

ANALEMA

BOLETIN DE LA ASOCIACION DE
AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL

SUMARIO

- 1 EDITORIAL Redacción
- 2 EL CUADRANTE DE MAFRA (II)..... V.N. de Melo
- 3 EL ANALEMA NOVUM DE SAINT-RIGAUD,
OZANAM Y EL RELOJ DE CAPUCHINO..... M.M. Valdés
- 4 RELOJES SOLARES AUTO-ORIENTABLES..... J. Velilla
- 10 NARRACIONES GNOMONICO-ARQUEO-LOGICAS..... Varios
- 13 TIEMPO QUE TARDA EL DISCO SOLAR EN
ATRAVESAR UN PLANO DETERMINADO..... A. de Vicente
- 15 TALLER M.Losot y L. Hidalgo
- 19 PROGRAMA PARA EL CALCULO DE UN
RELOJ HORIZONTAL..... J. de La Calle
- 21 LITERATURA Y GNOMONICA P. Dantillo
- 22 NOTAS Y COMENTARIOS..... Redacción
- 23 RESUMEN DE LOS ARTICULOS PUBLICADOS..... Editor
- 25 ABSTRACTS..... Editor

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: José Ramon Marcell Roig. PUBLICACIONES: Manuel Lombardero Soto. INFORMATICA Jesus de la Calle Montes. VOCALES: -Juan José Caurcel Moran - Fernando Izquierdo Asensi. -Miguel Angel Hacer Benitez.- Manuel Maria 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 antiguos.

Para el cumplimiento de estos fines se celebran reuniones periódicas y se mantienen contactos con Asociaciones o Entidades análogas. 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 algún 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 su interés y generalidad lo hacen conveniente, a juicio de la Junta.

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

Algunos lectores nos han preguntado si, además de regirnos por la hora solar utilizamos también el Calendario anterior a la reforma Gregoriana.

No podemos por menos de reconocer la justicia de esta crítica, algo irónica, al retraso con el que aparecen nuestros Boletines Informativos, y que aún es aumentado por las demoras de su envío por Correo Postal.

Pedimos disculpas por esta disfunción temporal y prometemos intentar para el futuro una más efectiva coincidencia entre la fecha que figura en la portada del Boletín y la de su edición y recepción por el (presunto) lector.

Este cuarto número de "Analema", que sometemos al amistoso análisis de nuestros asociados, corresponde al primer cuatrimestre del presente año 1992. Esto quiere decir que ya ha transcurrido un año desde la tímida aparición del primer número, el año palindrómico 1991 y que, siguiendo la metafórica navegación de Ulises, con la que se comparaba la trayectoria de nuestra publicación, en un Editorial anterior, hemos conseguido pasar venturosamente entre Scyla y Caribdis, representadas en nuestro caso por las escasos recursos económicos y por la necesidad de obtener de nuestros lectores artículos originales para su publicación

No es este el lugar apropiado para hacer un resumen de las actividades desarrolladas por la Asociación durante el año transcurrido, pero nos complace señalar el aumento, lento pero constante, como el agua que gotea en la clepsidra, del número de asociados; el nombramiento de nuevos Socios-Corresponsales en Navarra, Leon, Paris, Santo Domingo y Caracas (reseñados por riguroso orden cronológico); los contactos e intercambios de publicaciones con Sociedades análogas de Cataluña, Reino Unido, Holanda Francia y Alemania, y las conferencias y labor de divulgación efectuada por nuestros socios y corresponsales.

Asimismo ha ido aumentando la colaboración de nuestros lectores, en forma de artículos, comentarios y críticas que evidentemente apreciamos en todo su valor, pero que aún no ha alcanzado la fluidez e intensidad que deseáramos para la buena marcha de este Boletín.

Algunas aportaciones económicas, de nuestros Asociados y de muy diversa cuantía, nos han permitido sortear las primeras dificultades de Tesorería, evitandonos la emisión de Pagarés o Bonos Solares, que probablemente no hubiese sido muy bien recibida en Bolsa. Agradecemos muy sinceramente estas estimulantes aportaciones

ED.

En el anterior número de "Analema" se exponía a la consideración de los lectores una interesante cuestión planteada por V. Nuno de Melo Se trataba de decidir si el trazado de un reloj vertical oriental cuyo dibujo se presentó era correcto o había algún error, y reconstruir la posición y forma de los gnomones, que habían desaparecido. He aquí un resumen de las conclusiones a las que han llegado los gnomonistas que han acertado la solución de este problema, y que coinciden esencialmente con el autor.

EL Cuadrante poliédrico del Convento de Mafra (II)

RESUMENDELASSOLUCIONESRECIBIDAS

a) Los gnomones de los cuadrantes vertical y horizontal no presentan ninguna dificultad, ya que es conocida la latitud de Mafra ($38, 93^\circ$), ni tampoco el trazado de las líneas horarias y así se han dibujado en la figura que se inserta

b) Dada la posición, orientada, del reloj lateral debería tratarse de un cuadrante vertical oriental, pero no presenta las usuales líneas horarias inclinadas paralelas al eje celeste, que serían necesarias si el gnomon fuese una varilla perpendicular al plano del cuadrante.

c) Sin embargo las líneas inclinadas, (aparentemente falsas líneas horarias), forman todos ángulos constantes de 15° entre sí. Sus intersecciones con las dos paralelas a la línea marcada XII, línea del mediodía, fijan puntos por donde deberían pasar las verdaderas líneas horarias, que serían paralelas al eje celeste, o sea a la línea que uniría los puntos VI y VI', y por lo tanto perpendiculares a la de las XII..

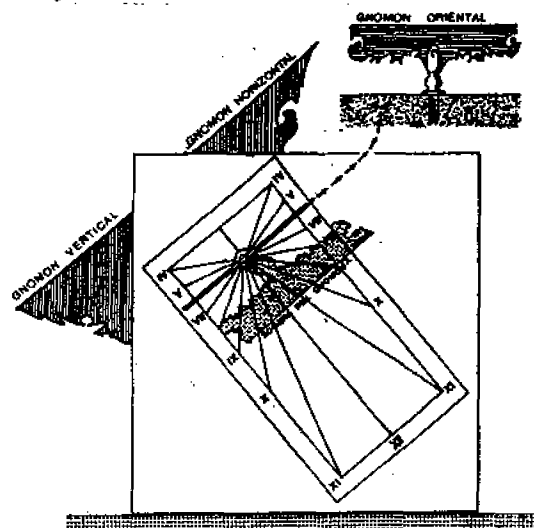
Por consiguiente SE HAN CONSERVADO las líneas inclinadas que constituyen la construcción geométrica o analema que se utilizaba (—y que se sigue empleando—) para la construcción de los relojes verticales oriental y occidental, y que son las que figuran en el trazado de este cuadrante

d) El gnomon debe arrojar una sombra que pase por los puntos determinados por la anterior construcción, por lo tanto ha de materializar una línea paralela al eje celeste. Estará constituido por consiguiente por una varilla paralela al plano del reloj, a una separación del mismo igual a la mitad de la distancia de las dos líneas inclinadas y formando con la horizontal un ángulo igual al de la latitud de Mafra.

Como no aparece mas que un orificio centrado para soportarlo, concluimos que debe tener forma de T, tipo de gnomon que Vasco Nuno de Melo llama "espatulado", o de cuchillo.

e) De acuerdo con estas deducciones se ha dibujado la figura adjunta, que representa el cubo que constituye el cuadrante visto desde su cara Este

Teniendo en cuenta el estilo arquitectónico de la época, Barroco Portugués, se han dibujado los gnomones y especialmente el gnomon de espátula, como tres láminas metálicas con intrincados calados y recortes, más o menos de este estilo.(?)



Reseñamos a continuación lo que nos indica Nuno de Melo sobre este reloj solar, transcribiendo literalmente sus comentarios.

