectángulo formado por la eclíptica, el ecuador y el meridiano (fig 1), (instr. 420 y 440). La instrucción 430 precisa el salto a la subrutina 910 para poder realizar la función del arco seno (no disponible en el ordenador) a través de la función del arco tangente.

5. ECUACION DEL TIEMPO Y PASO POR LA MERIDIANA

La ecuación del tiempo ET es la diferencia entre la ascensión recta y la hora sidérea aumentada en 12 horas. Las instrucciones 489-490 proporcionan un ajuste necesario, pues en el solsticio de primavera (21 de marzo) se produce un descenso brusco de la ascensión recta desde las 24 a las 0 horas. La descomposición en minutos y segundos permite una lectura más fácil.

La hora de paso PM del Sol por la meridiana se obtiene por la instrucción 530 y será: 12 horas, más el valor de la ecuación del tiempo y más el tiempo que tarda el Sol en ir desde el meridiano cero al meridiano del lugar.

6. DECLINACION DEL MURO

El Programa pide la hora y minutos en Tiempo

Universal del instante de observación de la sombra, de acuerdo con el procedimiento descrito en el número 1 de "Analema". Se calcula en primer lugar el inter-valo de tiempo I que transcurre desde el instante en que el Sol está en un plano perpendicular al muro hasta que pasa por la meridiana del lugar

Obtenido este valor se calcula la declinación del muro por la fórmula:

$$\lg DP = \frac{\sin I}{(\sin F * \cos I - \cos F * \sin D)}$$

7. HORA Y ANGULO DE LA SUBESTILAR

La hora de la subestilar se obtiene directamente por la fórmula $\lg H = \lg DP / \sin F$ y el ángulo que forma con la vertical por: $\sin WS = \sin HE * \cos F$, pero como la medida de los ángulos no es cómoda, se prefiere dar la distancia a la vertical de un punto en el que $y = 100$

PROGRAMA

```
100 CLS:PI=3.141592:RAD=PI/180:N=0
110 INPUT "    LATITUD (gr,mt)= ",GF,MF
120 INPUT "    LONGITUD (gr,mt)= ",GL,ML
130 INPUT "    FECHA (d,m,a)= ",DIA,MES,AN
140 F=(GF+MF/60)*RAD:LD=GL+ML/60
200 REM ***** CALENDARIO *****
210 DATA 00,31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,30
220 FOR J=1 TO MES:READ M:N=N+M:NEXT J
230 N=N+DIA-1+.5*(DIA del AÑO y hora
240 B=AN/4-INT(AN/4):IF B=0 THEN B=1
250 IF B=1 AND MES>2 THEN N=N+1
260 SJ=((AN-2000)*365.25+.5*(N-B))/36525
270 REM *** CALCULO DE LA HORA SIDÉREA ***
280 HS=100.4607+36000.774*SI
290 HS=360*(HS/360-INT(HS/360))
300 REM *** VALORES para el DIA del año *****
310 OBL=.4091-.00023*SI:'OBLICUIDAD eclipt.
320 LM=4.895063+628.332*SI:'LONGITUD MEDIA
330 LP=4.9382+.03*SI:'Longitud del PERIGEIO
340 EX=.01671:'EXCENTRICIDAD de la órbita
350 REM ***** CALCULO DE ORBITA *****
360 AM=LM-LP:AE=AM:'ANOMALIA MEDIA
370 FOR I=1 TO 10:'Ley de KEPLER
380 AE=AM+EX*SIN(AE):NEXT I
390 AV=2*ATN((1+EX)/(1-EX))*TAN(AE/2)
400 LE=LP+AV:'LONGITUD del Sol en la ECLIPTICA
410 IF LE<0 THEN LE=LE+2*PI
420 SN=SIN(OBL)*SIN(LE)
430 GOSUB 910:D=AS:'DECLINACION del SOL
440 AR=ATN(COS(OBL)*TAN(LE)):'ASCENSION RECTA
450 IF COS(LE)<0 THEN AR=AR+PI
460 IF AR<0 THEN AR=AR+2*PI
470 AR=AR/RAD:ET=AR-HS-180:'ECUACION DE TIEMPO
480 EA=ABS(ET):IF EA<5 THEN GOTO 500
490 AR=AR+360:ET=AR-HS-180:EA=ABS(ET)
500 SI=SGN(ET):ES=EA*4
510 EM=INT(ES):FM=INT((ES-EM)*60)
520 REM *** Hora de PASO por la MERIDIANA ***
530 PM=180+ET+LD:HPM=PM/15:HP=INT(HPM)
540 MP=INT((HPM-HP)*600)/10:PRINT
550 PRINT "-----VALORES CALCULADOS"
560 PRINT "DECLINACION ":USING "###.##":D/RAD
570 PRINT "ECUACION TIEMPO ":SI*EM;"m":FM;"s"
580 PRINT "PASO por MERIDIANA ":HF;"h":MP;"m"
590 PRINT "DECLINACION DEL MURO"
610 INPUT "INSTANTE SOL/PERPEN.(h,mt)=":HPP,MPP
620 PP=HPP+MPP/60:I=(PP-HPM)*15*RAD:'Intervalo
630 TDP=ATN(I)/(SIN(F)*COS(I)-COS(F)*TAN(D))
640 DP=ATN(TDP):HE=ATN(TDP/SIN(F)):'Hora Subst.
650 SN=SIN(HE)*COS(F):GOSUB 910:WS=AS
660 XS=100*TAN(WS):YS=100:'Coordenad. Subestilar
670 PRINT "DECL. MURO (gr)":USING "###.##":DP/RAD
680 PRINT "HORA SUBES.":USING "###.##":HE*4/RAD
690 PRINT "Coorden. SUB. ":INT(XS*10)/10:"/":YS
900 PRINT:PRINT:END
910 REM Algoritmo de arco seno SN=SIN(AS)
920 W=SN/(1+SQR(1-SN*SN)):AS=2*ATN(W):RETURN
```