"Los gnomones de los relojes vertical-sur y horizontal son de tipo usual. Forman ángulos de $38^\circ 56'$ y $51^\circ 04'$ respectivamente."

"En los dos laterales los gnomones son perpendiculares ESPATULADOS, esto es, en forma de "T"

"El borde superior proyecta su sombra sobre las líneas horarias situadas a ambos lados y paralelas a la equinoccial (línea de las XII horas)."

"Quiere esto decir que las líneas que tiene marcado el cuadrante forman el analema de construcción, a los dos lados de la línea equinoccial. Como la proyección de la sombra es paralela al borde del gnomon, la propia sombra SIRVE como LINEA HORARIA."

"En los días del equinoccio, la sombra de la espiga de la T marca también la línea de las XII (mediodía)"

"Esta fué la forma con la que el gnomonista trazó un cuadrante singular, como lo es toda la obra del Convento de Mafra !"— VNM

El llamado "reloj de Capuchino" no es mas que un caso particular del famoso "Reloj Portátil Rectilíneo Universal" dado a conocer por Ozanam en 1685. Su construcción está basada en el "Analema Novum", publicado en 1656 por el P. F. de Saint Rigaud, según indica el mismo Ozanam. En este artículo expone M.M. Valdes algunas de sus investigaciones sobre este interesante clase de relojes y sus analemas.

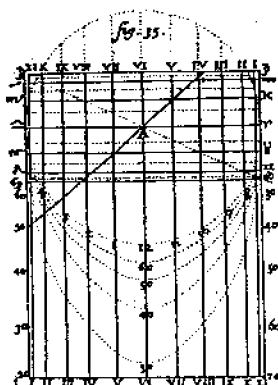
EL "ANALEMA NOVUM" DEL P. SAINT RIGAUD, J. OZANAM Y EL RELOJ DE CAPUCHINO MANUEL MARIA VALDES

El antiguo aforismo "Nihil novum sub Sole" es especialmente cierto cuando se aplica al arte de la Gnomónica, ya que cuanto más se leen los textos de nuestros antecesores en estas ciencias, más correcta se encuentra esta afirmación.

Por esta razón escribo las siguientes líneas sin ningún afán de originalidad y únicamente con la intención de hacer llegar los resultados del presente estudio a las personas interesadas en estas cuestiones.

El motivo que me ha movido a su publicación se encuentra en las consideraciones contenidas en el párrafo 126 del excelente tratado "Orologi Solari" de Girolamo Fantoni, relativo a la teoría del Reloj Capuchino. El autor se lamenta de que no tenga un fundamento de naturaleza geométrica y solo sea una justificación a posteriori de la forma de diseñar el reloj.

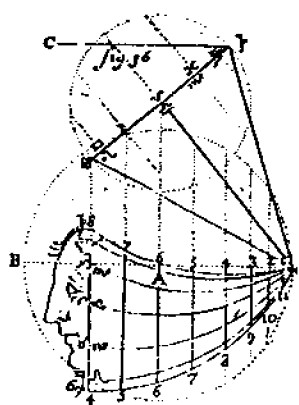
J OZANAM publicó en 1673. su "Methode générale pour tracer de Cadrans sur toute sorte des plans" En él indica que el "Cuadrante Capuchino" (fig 2) es un caso particular del Reloj portátil Rectilíneo Universal (fig 1) publicado en 1656 por el jesuita R.P. de Saint Rigaud, bajo el título ANALEMA NOVUM. Ozanam indica, de paso, que este reloj es menos "vulgar" que el de Regiomontano, que debía ser muy conocido y utilizado en su época.



1

RELOJ PORTATIL RECTILÍNEO UNIVERSAL
OZANAM (1.685)

Como es bien sabido estos relojes o cuadrantes verticales de alturas se utilizan orientando sus pínulas en la dirección del Sol y leyendo la hora por medio del hilo de la plomada, cuya longitud se ajusta previamente desde el signo hasta el extremo en el segmento de recta inclinada que representa la traza del horizonte sobre el plano del cuadrante.



2

CAPUCHINO
OZANAM (1.685)

Tanto la figura anterior como esta figura dos son reproducciones a tamaño reducido, extraídas del libro de Ozanam citado anteriormente.

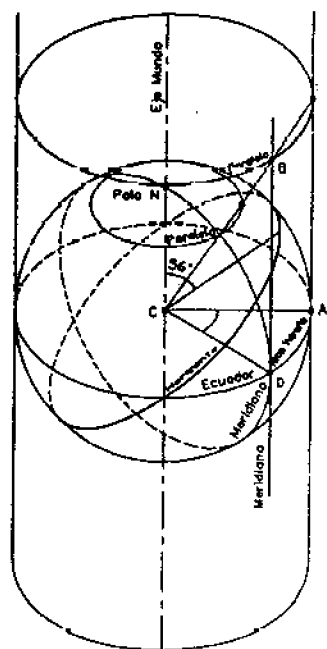
No he podido leer, ni encontrar los escritos del P. De Saint Rigaud. Por lo tanto no sé exactamente como explicaba su Analema Novum.

Pero creo que es posible trazar este Analema mediante una doble proyección de la esfera celeste, primero desde su centro sobre un cilindro tangente al Ecuador, y posteriormente desde este cilindro se efectúa una proyección ortogonal sobre el plano del Coluro de los Solsticios.

En la primera, los meridianos (horas) pasan a ser rectas (generatrices) y los paralelos se proyectan en círculos que son secciones rectas del cilindro. La Eclíptica se convierte en una elipse, determinada por la sección del cilindro por el plano eclíptico.

Al realizar la segunda proyección, ortogonal sobre el mencionado plano, las rectas horarias se transforman en un haz de rectas paralelas y perpendiculares a la recta proyección del Ecuador. Los paralelos se proyectan como segmentos rectos de longitud igual al diámetro de la esfera y la eclíptica como una recta.

El plano del Horizonte es un diámetro del círculo de los Coluros sobre el que se proyecta la esfera y que

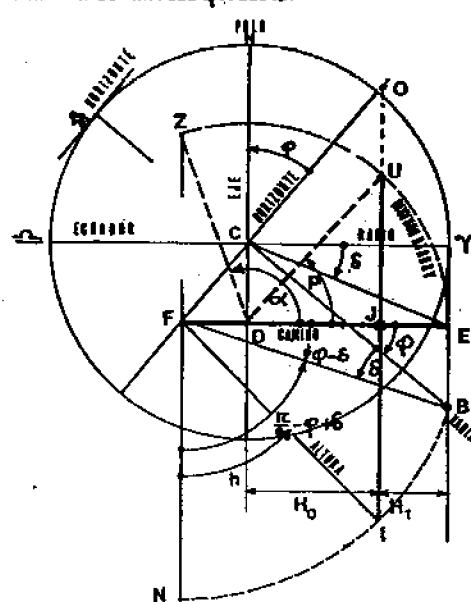


3 PROYECCION
DESDE EL CENTRO DE LA ESFERA

forma con el Ecuador un ángulo igual al complemento de la altura del Polo. El resultado final de ambas proyecciones es exactamente el que representa la figura.1, aunque en ella pueden verse también unas líneas elípticas añadidas, que no guardan relación directa con estas proyecciones, pues sirven para transformar este reloj vertical en uno horizontal universal.

Aplicamos a continuación esta doble proyección para el trazado y cálculo del Analema, según se indica en la figura 4.

$$\begin{aligned} CD &= DE \tan(\delta) \\ CF &= R \tan(\delta) / \cos(\varphi) \\ CB &= R / \cos(\varphi) \\ \text{ángulo FBC} &= \delta \\ FB &= BC / \cos(\delta) = R / \cos(\varphi) / \cos(\delta) \\ FD &= CD \tan(\varphi) = R \tan(\delta) \tan(\varphi) \\ DJ &= R \cos(P) \\ FJ &= F \sec(h) = R \sec(h) / \cos(\varphi) / \cos(\delta) \end{aligned}$$



4 PROYECCION ORTOGRAFICA
SOBRE EL COLURO DE LOS SOLSTICIOS

Una vez trazada la esfera con centro en C y radio R y dibujados el Ecuador y el Eje de la Tierra, elegimos una altura del polo (lat) y materializamos el plano del horizonte FC y la línea del nadir CB. Elegido un día en particular y hallada la declinación (dec) se fijan el punto E y el camino del Sol EF.

Si abatimos el círculo horario alrededor del eje EF encontramos la circunferencia EUZ que representa el arco semidiurno.

Con centro en F tracemos el arco BIN. Dado que el ángulo CBE vale $90^\circ - \text{lat}$ el FBE valdrá $90^\circ - \text{lat} + \text{dec}$, igual que el NFB. El arco NIB representa, pues, un abatimiento de las alturas del sol a lo largo del día, comenzando en N al amanecer ($h=0$) y terminando en B al mediodía. Puede materializarse el segmento del recta FI por una plomada sujeta en E (de longitud FB)

El punto J será la posición del Sol cuando su altura sea h , y entonces el ángulo EDU = P será el ángulo horario.

Si, mediante las pínulas del artilugio, materializamos el ángulo h y el punto I. (sobre el círculo de radio FB), el segmento DJ representará el coseno del ángulo horario

Este, llamémosle "cuadrante-astrolabio", permite también calcular tanto el arco semidiurno como la altura del Sol en función del ángulo horario sin utilizar las fórmulas de la trigonometría esférica, posibilidad que demuestran Canin y King en su artículo "Le cadran solaire de la Mosquée de Ibn. Tulun, au Caire". Se confirma así la posibilidad de utilización de las fórmulas clásicas mucho antes de la aparición y divulgación de la Trigonometría esférica.

Teniendo en cuenta las igualdades escritas en la figura 4 es fácil deducir que:

$$\cos(\alpha) = -FD/R = -\tan(\text{dec}) \tan(\text{lat})$$

$$\begin{aligned} FJ &= FI \cdot \sec(h) = \\ &= FD + DJ = \\ &= R \tan(\text{dec}) \tan(\text{lat}) + R \cos(P). \end{aligned}$$

$$FI = R / \cos(\text{dec}) / \cos(\text{lat})$$

$$\begin{aligned} \sec(h) &= \sec(\text{dec}) \sec(\text{lat}) + \\ &+ \cos(\text{dec}) \cos(\text{lat}) \cos(P) \end{aligned}$$

M.M. VALDES

Jaime Velilla analiza, explica y clasifica los relojes solares, (o la combinación de varios cuadrantes) que poseen la propiedad de ser auto-orientables, o sea que no necesitan la determinación previa de la Meridiana para su correcta lectura. Como es natural trata únicamente de los cuadrantes portátiles

RELOJES SOLARES AUTO-ORIENTABLES

JAIME VELILLA MOROS

CONSIDERACIONES PREVIAS

Designaremos con este nombre a aquellos relojes de Sol susceptibles de ser trasladados con facilidad -portátiles- que en el momento de hacer las medidas puedan situarse en la posición adecuada sin ayuda de elementos auxiliares ajenos a los mismos, de modo que sobre ellos pueda leerse correctamente la hora local del momento (o bien la fecha de la observación)

Veamos, en primer lugar, qué clase de relojes existen, en qué basan su funcionamiento y qué condiciones deben cumplirse en el momento de su lectura, para poder deducir qué posibilidad tienen de orientarse por sí solos.

Clase A) Relojes de horas astronómicas: Toman como base de su funcionamiento el ángulo horario del Sol, e indicarán correctamente las horas cuando se cumplan los siguientes requisitos:

- Que la superficie sobre la que está diseñado esté situada en la posición para la que se calculó.
- Que su estilo quede paralelo al eje del mundo, o bien que su polo y su gnomon, de longitud adecuada, ocupen la posición prevista en el diseño

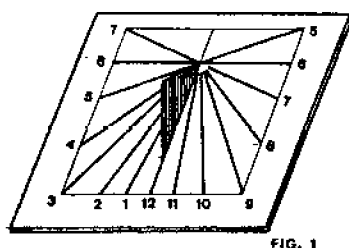


FIG. 1

Situado así el reloj de Sol, podremos asegurar que está ORIENTADO y su línea horaria de las 12 del mediodía dentro del plano del meridiano del lugar.

Resumiendo: Si un reloj de Sol portátil de horas astronómicas está orientado indicará las horas correctamente. Y recíprocamente: Si un reloj de esta clase indica correctamente la hora es porque está orientado, y en consecuencia su línea de las 12 horas del mediodía se encontrará evidentemente sobre el plano meridiano del lugar. Por tanto, ella, o su proyección sobre el plano horizontal, se confundirá con la meridiana del lugar indicando la dirección Norte-Sur.

El hecho de que en el Reloj se lean las horas correctamente indica que la sombra y el estilo que

la produce se encuentran, en cada instante dentro del plano horario propio de cada hora, y en consecuencia el estilo, eje común del haz que forman todos los planos horarios, estará situado paralelo al eje del mundo.

Clase B) Relojes acimutales: En estos relojes que fundamentan la medida de las horas en el acimut del Sol, propio de cada una de ellas en su trayectoria anual. En el caso de relojes acimutales de gnomon desplazable podrán leerse las horas con exactitud cuando se cumplan estas condiciones:

- Que el plano del reloj se encuentre en la posición para el que fue calculado.
- Que la línea de las 12 horas del mediodía se encuentre dentro del plano meridiano del lugar en coincidencia con la meridiana
- Que el gnomon, vertical o inclinado se sitúe en el punto que corresponde a la fecha de lectura.

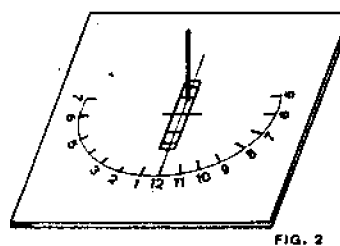


FIG. 2

El reloj así dispuesto está ORIENTADO, y cuando el gnomon o su equivalente se sitúe sobre su escala datal (graduada en fechas de calendario) en el punto que corresponde a la fecha de observación,

la sombra de dicho gnomon determinará la HORA SOLAR del momento.

En resumen: Si un reloj de esta clase está ORIENTADO, al colocar su gnomon en el punto adecuado de la escala datal, la sombra del mismo indica la HORA SOLAR LOCAL del momento; y recíprocamente: Si, colocado el gnomon de este reloj en el punto correspondiente a la fecha de observación, hacemos que la dirección de su sombra indique la hora solar del momento, el reloj quedará ORIENTADO (En este recíproco se fundamentan las brújulas solares). Se podría enunciar aquí un segundo recíproco:

"Si el reloj está orientado, desplazando el gnomon sobre la escala datal, cuando se consiga que la sombra de aquél indique la hora solar del instante

de la medida, el pie del gnomon se habrá situado en un punto, sobre la escala datal, que corresponde al día en que se está haciendo la observación. En este supuesto el reloj está sirviendo de calendario.

Condiciones similares podrían aplicarse a los azimutales cuyo gnomon es fijo y en los que la hora se indica en un gráfico reticular adecuado.

CLASE C) Relojes de altura: El funcionamiento de estos relojes está basado en las alturas que el Sol va ocupando en cada instante de su trayectoria.