NOTAS Y COMENTARIOS

1. MANUSCRITOS SOBRE RELOJES SOLARES

Jose Luis Basanta es autor del libro "Relojes de Piedra en Galicia" y figura muy conocida por sus investigaciones históricas, muy especialmente de temas relacionados con Gnomónica, Relojería y Mecanismos, sobre los cuales ha publicado varios libros y escritos. Entre ellos figuran "Relojeros de España" y "Bibliografía Relojera". Es Socio de Honor de nuestra Asociación.

Recientemente ha presentado a la Real Academia de San Fernando un importante trabajo de investigación denominado "Manuscritos Relojeros" del cual nos ha remitido una separata.

En este interesante trabajo se reseñan, de forma muy completa y minuciosa, 45 manuscritos, la mayor parte del siglo XVIII, y algunos del siglo anterior. (Se incluyen entre ellos cuatro que se refieren a relojes mecánicos).

Se recogen 16 manuscritos de autor desconocido, 13 de miembros de congregaciones religiosas, de los cuales 9 son jesuitas y 4 de órdenes menores, 5 del clero secolar y el resto de matemáticos, astrónomos y gnomonistas, e incluso 1 de un médico y 2 de autores árabes.

Estos escritos se hallan en Las Bibliotecas de La Real Academia de la Historia, Biblioteca de Palacio, Biblioteca Nacional, U. Pontificia de Comillas, Universidades de Barcelona, Valencia y Zaragoza, Real Academia Gallega, Biblioteca del Escorial y alguna otra de propiedad privada.

Aunque no ignoramos que, por diversas razones, principalmente económicas, es extremadamente difícil, sería deseable que alguno o algunos de estos manuscritos pudiesen ser editados, o reproducidos en edición facsimilar y comentada, para uso y disfrute de los numerosos gnomonistas que se interesan por estos temas históricos.

Felicitemos sinceramente a J.L. Basanta por este trabajo que muestra, como los anteriores, su alto nivel como investigador y científico.

2. CAZA Y PESCA DE CUADRANTES

A partir de este número 6 de "Analema" insertaremos una relación de algunos de los numerosos relojes que han sido localizados por nuestros comunicantes, independientemente de que estén o no recogidos en publicaciones o guías, en cuyo caso haremos referencia a las mismas.

Si alguno de nuestros Asociados se interesa por un cuadrante determinado puede indicárnoslo, y le pondremos en contacto con el "Cazador-Pescador" que haya cobrado (en sentido cinegético) la pieza.

Comenzamos con algunos de los que han sido reseñados por nuestro asociado y corresponsal en Pamplona, Dr. Soteras Elía.

En Pamplona

- Catedral
- San Francisco Javier
- Calle San Nicolás
- Calle del Valle del Baztán
- Calle Bartolomé de Carranza
- Club de Tenis -

En el resto de Navarra:

- | | |
|-------------|-----------------------|
| -Aoiz | -Gorriti |
| -Astrain | -Ibárricu |
| -Cascante | -Iturmendi |
| -Cáseda (2) | -Mendigorría |
| -Castejón | -Olite |
| -Corella | -Redin |
| -Echalar | -Salinas de Ibargoiti |
| -Escaroz | -Torres del Río |

En total 23 relojes, de los cuales algunos son verdaderos ejemplares, por su fecha de construcción, armonioso diseño y buen estado de conservación (por ejemplo el de Salinas de Ibargoiti, del cual publicamos un dibujo en el Boletín anterior).