Para que su lectura sea correcta es necesario:

- Que el plano del reloj, cuando se efectúa la lectura de la hora, coincida precisamente con el plano vertical en el que se encuentra el Sol en ese instante (Plano acimutal del Sol), ya que sobre él se va a medir realmente la altura del astro por encima del horizonte.
- Que en la superficie en la que se ha diseñado el reloj se encuentren representadas gráficamente las alturas del Sol a lo largo del año, y sus equivalencias con las horas solares.

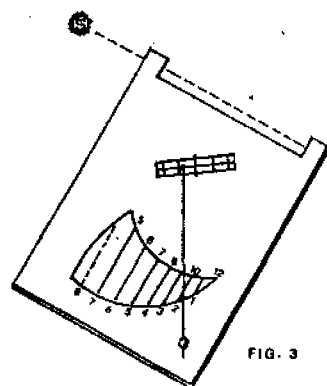


FIG. 3

Como la medida de las horas en este reloj se hace sobre el plano acimutal en que se encuentra el Sol en el momento de la observación, únicamente cuando aquel se superponga con el meridiano del lugar (a las 12 del mediodía) se podrá

determinar la dirección de la meridiana del lugar.

En resumen: Conocido el DIA de la observación se puede determinar –en el gráfico de equivalencias, sobre el plano acimutal del Sol– la hora solar del instante en el que se hace la medida. Y recíprocamente, sabida la hora del momento de la observación se puede conocer sobre el gráfico la fecha en la que aquella se está realizando. En este último supuesto el reloj puede servir de calendario

CLASE D) Relojes-calendario: Otro instrumento que podemos incluir entre estos medidores de tiempo es el reloj-calendario, que toma como base de su funcionamiento la declinación del Sol en los diferentes puntos de su trayectoria. Con este reloj no se obtiene la hora, sino la fecha

de la observación.

Consideremos el extremo Q de un gnomon OM (fig 4) y el rayo OS que lo une al Sol S, de un día D, en que la declinación solar tiene un valor δ . Ese rayo de sol engendra a lo largo de ese día una superficie cónica, única, de semiapertura $\beta = 90^\circ - \delta$ y cuyo eje coincidirá con el eje del mundo HO. Su generatriz inferior OA corresponde a la culminación del Sol, y tanto su proyección sobre un plano horizontal, como la del eje del cono, se superponen con la meridiana del lugar, que señalará la dirección Norte Sur

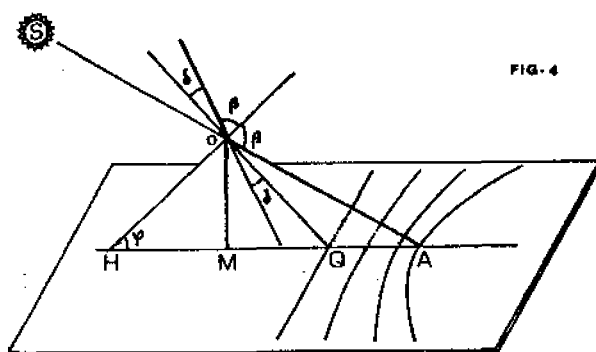


FIG. 4

Si esta superficie cónica es cortada por otra, plana o curva, la intersección de ambas será una línea, cónica o alabeada respectivamente., también única, que representará sobre esta segunda superficie la trayectoria del Sol, en ese día D de declinación δ .

En otro día D_1 de declinación δ_1 , la línea representativa será diferente, pero propia de esa declinación.

Procediendo a plasmar sobre la superficie secante las trayectorias del Sol durante un año, se obtiene un gráfico en el cual se podrá leer sobre estas líneas la declinación del Sol o el día que a ellas corresponde, con solo observar sobre cual de ellas se sitúa la sombra del extremo del gnomon en el momento de la observación. Naturalmente que en esta determinación existe una dualidad de fechas entre la Primavera y el Verano y entre el Otoño y el Invierno, que no es difícil de desvanecer observando si el valor absoluto de la declinación se encuentra en fase de crecimiento o de disminución.

Hemos visto al principio de este apartado que cuando el Sol estaba en su culminación, sobre el plano meridiano del lugar, y el eje de la superficie cónica coincidía con el eje del mundo, el gráfico dibujado con las líneas cónicas, correspondientes a las diferentes declinaciones, estaba orientado.

Recíprocamente: Sí, mediante los movimientos

oportunos que mantengan el diseño del reloj en una posición correcta con relación a una plataforma horizontal, hacemos que, en un día determinado, la sombra del extremo del gnomon incida en un punto de la curva que representa la declinación de ese día. habremos orientado el reloj

Pues:

- a) El punto de la línea cónica en que se proyecta el extremo del gnomon pertenecerá a esa línea cónica; precisamente la que describirá el Sol en ese día con la declinación δ_n y no otra.
- b). La superficie cónica de vértice O que ha producido esa línea cónica sobre la superficie del reloj tiene una semi-apertura $\beta = 90^\circ - \delta_n$, ya que será engendrada con esa declinación δ_n ; su eje será por lo tanto coincidente, en este momento, con el de la Tierra

Algunas conclusiones

- 1ª De estas cuatro clases de relojes existentes, tan solo los de la clase C), basados en la altura del Sol, no necesitan ser orientados para proporcionar la lectura de las horas, pues basta con materializar el plano acimutal que ocupa el Sol, en el momento de la observación, para poder determinar la hora.
- 2ª Los relojes-calendario de la clase D) son por sí solos auto-orientables, pues conocida la fecha de la observación, pueden ser colocados convenientemente de modo que su meridiana quede situada en la dirección Norte-Sur
- 3ª Los relojes de las clases A) y B) no son susceptibles de ser orientados con sus elementos propios; necesitan algún elemento auxiliar, ajeno a ellos, que permita situar sobre el plano meridiano del lugar, no solo la línea horaria de las 12 del mediodía, sino también el estilo o gnomon del reloj.

Elementos auxiliares ajenos al reloj

Incluiremos entre estos elementos a todos aquellos que no son propios del reloj, ni intervienen en la lectura del tiempo.

La brújula es uno de estos elementos, de los que suele dotarse a los relojes de las clases A) y B) para conseguir su orientación, aunque para que

ésta sea correcta, es necesario conocer previamente la declinación magnética del lugar en que se opera y otras variaciones ocasionales de la misma.

La horizontalidad y verticalidad de algunos relojes se consigue mediante niveles y plomadas; elementos éstos que, como la brújula, no intervienen en la lectura de la hora aunque se sirven de ellos para su correcta colocación. Sin embargo en algunos tipos que indican la hora basándose en la altura del Sol (Capuchino, Regiomontano, etc) es la plomada la que, además de colaborar a la situación del plano del reloj, sirve de indicador de la hora y en consecuencia debe considerarse como elemento constitutivo del reloj y no como elemento auxiliar.

COMBINACIONES DE RELOJES PORTATILES

Agruparemos en este título los conjuntos formados por dos o más relojes contruidos sobre un cuerpo único, rígido o articulado, que por su volumen y peso admiten ser transportados en el bolsillo o en estuches de pequeñas dimensiones.

Para el fin que se pretende en este trabajo – que se refiere exclusivamente a la posibilidad de que ciertos relojes puedan ser orientados, mediante operaciones simples, sirviéndose de sus elementos constitutivos propios – podemos considerar las combinaciones que enunciaremos a continuación, estudiando las posibilidades que tiene cada una de ellas de poder auto-orientarse, o de situar los planos de sus relojes adecuadamente para poder leer la hora correcta en el momento de la observación.

Las posibles combinaciones de parejas, tomadas entre las cuatro clases de relojes anteriormente reseñadas, son:

- 1º. Grupo de dos relojes de la clase A).
- 2º. Un reloj clase A) con otro clase B)
- 3º. Un reloj clase A) con otro clase C)
- 4º. Un reloj clase A) con otro clase D)
- 5º. Grupo de dos relojes de la clase B)
- 6º. Un reloj clase B) con otro clase C)
- 7º. Un reloj clase B) con otro clase D)
- 8º. Grupo de dos relojes de la clase C)
- 9º. Un reloj clase C) con otro clase D)
- 10º. Grupo de dos relojes de la clase D)

Veamos ahora, y analicemos, la posibilidad de auto-orientación de cada una de estas parejas.