3. TABLAS Y EFEMERIDES

Algunos asociados nos han sugerido la conveniencia de publicar anualmente unas tablas en las que figuren los valores de la Declinación Solar y de la Ecuación del Tiempo. Aunque estos valores pueden encontrarse en los Anuarios o Efemérides astronómicas, en lo sucesivo publicaremos en los números del Boletín que correspondan al mes de Diciembre las tablas de declinaciones solares y ecuación del tiempo, de día en día y para todo el año siguiente.

Estas tablas han sido calculadas con ordenador por M.M. Valdés. Los valores de E.T. se aproximan hasta segundos (de tiempo, como es natural), y la declinación se expresa en grados y decimales hasta centésimas de grado, precisión muy sobrada para las necesidades usuales de los gnomonistas.

Recordamos que en el número 3 de "Analema" paginas 3 y 4 se expone otro sistema para hallar estos valores partiendo de una tabla base, con las correcciones oportunas referentes al año en que se deseen obtener, como allí se explica en detalle.

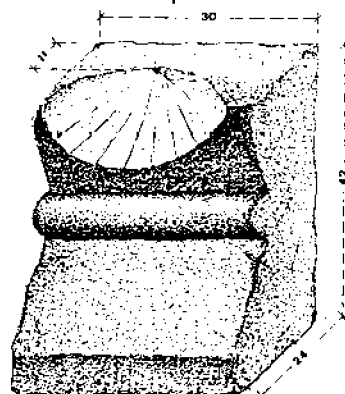
Recordamos también que normalmente son suficientes los valores medios de estos parámetros que figuran en casi todos los tratados de Gnomónica

NOTAS Y COMENTARIOS

4. NOTA SOBRE EL RELOJ DE SEGOBRIGA

M.M. Valdés ha efectuado un estudio muy completo sobre el diseño y disposición de este interesante reloj romano, que actualmente se encuentra en el Museo Provincial de Cuenca.

El Director del mismo, M. Osuna Ruiz, nos ha comunicado que se está efectuando un análisis petrográfico del reloj con



objeto de obtener una identificación más precisa de su procedencia.

En el dibujo que se adjunta, acotado en centímetros, pueden verse sus dimensiones generales.

En un próximo Boletín será publicado el estudio, anteriormente citado, de M.M. Valdés, en el que figura una descripción detallada del mismo.

5. DE MUSEISTICA

Reseñamos a continuación algunos importantes museos en los que se encuentran secciones dedicadas a instrumentos matemáticos antiguos y relojes solares:

-En Basilea: Como anexo al Museo Histórico de Basel. Elizabethstraße 27, se encuentra la denominada Haus zum Kirchgarten,

Este museo contiene unos 160 relojes solares, de los siglos XVI al XVII. Algunos son cuadrantes clásicos de jardín, pero la mayor parte son relojes portátiles o de bolsillo.

- En La Chaux-de-Fonds está el famoso Musée Internationale d'Horlogerie. 29 Rue des Musées.

Aunque dedicado principalmente a los relojes mecánicos, también pueden verse ejemplares de relojes solares del siglo XVI.

-En Cambridge el "Whipple Museum of the History of Science". Free School Lane, Cambridge, posee una de las más importantes colecciones de relojes solares. En su catálogo se recojen cerca de 400 relojes, nocturlabios y cuadrantes incluso varios ejemplares de relojes y astrolabios árabes.

-En París existe una colección bastante extensa de relojes, tanto mecánicos como solares, en el "Musée National des Techniques", 292, Rue Saint Martin, anejo al Conservatoire National des Arts et Métiers, instalado en el notable edificio del antiguo priorato de Saint Martin-des-Champs.

6. VIÑETAS Y COLOFONES

Atendiendo a las preguntas formuladas sobre la procedencia de las viñetas que figuran como colofón en la última página de estos Boletines Informativos hacemos constar la procedencia de las mismas.

En el "Analema" número 4 figura un divertido dibujo de nuestro asociado A. del Campo y Francés en el que se muestra el asombro del hombre primitivo al comprobar la variación de la longitud de las sombras en el transcurso del día, probable origen de los relojes solares.

En el número 5 se reproduce un dibujo del tratado de gnomónica del año 1516 "Dialogo del molto rever. P. Don Gio Battista Vimercato", que muestra el modo de trazar los "signos" o sea las trayectorias diarias cuando el Sol entra en cada uno de los signos del Zodiaco.

Finalmente, en el presente Boletín Número 6 se reproduce un grabado del 1762 que muestra una hipotética reconstrucción de la famosa Torre de Los Vientos, o Torre Antonina, de Atenas. Como es sabido esta torre contenía primitivamente una enorme clepsidra o reloj de agua y posteriormente le fueron añadidos los relojes solares que figuran en el grabado y que siguen existiendo en la actualidad, aunque casi no quedan rastros de la primitiva clepsidra.

7. RELOJES SOLARES EN LA PROVINCIA DE GUADALAJARA

Nuestro asociado José Esteban Esteban es un activísimo investigador, que ha localizado varios centenares de cuadrantes en el curso de sus incansables viajes profesionales por todo el territorio nacional. Como ejemplo publicamos una parte de sus hallazgos en la provincia de Guadalajara

-Algar de Mesa (2)	-Huetos
-Azañon	-La Toba
-Bujarrabal (?)	-Maranchon
-Cabanillas del Campo	-Mochales
-Campillo de Ranas (3)	-Peralejo de las Truchas
-Campisábalos (2)	-Pozancos
-Córcoles (Monsalud,2)	-Retiendas (Bonaval,2)
-Durón	-Sigüenza
-Guijosa	-Tamajon (3)
-Horna	-Torrubia
-Huérmeces del Cerro	-Trillo

Si algún otro buscador de relojes conociese más cuadrantes en esta Provincia, le rogamos que nos lo comunique, para completar este repertorio.

RESUMEN DE LOS ARTICULOS PUBLICADOS EN ESTE BOLETIN

LOS ARTICULOS PUBLICADOS CON SEUDONIMO O CUYO
AUTOR SE DESCONOZCA SE SEÑALAN CON EL SIGNO (?)

2/9

EL "Libro de Relojes Solares" de Pedro Roiz

M. LOMBARDERO

Indica el autor de este artículo que en la actualidad es posible acceder con relativa facilidad a los textos antiguos de gnomónica, gracias a las ediciones en facsímil y fotocopias. Comenta extensamente el contenido de uno de estos antiguos y clásicos textos en lengua castellana: el "Libro de Relojes Solares", editado en 1576, y del que es autor el canónigo valenciano, Pedro Roiz. Aporta unos pocos datos biográficos del mismo y reproduce numerosas tablas, grabados y construcciones gráficas de relojes. En el capítulo final explica como Roiz calculaba, según sus "reglas", las tablas incluidas en su libro.

10/11

El Reloj Solar de la escuela Náutico-Pesquera de Palma de Mallorca

R. SOLER GAYÁ

En una nueva sección del Boletín, que se titula "REALIZACIONES" se presenta un notable reloj solar armillar, de grandes dimensiones, que ha sido diseñado y construido por R. Soler, incansable constructor de relojes en todo el archipiélago Balear y autor de un excelente libro de gnomónica, que hemos reseñado en números anteriores de este Boletín.

Incluye un croquis acotado con las dimensiones principales y unas explicaciones complementarias que aclaran su funcionamiento. El reloj está construido fundamentalmente de hormigón armado; una descripción de los materiales y mecanismos aclaran el proceso constructivo del conjunto.

Este reloj permite conocer la hora solar (tiempo verdadero), la hora en tiempo medio correspondiente al huso horario donde está instalado y lleva también calendarios zodiacal y gregoriano.

12/14

Teoría de los Planos Paralelos

A. DE VICENTE

Con el nombre de "Teoría de los planos paralelos" se expone en este artículo un método analítico que permite hallar un reloj equivalente a otro dado, para condiciones arbitrarias de posición de su plano y -como caso particular de la misma- el reloj horizontal equivalente a otro declinante e inclinado. Se utiliza la misma notación y formulación matemática que en otros artículos anteriores del mismo autor.

15/15

Solución al "Problema de Fritz"

L. HIDALGO

En el Boletín nº 5 se planteó un problema referente a la posición de un cuadrante vertical meridional que debía seguir marcando la hora, sin modificar su trazado, después de un cambio de situación en longitud y latitud. Su autor, Luis Hidalgo, presenta aquí la solución al mismo.