Combinación 1ª - Los dos relojes que forman

el grupo basan su funcionamiento en el ángulo horario del reloj (figura 5). Tomemos una cualquiera de las parejas de relojes dibujados en la figura con estilo común VH : el vertical sobre el plano VMAB, el horizontal sobre el plano MHPA; el ecuatorial sobre OMAQ y el meridiano sobre PBCD. Si el conjunto está orientado en un instante de ángulo horario α , la sombra del estilo VH indicará en todos ellos la misma hora h correspondiente a este ángulo α .

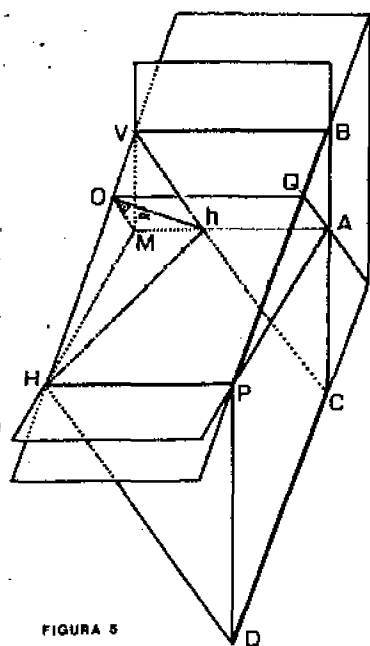


FIGURA 5

Pero el hecho de que este conjunto de relojes indique la misma hora en todos ellos no implica que el conjunto esté orientado, pues ocurre lo mismo si el conjunto está desorientado. Veamos qué ocurre en este supuesto: El plano meridiano común VMH del conjunto y el plano determinado por el estilo y el Sol forman un diedro cuya medida α' tendrá un valor diferente del α y la sombra del estilo, en este supuesto, indicará también sobre cada uno de los relojes del conjunto una misma hora h' , correspondiente ahora al valor del diedro α' , hora que no es correcta por estar el conjunto desorientado.

Esta combinación de relojes que funcionan por el ángulo horario del sol no es auto-orientable.

Combinación 2ª. - Un reloj de la clase A) con un reloj de la clase B). La base del funcionamiento del primero es el ángulo horario, y la del segundo el acimut. (fig 6).

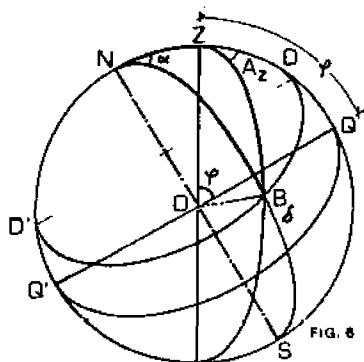


FIG. 6

En el día de la observación, cuando el Sol recorre su trayectoria DD' con la declinación δ propia de ese día, y llegue al punto B, tanto el valor del acimut Az como el ángulo horario α , serán

conjuntamente los propios de esa hora h en ese instante del día. Por lo tanto a ese punto B que ocupa el Sol le corresponden simultáneamente :

- Un ángulo horario α único
- Y un acimut Az , también único

propios ambos de esa hora h del día en que el Sol recorre el camino DD' con la declinación δ . En ese día, pues, y a esa hora (punto B) la correspondencia entre el ángulo horario y el acimut es biunívoca, al igual que ocurre en cada uno de los puntos de la trayectoria del Sol : Si el conjunto formado por estos dos relojes está orientado, ambos indicarán la misma hora.

Recíprocamente: ¿Quedará orientado este conjunto de relojes cuando ambos marquen simultáneamente la misma hora ? Veamos que sí

Conocido el día D, de declinación δ , hagamos girar el conjunto sobre un eje vertical, que tendrá la dirección OB de la figura.6, hasta conseguir que ambos relojes indiquen la misma hora. Pero este instante de la posición del Sol, punto B, determinado por el acimut Az , propio de la hora h y la declinación solar, propia del día D, es único, y en él existe una correspondencia biunívoca entre el acimut y el ángulo horario, lo que nos indica que la hora marcada es la que corresponde a este instante. El ángulo horario será el correcto y en consecuencia el conjunto de estos relojes quedará orientado.

Combinación 3ª. - Un reloj de la clase A) con otro de la C). En ella, el primero de sus relojes se fundamenta en el ángulo horario, y el segundo en la altura del Sol.

Con esta combinación conseguimos orientar el conjunto haciendo que la hora del momento de observación, - obtenida en el reloj de alturas que no necesita ser orientado -, sea la que hagamos marcar al reloj de la clase A).

Combinación 4ª. - Un reloj de la clase A) con otro de la D). Esta combinación resulta también auto-orientable, pues cuando el reloj de la clase D), que funciona basado en la declinación del Sol esté orientado, el de la clase A) también lo estará.

Combinación 5ª. - Dos relojes de la clase B). Ambos basan su funcionamiento en el acimut del Sol.

Cuando el reloj esté orientado, ambos marcarán la misma hora, pues el acimut en este instante es único. Pero el que las horas sean idénticas en ambos relojes solo demuestra que el ángulo que

tiene por lados la sombra del gnomon y la línea de las 12 h. del mediodía es igual en ambos relojes, pero no que este ángulo sea el acimut del momento.

Este conjunto no es autoorientable.

Combinación 6ª. - Constituida por un reloj de la clase B) con otro de la C).

Esta combinación quedará orientada, al igual que la 3ª, una vez que se haya situado correctamente el reloj de la clase B) indicando la hora que previamente se ha leído en el reloj de la clase C), cuyo funcionamiento está basado en la altura del Sol.

Combinación 7ª. - En esta combinación entran como componentes un reloj de la clase B) con otro de la D).

De esta combinación podemos decir lo mismo que dijimos de la combinación 4ª, pues cuando el reloj calendario de la clase D), que funciona basado en la declinación del Sol quede orientado por sí solo, quedará orientado el conjunto.

Combinación 8ª. - No tiene objeto realizar esta combinación, constituida por dos relojes de la clase C), pues con solo uno de ellos se consigue la lectura correcta de la hora del Sol, medida en el plano acimutal.

Combinación 9ª. - Tampoco esta combinación, de un reloj de la clase C) con otro de la clase D) tiene objeto realizarla, pues la hora se obtiene sin la orientación previa del conjunto en el reloj de la clase C). Pero si además interesa la fecha de la observación, sabemos que esta puede obtenerse del reloj-calendario, que tiene posibilidad de auto-orientarse por sí solo.

Combinación 10ª. - La construcción de esta combinación, compuesta por dos relojes calendario, no tiene finalidad que la justifique ya que con uno solo de los relojes se consigue situar la meridiana del reloj en el plano meridiano del lugar para poder leer la fecha de la observación.

RESUMEN Y NUEVAS CONCLUSIONES

El fin pretendido con estas combinaciones que agrupan dos relojes de Sol es conseguir la correcta lectura de la hora, previa orientación del conjunto, en el supuesto de que esta pueda llevarse a cabo individualmente, por un solo reloj, o conjuntamente por la combinación de ambos.