16/16

Reseña de publicaciones: "El Tiempo Verdadero"

EDITOR

El libro que se reseña constituye un importante y esplendidamente ilustrada antología de relojes solares. Contiene más de cien bellas ilustraciones en color de todo tipo de cuadrantes que se encuentran en su casi totalidad en Mallorca. Sus autores son el ingeniero R. Soler Gayá y el fotógrafo y periodista José Vicens. Está publicado por Editorial Formentor.

17/17

Literatura y Gnomónica

J. DEL BUEY., N. MARQUET, Y P.D. (?)

En esta habitual sección P. D. comenta un texto de Plutarco (Vida de Dion), en el cual hay una referencia a un reloj solar de grandes dimensiones. Nos ha sido señalado por J. Del Buey.

También se presenta el pasaje del "Quijote" referente a la Aventura de los Batanes, y el comentario que al mismo hace L. Viardot, autor de una excelente traducción francesa. Ha sido comunicado por N. Marquet, asociada corresponsal de nuestra Asociación en París.

RESUMEN DE LOS ARTICULOS PUBLICADOS EN ESTE BOLETIN

LOS ARTICULOS PUBLICADOS CON SEUDONIMO O CUYO
AUTOR SE DESCONOZCA SE SEÑALAN CON EL SIGNO (?)

18/19 Programa para el cálculo de la declinación de un muro J. DE LA CALLE

Prosiguiendo la publicación de sencillos programas informáticos, escritos en Basic, se presenta el que ha sido recientemente elaborado por J. De la Calle. Permite el cálculo de los parámetros necesarios para hallar la declinación de un muro, según el método expuesto en "Analema" nº2 por el mismo autor, o sea mediante la determinación de la hora solar cuando la sombra arrojada por un gnomon perpendicular al muro es vertical. El programa calcula la hora solar y azimut correspondiente a la hora civil del instante de la observación, y finalmente el ángulo de declinación del muro vertical.

20/21 Notas y comentarios REDACCION

En esta sección se exponen las noticias y comentarios enviados por nuestros lectores.

Comienza refiriéndose a una publicación de J.L Basanta sobre algunos manuscritos que tratan de temas de relojería, en su mayoría relojes solares. Gran parte de estos manuscritos no han sido publicados con anterioridad. - Sigue una relación de cuadrantes de Navarra, remitida por el Dr. Soteras Elía. - Figura a continuación la indicación de que en los Boletines del tercer cuatrimestre del año se publicará en lo sucesivo unas Efemérides con la declinación solar y Ecuación del Tiempo para todos los días del año próximo. - Se inserta una Nota sobre el reloj romano de Segórbiga, actualmente en el Museo Provincial de Cuenca. - Bajo el título "De Museística" se indican las direcciones y contenido de algunos de los museos que poseen mayores fondos de ejemplares de cuadrantes y relojes solares. - Se aclara la procedencia de los colofones y viñetas que figuran en la contraportada de los boletines. - Finalmente se inserta una relación, aportada por J Esteban, de relojes solares existentes en la Provincia de Guadalajara.

24 ABSTRACTS

Reseña, en inglés (?), de los temas tratados anteriormente. Su contenido no es traducción literal ni corresponde exactamente al presente "resumen de artículos publicados" en este número de *Analema*.

25 EFEMERIDES

Tablas diarias de las declinaciones solares y valores de la Ecuación del Tiempo para 1993

LA ASOCIACION DE AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL NO SE
HACE RESPONSABLE DEL CONTENIDO DE LOS ARTICULOS
PUBLICADOS EN ESTE BOLETIN . SU REPRODUCCION ESTA
PERMITIDA CITANDO SU PROCEDENCIA, EXCEPTO EN LOS CASOS
EN LOS QUE SE MENCIONE LA EXISTENCIA DE ©, DERECHOS DE
AUTOR O CUALQUIER OTRO IMPEDIMENTO LEGAL, DE ACUERDO
CON LAS LEYES INTERNACIONALES DE PROPIEDAD INTELECTUAL

PARA ASUNTOS RELACIONADOS CON LAS PUBLICACIONES DE ESTA ASOCIACION, INCLUSO ESTE BOLETIN, PUEDE DIRIGIRSE LA
CORRESPONDENCIA AL DOMICILIO SOCIAL O BIEN A LOS SIGUIENTES ASOCIADOS, QUE FORMAN PARTE DEL COMITE DE PUBLICACIONES .

PRESIDENCIA.....	LUIS HIDALGO	Pz. PABLO GARNICA 1	28030-MADRID
SECRETARIO.....	MANUELLOMBARDERO	ISAAC PERAL 48	28040-MADRID
BIBLIOGRAFIA.....	JESUS DE LA CALLE	PASEO YESERIAS 11	28005-MADRID
TESORERIA.....	JAIME VELILLA	STA. FELICIANA 14	28010-MADRID

A B S T R A C T S

2 THE "LIBRO DE LOS RELOJES SOLARES" BY PEDRO ROIZ

The "Sun Dial Book" was published in 1576 by Pedro Roiz, by then a priest, who become later a canon of the Valencia Cathedral. It is one of the earliest gnomonic texts writted in plain Spanish language, not in latin, where equal or equinoctial hours are used. (The "Libros del Saber de Astronomia" by King Alfonso el Sabio, dated 1250, are also in Castilian language, but non-equal hours are used)

M. Lombardero comments a 1985 facsimil edition of this book, pointing out some similarities and divergences with others contemporary texts, as Oronce Finé's and Ioan Paduano's, who were quoted by Pedro Roiz. As a mater of fact he states that even thought Roiz knew those texts, his "Libro de Reloges" was an original and worthwhile achievement. Several reproductions of figures and Tables are presented.

10 THE "ESCUELA NAUTICO PESQUERA DE PALMA DE MALLORCA" SUNDIAL

R. Soler Gayá has recently designed a huge sundial, by now erected on the fields of Palma de Mallorca Nautic and Fishing School. It is an armillar equatorial dial, with a profilated gnomon and movable analema. Local, solar, and mean-time hours can be read. It has also both zodiacal and gregorian calendars.

In the article, illustrated with a figure, its dimensions, construction materials and use are explained

12 PARALLEL PLAN THEORY

With this not too much explicit title, A. De Vicente exposes a mathematical method to find the "equivalent dial" for a previously fixed declining and inclinating one, in another geographical position. The "equivalent dial" has to be set out whit the new calculated inclination and declination but the hours lines must be rearranged.

15 SOLVING THE "FRITZ PROBLEM"

In "Analema" nº.5 L Hidalgo posed a problem, born because of a bet with with his friend Fritz., as he declared... Now he explains how to solve that problem. (But did he win the bet ?)... Of course without using the theory exposed on the preceding article !

16 PUBLICATIONS REPORT: "EL TIEMPO VERDADERO"

The over-mentioned, however friend, R. Soler Gayá has published a very beautiful and generously illustrated repertoire of Majorcan Sundials. The grace and pose of old dials and buildings are enhanced by J. Vicens with more than a hundred splendid colour pictures. A very beautiful book, indeed

17 GNOMONICS AND LITERATURE

A Plutarcus text (Life of Dion) and a litle fragment of Cervantes's "Don Quixote" are commented. by P. Dantillo (?). The first text has been selected by J. Del Buey and the second one by N. Marquet.

18 WALL DECLINATION COMPUTERIZED CALCULUS

J de la Calle has already published, in ours Bulletins, some programs dealing with Gnomonics and Astronomy. By now he is going on with this one, suitable for beginners as it is written in Basic.

The method to calculate the wall declination is the same exposed in "Analema" nº2, but parameters and finally the declination angle are easily and quickly calculated, (provided that you can have access to a compatible computer, obviously !).

NOTES AND REMARKS

This is a gossip section where ours readers commentaries are mollified and (eventually) published

In this issue: -1. Some old sundials Manuscripts. -2. Hunting and fishig (Sundials, of course). -3. Tables and Ephemerides. -4. Note about the Segorbiga Sundial. (A Roman dial now in Cuenca Museum). -5. De Museística. -6. Vignettes and colophons. -7. Some Sundials extant at the Guadalajara Province.

A continuación se presentan las tablas de la Ecuación del Tiempo y de los valores de la declinación solar para el año 1993. Han sido calculadas por M.M. Valdés mediante un programa de ordenador. Los valores de la declinación se expresan en grados y decimales de grado y la E.T. en minutos y segundos.