- Las combinaciones 1ª y 5ª no son auto-orientables
- Como en los relojes de la clase C) se obtiene la hora sin necesidad de orientarlos, las combinaciones en que este reloj éntre como componente no tienen razón de ser, pues la lectura de la hora se consigue con solo el de la clase C), sin necesidad de añadir otro a la combinación.
- El motivo expuesto en el párrafo anterior justifica la inexistencia de las combinaciones 3ª, 6ª, 8ª, y 9ª.
- Tampoco está justificada la construcción de la combinación 10ª, ya que, por estar constituida por dos relojes- calendario, no puede obtenerse la hora en ninguno de ellos. La fecha de la observación puede conseguirse con uno solo de ellos.
- Por lo tanto sólo quedan tres combinaciones con un marcado interés para su construcción:
 - a) Combinación 2ª con relojes de las clases A) y B):. Un reloj de horas astronómicas con otro acimutal.
 - b) Combinación 4ª con relojes de las clases A) y D): Reloj de copa, antena y otros varios.
 - c) Combinación 7ª con relojes de la clase B) y D):. Un reloj acimutal y otro calendario.

COMBINACIONES MULTIPLES

No tiene objeto añadir a estas diez combinaciones binarias uno o más relojes de cualquiera de cualquiera de las clases existentes, tratando de aumentar el número de conjuntos auto-orientables, pues cualquiera de estos nuevos conjuntos resultantes estaría compuesto por tres (o más) combinaciones binarias, iguales obviamente a alguna de las diez descritas. La posibilidad de orientación de cada uno de estos nuevos conjuntos se la proporciona una (o más) de las parejas componentes.

J. VELILLA

Narraciones Gnomonico-Arqueo-Lógicas

EL RELOJ DE SOL DE SANTO DOMINGO

Por primera vez esta Narración no corresponde a una de las fantásticas e inverosímiles aventuras de Máximo Mendax. Se trata de la pequeña historia de un cuadrante que se encuentra en Santo Domingo de Guzman, capital de la República Dominicana. Todos los nombres y situaciones reseñadas son reales.

La noticia de la existencia en Santo Domingo de un cuadrante solar fecho en 1573 causó gran conmoción entre los Socios de nuestra Agrupación, ya que, de ser cierta, se trataría de un ejemplar excepcional por su ubicación y año de construcción.

Se movilizaron todos los recursos disponibles, recurriendo a las embajadas, agregados culturales, profesores universitarios, amigos, etc.

Inicialmente parecía confirmarse la existencia del cuadrante, pero inmediatamente se advirtió que las primeras noticias no podían ser exactas:

¡ La fecha de construcción era
1753 ... en vez de 1537 !

No obstante nuestro desencanto, se trata de un reloj muy interesante. Gracias a la intervención, entre otras personas, de B. Soterías Elía, y por la amabilidad del R.P. Ignacio Oyarzábal, superior de los Carmelitas en Santo Domingo, pudimos obtener diversas fotografías además de una reseña adicional del Académico de la Academia Dominicana de la Lengua, Excmo. Sr. D. Mariano Lebrón Saviñón, quien nos facilitó una nota en la cual, citando al historiador Bernardo Pichardo, dice:

“El Gobernador. (Rubio y Peñaranda)... dictó medidas importantes que levantaron un poco la prosperidad de la Colonia y deben citarse entre otras... el impulso que dió a Monte Cristy, pues obtuvo que el Rey lo declarase puerto neutral por diez años, y la repoblación de Puerto Plata con familias canarias.

Dejó, además, como recuerdo de sus gestiones el magnífico Cuadrante Solar que aún sigue intacto...”

El cuadrante fué erigido en 1753, según se indica en una lápida colocada en su pedestal. Aún no conocemos el motivo ni por quién fué colocada esta lápida conmemorativa, que dice así:

RELOJ DE SOL
Cuadrante solar edificado
el Año 1753 siendo
Gobernador de esta Isla de
La Española el Brigadier
Francisco Rubio y Peñaranda
1928

(Ver “Notas y Comentarios” en el Boletín nº 2)

El cuadrante, según palabras del Sr. Lebrón, “aún se yergue junto a la Capilla de Los Remedios, frente al Museo de las Casas Reales (Otrora Palacio de los Gobernadores), señalando con la sombra de su espolón las 12, a la hora meridiana ..”

Está grabado sobre dos de las caras verticales de un bloque cúbico de piedra caliza, colocado sobre una columna o pedestal, de ladrillo enlucido, que a su vez se apoya sobre un zócalo de piedra. Su estado de conservación nos parece algo deficiente, según es posible apreciar en las fotografías que nos han remitido, y que son los únicos documentos que hemos podido utilizar en este primer análisis.

El croquis que figura adjunto, obtenido de una de ellas, da una idea de su aspecto y disposición.

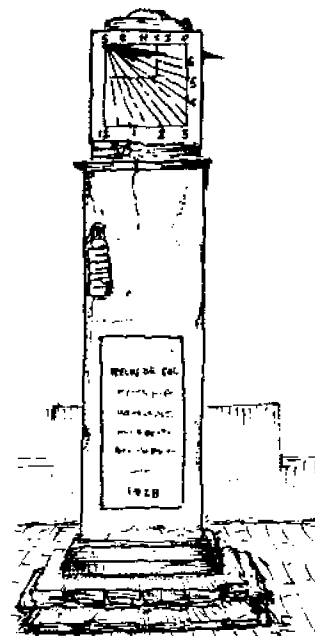
Santo Domingo está situado a 18,23 °N. En estas latitudes los cuadrantes horizontales tienen algunos inconvenientes, por agruparse las líneas horarias alrededor de la de las 12 h. y porque su gnomon tienen poca inclinación y gran longitud. Se ha de recurrir a los verticales, que si fuesen meridianos habrían de ser leídos por ambas caras.

En el reloj que analizamos se ha resuelto este inconveniente utilizando dos de las caras verticales y adjuntas de un cubo, cuya diagonal se orienta exactamente en la dirección Norte-Sur.

Se forman así dos relojes declinantes idénticos o, mejor dicho, simétricos y adosados, con la consiguiente economía de cálculo y trazado, y evidente mejora de la apariencia estética del conjunto.

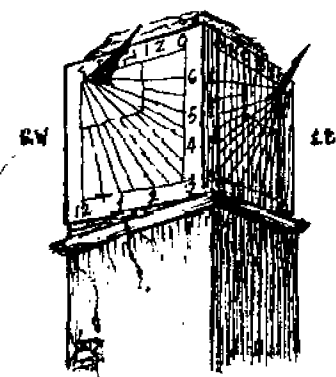
Naturalmente, en la cara SE. del cuadrante se pueden leer únicamente las horas desde el Orto del Sol hasta mediodía. En la otra cara, orientada al SW, se indican las horas de la tarde, hasta el Ocaso.

Esta ingeniosa disposición del doble cuadrante nos ha permitido reproducir el trazado del mismo, disponiendo solamente de las fotografías citadas de



las que se ha obtenido el adjunto dibujo.

En una banda sobre la parte superior de uno de los cuadrante figura la leyenda:



S E H I Z O
y en la del otro:

A Ñ O D 17 5 3

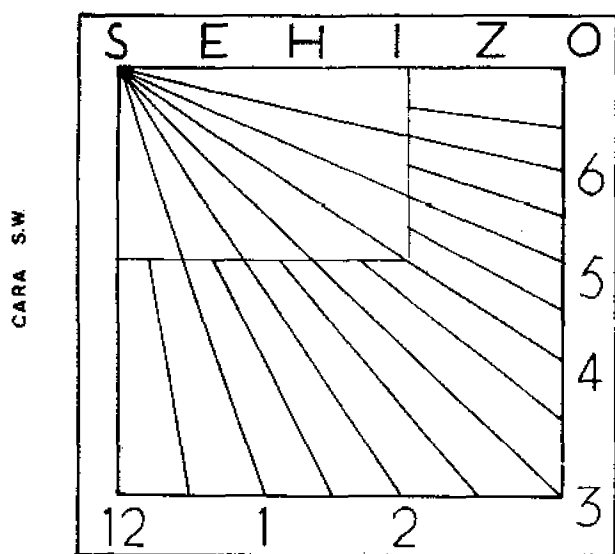
Las caras del cubo no son paralelas a las de su pedestal, ya que está ligeramente revirado, sin duda para ajustar convenientemente su orientación, pues la del basamento del pilar sería algo imprecisa