AÑO 1,993 ECUACION del TIEMPO y DECLINACION a las 12 T.M.U.

enero			febrero			marzo			abril			mayo			junio			
e.t.	decl.		e.t.	decl.		e.t.	decl.		e.t.	decl.		e.t.	decl.		e.t.	decl.		
1	-3 39	-22.977	-13 38	-17.013		-12 21	-7.473		-3 52	4.654		2 56	15.165		2 12	22.093	1	
2	-4 7	-22.888	-13 45	-16.725		-12 9	-7.091		-3 34	5.039		3 2	15.464		2 3	22.224	2	
3	-4 35	-22.792	-13 52	-16.431		-11 57	-6.708		-3 17	5.422		3 9	15.759		1 53	22.348	3	
4	5 2	-22.688	-13 58	-16.133		-11 44	-6.324		-2 59	5.804		3 15	16.050		1 43	22.466	4	
5	-5 29	-22.577	-14 3	-15.830		-11 30	-5.938		-2 42	6.184		3 20	16.336		1 32	22.577	5	
6	-5 56	-22.459	-14 7	-15.523		-11 17	-5.550		-2 25	6.562		3 24	16.618		1 22	22.682	6	
7	-6 22	-22.333	-14 10	-15.212		-11 2	-5.162		-2 8	6.938		3 29	16.895		1 10	22.780	7	
8	-6 47	-22.199	-14 13	-14.896		-10 48	-4.772		-1 51	7.313		3 32	17.167		0 59	22.871	8	
9	-7 12	-22.059	-14 14	-14.575		-10 33	-4.381		-1 34	7.685		3 35	17.434		0 47	22.956	9	
10	-7 36	-21.911	-14 15	-14.251		-10 17	-3.989		-1 18	8.055		3 38	17.697		0 35	23.034	10	
11	-8 0	-21.756	-14 16	-13.923		-10 2	-3.597		-1 2	8.423		3 39	17.955		0 23	23.105	11	
12	-8 23	-21.594	-14 15	-13.591		-9 46	-3.203		-0 47	8.789		3 41	18.208		0 11	23.169	12	
13	-8 46	-21.425	-14 14	-13.255		-9 29	-2.810		-0 31	9.152		3 41	18.455		-0 1	23.227	13	
14	-9 8	-21.249	-14 12	-12.916		-9 13	-2.415		-0 16	9.513		3 41	18.698		-0 14	23.277	14	
15	-9 29	-21.067	-14 9	-12.573		-8 56	-2.020		-0 2	9.871		3 41	18.935		-0 27	23.321	15	
16	-9 50	-20.878	-14 6	-12.227		-8 39	-1.625		0 13	10.226		3 40	19.167		-0 40	23.358	16	
17	-10 10	-20.682	-14 1	-11.878		-8 22	-1.230		0 27	10.578		3 38	19.393		-0 53	23.388	17	
18	-10 29	-20.479	-13 57	-11.525		-8 4	-0.835		0 40	10.928		3 36	19.614		-1 6	23.412	18	
19	-10 48	-20.270	-13 51	-11.170		-7 47	-0.439		0 53	11.274		3 33	19.830		-1 19	23.428	19	
20	-11 5	-20.055	-13 45	-10.811		-7 29	-0.044		1 6	11.618		3 30	20.039		-1 32	23.438	20	
21	-11 23	-19.833	-13 38	-10.450		7 11	0.351		1 18	11.958		3 26	20.243		-1 45	23.440	21	
22	-11 39	-19.606	-13 30	-10.086		6 53	0.746		1 30	12.295		3 22	20.442		-1 58	23.436	22	
23	-11 54	-19.372	-13 22	-9.719		-6 35	1.140		1 42	12.629		3 17	20.634		-2 11	23.425	23	
24	-12 9	-19.132	-13 14	-9.350		-6 17	1.534		1 53	12.959		3 12	20.821		-2 24	23.407	24	
25	-12 23	-18.887	-13 4	-8.979		-5 59	1.927		2 3	13.285		3 6	21.001		-2 36	23.382	25	
26	-12 36	-18.635	-12 54	-8.606		-5 41	2.320		2 13	13.608		2 60	21.176		-2 49	23.350	26	
27	-12 48	-18.379	-12 44	-8.230		-5 22	2.711		2 23	13.927		2 53	21.344		-3 2	23.311	27	
28	-12 60	-18.116	-12 33	-7.852		-5 4	3.102		2 32	14.243		2 46	21.507		-3 14	23.266	28	
29	-13 11	-17.848				-4 46	3.492		2 40	14.554		2 38	21.663		-3 26	23.214	29	
30	-13 20	-17.575				-4 28	3.880		2 48	14.862		2 30	21.813		-3 38	23.155	30	
31	-13 29	-17.297				-4 10	4.268					2 21	21.956				31	