Los parámetros que definen cada uno de los cuadrantes son los siguientes:

	SW	SE.
Latitud	18,23°	18,23°
Declinación	-45,00°	+45,00°
Inclinación	vertical	vertical

No es posible deducir las dimensiones reales de la arista del cubo, ni de ninguno de los elementos que constituyen el conjunto del monumento, pero por ahora no son necesarias para nuestro propósito

De los datos anteriores se obtiene con facilidad, utilizando los conocidos métodos de cálculo, el dibujo que figura a continuación, y que representa al cuadrante situado en la cara SW

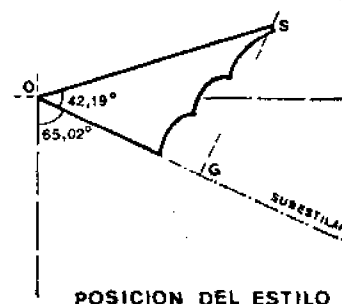


Es evidente que el dibujo de la otra cara, correspondiente al plano SE. es simétrico con respecto a la arista vertical común, siendo innecesario un nuevo cálculo para su trazado.

Y análogamente sucederá con el gnomon, estilo (o *espolón* como muy acertadamente se nos ha

indicado, nombre que sugerimos a la premiosa Comisión de Nomenclatura de la Asociación).

Tampoco existe ninguna dificultad para el cálculo de las dimensiones y posición de este espolón. Se obtiene $\mu=65,02^\circ$ para el ángulo de la subestilar con la línea vertical de las 12^h.



y $\sigma=42,19^\circ$ para el ángulo del estilo con la subestilar. Como es natural las aristas superiores de ambos estilos han de ser paralelas al eje de la Tierra o sea paralelas entre sí, formando un ángulo de $71,77^\circ$ con la vertical y contenidas en el plano meridiano que pasa por sus extremos

Los estilos parecen ser de bronce o latón, y el de la cara S.E. aparenta tener el extremo doblado. Posiblemente han sido reparados o repuestos en 1928, año en el que se debió hacer una restauración general del monumento (?).

No hemos sido capaces de deducir otras conclusiones del examen de las fotografías recibidas. Si algún lector cree que no son correctas, dispone de más datos o ha visto y tocado materialmente estos cuadrantes, le rogamos nos lo comunique, para que podamos hacer (aunque sea de mala gana) las rectificaciones oportunas.

ED.

EXTENSA NOTA DE LA REDACCION. Agradecemos sinceramente la colaboracion de las personas que citamos, sin la cual no hubiese sido posible, (y tal vez ni siquiera necesario), redactar este artículo:

Por orden de aparición en escena han sido:

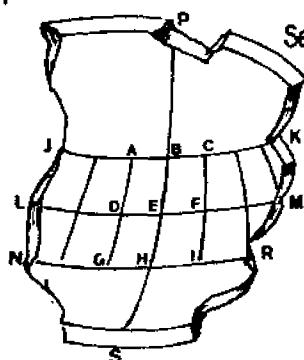
1. Jesus de La Calle quien trajo las primeras noticias y posteriormente algunas fotografías.
2. Luis Hidalgo, que aceptó esta información, y con su conocido entusiasmo, hizo las (in)oportunas gestiones oficiales para su comprobación.
3. Baltasar Soterias, quien desde Pamplona, y sin tener en cuenta los Sanfermines, se puso con toda celeridad en contacto con el R.P. Ignacio.
4. El R P. Ignacio Oryazábal, que muy amablemente se molestó en remitirnos desde Santo Domingo las fotografías antes mencionadas, así como una carta del Ecm^a. Sr. Mariano Lebrón Saviñón
5. Este mismo Sr Académico, que escribió al P. Ignacio una nota con referencias históricas
6. Manuel Lombardero, quien realizó los cálculos y dibujos que figuran en este artículo
7. Y el Sufrido Lector, al que damos las gracias, si nos ha seguido leyendo pacientemente hasta aquí.

SOLUCION A "EL RELOJ ROMANO DE PUTEOLI"

No ha sido presentada ninguna solución al problema planteado por M. Mendax, en el número anterior, con el extraño título de "El Imperio Romano, la pasta asciutta y el reloj de Puteoli". Recurrirnos para su solución a nuestro "resolutor", el prof. Spelunka, aunque este no crea en la veracidad de Mendax.

SOLUCION DEL PROFESOR SPELUNKA

De los datos que se obtienen del croquis acotado que nos presenta el insoportable M. Mendax es posible deducir sin dificultad el radio de la esfera hueca (hemicyclum) y el ángulo de latitud para el que fueron trazadas las líneas horarias desiguales que se observan en dicho croquis.



Sean: r el radio de la esfera
 LM un arco del círculo máximo equinoccial
 AG, BH, CL las líneas horarias que corresponden a $5^h, 6^h$ y 7^h
 AB, BC, DE, EF, GH, HI los arcos de los círculos sostiiciales y ecuatorial

determinados por las líneas horarias anteriores.

Cada uno de estos arcos es $1/6$ del arco semidiurno (o sea del arco que mide la duración del periodo de iluminación solar o duración del "día", que era dividido en 12 "horas" en la antigüedad.)

Recordemos que las cuerdas de los arcos antes mencionados son las cotas del croquis de Mendax

a) CALCULO DEL RADIO DE LA ESFERA

Los arcos DE y EF corresponden a $1/12$ del semicírculo ecuatorial equivalente a 15° . Como las cotas corresponden a sus cuerdas:

$$DE = 94,5 = r \cdot 2 \cdot \sin(15/2) \quad \therefore \quad r = 361,99$$

$$EF = 95,0 = r \cdot 2 \cdot \sin(15/2) \dots \dots \dots r = 363,91$$

adoptamos $r = 363 \text{ mm}$.

b) RADIO DE LOS CIRCULOS SOSTICIALES

Calculemos el ángulo al que corresponden las cuerdas BE y EH , al que llamaremos δ .

$$BE = 150,5 = 2 \times 363 \cdot \sin(\delta/2) \quad \therefore \quad \delta = 23,93$$

$$EH = 151,0 = 2 \times 363 \cdot \sin(\delta/2) \quad \therefore \quad \delta = 24,01$$

adoptamos $\delta = 24^\circ$

lo que nos indica que los círculos indicados han sido trazados como círculos sostiiciales. No siempre ocurre así, pues existen algunos relojes romanos en los que son meramente círculos auxiliares para el trazado de las líneas horarias, especialmente cuando hay trazas de varios círculos equidistantes.

el radio del círculo sostiicial es por consiguiente:

$$r_s = r \cdot \cos d = 363 \cdot \cos 24^\circ$$

$$r_s = 331,6 \text{ mm}$$

c) CALCULO DEL ANGULO DE LATITUD

Consideremos la figura adjunta que ha sido usada como analema para la determinación gráfica del arco semidiurno QB .