julio			agosto			septiembre			octubre			noviembre			diciembre			
e.t.	decl.		e.t.	decl.		e.t.	decl.		e.t.	decl.		e.t.	decl.		e.t.	decl.		
1	-3 50	23.089	-6 18	17.945		0 2	8.177		10 21	-3.296		16 24	-14.519		10 56	-21.845	1	
2	-4 1	23.017	-6 14	17.690		0 21	7.813		10 40	-3.683		16 25	-14.836		10 33	-21.995	2	
3	-4 12	22.937	-6 9	17.429		0 41	7.447		10 59	-4.070		16 25	-15.149		10 9	-22.138	3	
4	-4 23	22.851	-6 4	17.164		1 0	7.078		11 18	-4.456		16 24	-15.458		9 45	-22.274	4	
5	-4 33	22.759	-5 58	16.895		1 20	6.708		11 36	-4.841		16 23	-15.763		9 21	-22.403	5	
6	-4 44	22.660	-5 51	16.621		1 40	6.336		11 53	-5.225		16 21	-16.064		8 55	-22.524	6	
7	-4 53	22.554	-5 44	16.342		2 1	5.962		12 11	-5.608		16 18	-16.360		8 30	-22.639	7	
8	-5 3	22.442	-5 36	16.059		2 21	5.586		12 28	-5.989		16 14	-16.651		8 3	-22.745	8	
9	-5 12	22.324	-5 28	15.772		2 42	5.209		12 44	-6.370		16 9	-16.938		7 37	-22.845	9	
10	-5 20	22.199	-5 19	15.480		3 3	4.831		13 0	-6.749		16 3	-17.220		7 10	-22.936	10	
11	-5 28	22.067	-5 10	15.185		3 24	4.451		13 16	-7.126		15 57	-17.497		6 42	-23.021	11	
12	-5 36	21.930	-4 60	14.885		3 45	4.069		13 31	-7.502		15 49	-17.769		6 14	-23.097	12	
13	-5 43	21.786	-4 49	14.581		4 6	3.687		13 46	-7.877		15 41	-18.036		5 46	-23.166	13	
14	-5 50	21.636	-4 38	14.274		4 28	3.303		13 60	-8.249		15 32	-18.298		5 18	-23.228	14	
15	-5 56	21.479	-4 27	13.963		4 49	2.919		14 13	-8.619		15 22	-18.554		4 49	-23.281	15	
16	-6 2	21.317	-4 15	13.648		5 10	2.533		14 26	-8.988		15 12	-18.805		4 20	-23.327	16	
17	-6 7	21.149	-4 2	13.329		5 32	2.147		14 39	-9.354		15 0	-19.051		3 50	-23.365	17	
18	-6 12	20.974	-3 49	13.007		5 53	1.760		14 50	-9.718		14 48	-19.290		3 21	-23.396	18	
19	-6 16	20.794	-3 35	12.681		6 15	1.372		15 1	-10.080		14 35	-19.524		2 51	-23.418	19	
20	-6 20	20.608	-3 21	12.352		6 36	0.984		15 12	-10.439		14 21	-19.752		2 22	-23.433	20	
21	-6 23	20.416	-3 6	12.020		6 57	0.595		15 22	-10.796		14 6	-19.975		1 52	-23.440	21	
22	-6 25	20.219	-2 51	11.685		7 18	0.206		15 31	-11.150		13 50	-20.191		1 22	-23.439	22	
23	-6 27	20.035	-2 36	11.347		7 39	-0.183		15 40	-11.501		13 34	-20.400		0 52	-23.430	23	
24	-6 29	19.807	-2 20	11.005		8 0	-0.572		15 47	-11.849		13 17	-20.604		0 22	-23.413	24	
25	-6 29	19.592	-2 3	10.661		8 21	-0.962		15 55	-12.195		12 59	-20.801		-0 8	-23.389	25	
26	-6 30	19.373	-1 47	10.314		8 42	-1.352		16 1	-12.537		12 40	-20.992		-0 37	-23.356	26	
27	-6 29	19.148	-1 29	9.964		9 2	-1.741		16 7	-12.876		12 20	-21.176		-1 7	-23.316	27	
28	-6 28	18.917	-1 12	9.612		9 22	-2.130		16 12	-13.212		12 0	-21.353		-1 36	-23.268	28	
29	-6 26	18.682	-0 54	9.257		9 42	-2.519		16 16	-13.544		11 39	-21.524		-2 6	-23.212	29	
30	-6 24	18.441	-0 36	8.899		10 2	-2.908		16 19	-13.872		11 18	-21.688		-2 35	-23.149	30	
31	6 21	18.196	0 17	8.539					16 22	-14.197					-3 3	-23.077	31	

quitar al Sol para hallar el reloj
ecuación del tiempo en min. y seg. declinación en (°)