$QB = \alpha$ representa el arco semidiurno en el solsticio de invierno y $B'Q = \beta$ en el de Verano

$B'B = \alpha + \beta = 180^\circ$ como es evidente. De la figura se infiere el valor del ángulo de la latitud φ :

$$\operatorname{tg} \varphi = \cos \alpha / \operatorname{tg} \delta$$

donde δ tiene el valor antes definido. Para hallar α :

$$\alpha = 6 \cdot \operatorname{arc} AB = 6 \cdot \operatorname{arc} BC$$

que podemos calcular en función de la media de las cuerdas, $(AB + BC)/2 = 66,75$

$$66,75/331,6 = 2 \cdot \sin(\operatorname{arc}(AB/2))$$

$$\operatorname{arc}(AB/2) = \operatorname{arc}(\sin 66,75/2 \times 331,6) = 0,2013$$

$$\operatorname{arc}(AB/2) = 5,7763^\circ \quad \therefore \quad \alpha = 69,32^\circ$$

Como comprobación repetimos las mismas operaciones para hallar el ángulo β

$$116/(2 \times 331,6) = 10,0734 \dots \dots$$

obteniendo finalmente $\beta = 110,64^\circ$ y

$$\alpha + \beta = 179,96 \quad (\text{en vez de } 180^\circ)$$

(muy notable este trazado, de tanta exactitud, !!)

Con los valores así determinados de α y δ no existe ninguna dificultad para hallar la latitud φ del lugar para el que fué trazado el reloj:

$$\operatorname{tg} \varphi = \cos 69,32^\circ / \operatorname{tg} 24^\circ = 0,7932$$

$$\varphi = 38,42^\circ$$

Esta latitud no corresponde a Puteoli ni a Capua, más bien a Chios o a Delphos, por lo que el reloj debió ser de importación, "made in Greece"...

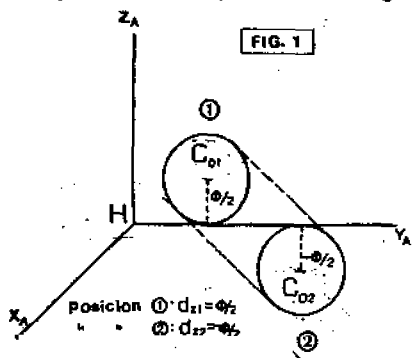
¡ Aunque nunca habíamos oído hablar de un $\omega\rho\omicron\lambda\omicron\gamma\iota\omicron\nu$ grabado en el fondo de una olla.!

Utilizando las fórmulas y elementos de cálculo que presentó en el "Formulario de Gnomónica plana" publicado en el número 1 de "Analema", Antonio de Vicente calcula el tiempo de paso del disco solar por un plano referencial, cálculo que puede servir para determinar la corrección necesaria de la hora de iluminación de un muro, si se emplea este sistema o un método análogo para hallar su declinación

TIEMPO QUE TARDA EL DISCO SOLAR EN ATRAVESAR UN PLANO DETERMINADO

A. DE VICENTE

El Sol no es un elemento puntual, por lo cual en su movimiento aparente su disco tarda un cierto tiempo H_e en atravesar un plano A o bien su centro C_0 en recorrer una distancia igual al diámetro solar en dirección normal al plano dado, cualquiera que sea la trayectoria de C_0 .



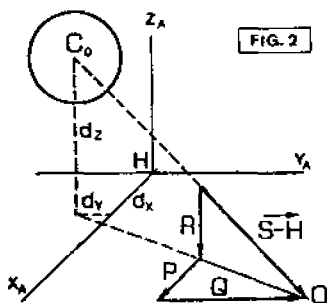
Este tiempo viene expresado por:

$$H_e = H_2 - H_1 \quad (1)$$

donde H_1 y H_2 son respectivamente las horas en las que C_0 pasa por los puntos 1 y 2 que definen la distancia ϕ antes citada.

El cálculo de H_1 y H_2 se efectúa del siguiente modo:

a) Sea el plano dado el A_m situado en el punto



geográfico H de coordenadas (ϕ_H, λ_H) ; su declinación es:

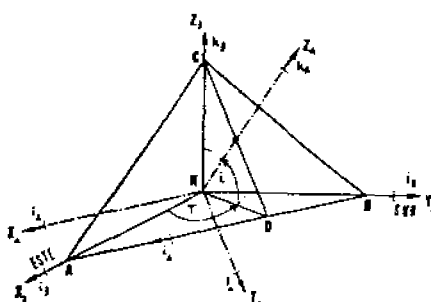
$$\gamma_{H1} = \gamma_H - \Pi/2$$

y su inclinación i_H

En el triedro (A) tiene como ecuación $Z_A = 0$ (fig 0)

b) Sea el rayo solar definido por el vector

$$(S-H)_A = i_A P + j_A Q + k_A R$$



donde se emplea la notación que figura en el "Formulario de Gnomónica" publicado por el Autor en el número 1 de "Analema" con los siguientes valores de variables y parámetros:

$$R = -C_H \sin \phi \cos \delta - d_H \cos \phi \cos \delta + f_H \tan \delta$$

$$C_H = -\sin \phi_H \cos i_H \sin \gamma_H - \cos \phi_H \sin i_H$$

$$d_H = \cos i_H \cos \gamma_H$$

$$f_H = -\cos \phi_H \cos i_H \sin \gamma_H + \sin \phi_H \sin i_H$$

$$\phi = \text{ángulo horario} = 15.H + 90^\circ \text{ (grados)}$$

y definiendo además los valores

Φ = diámetro del Sol

d_0 = distancia Tierra-Sol

$(C_0-H) = i_A d_x + j_A d_y + k_A d_z$ (Vector posicional del Sol)

En la figura 2 se deduce, siendo (C_0-O) paralelo al vector $(S-H)$:

$$R = d_z / d_0 \quad (2)$$

Si se definen los puntos antes citados, 1 y 2 por: (Figura 1)

Punto 1. Momento en el que el centro C_0 está a la distancia $\Phi/2$ del plano A ; por tanto $d_{z1} = \Phi/2$

$$R_1 = \Phi/2 \cdot d_0 \quad (3)$$

Punto 2. Momento en el que el centro C_0 está a la distancia $-\Phi/2$ del plano A ; por tanto $d_{z2} = -\Phi/2$

$$R_2 = -\Phi/2 \cdot d_0 \quad (4)$$

y desarrollando estas fórmulas se obtienen las siguientes:

$$[-C_H(\sin \phi_1 - d_H \cos \phi_1) \cos \delta + f_H \sin \delta] = \Phi/2 d_0 \quad (3.1)$$

$$[-C_H(\sin \phi_2 - d_H \cos \phi_2) \cos \delta + f_H \sin \delta] = -\Phi/2 d_0 \quad (4.1)$$

Ecuaciones de las que se deducen los valores ϕ_1 y ϕ_2 y por consiguiente,

$$(\phi_2 - \phi_1)/15 = H_2 - H_1 = H_e \quad (1.1)$$

Pero también se puede resolver de manera mucho mas sencilla mediante el siguiente artificio:

1º Resolviendo el caso del plano A horizontal

2º Pasando el plano estudiado a un punto geográfico K donde el plano horizontal es paralelo al dado.

1º Plano A horizontal. Se verifica $\gamma_H = i_H = \Pi/2$

$$C_H = -\cos \phi_H ; \quad d_H = 0 ; \quad f_H = \sin \phi_H$$

Las fórmulas (3.1) y (4.1) se transforman en

$$\sin \varphi_1 = \Phi' / 2d_0 (\cos \delta \cos \varphi_H) - \lg \varphi_H \lg \delta \quad (3.2)$$

$$\sin \varphi_2 = -\Phi' / 2d_0 (\cos \delta \cos \varphi_H) - \lg \varphi_H \lg \delta \quad (4.2)$$

2º. Plano cualquiera A_H Según la referencia antes citada en "Analema 1" el punto geográfico K donde el su plano horizontal es paralelo al dado A_H tiene como coordenadas geográficas

$$\text{Longitud } \varphi_K = \arcsin f_H \text{ dedonde } \cos \varphi_H = \sqrt{1 - f_H^2}$$

$$\text{Latitud } \lambda_K \lambda_H = \arctg (d_H / C_H)$$

El tiempo buscado H_e es similar en ambos planos. Calculándolo en el punto K se obtiene de forma inmediata las fórmulas

$$\sin \varphi_1 = [\Phi / 2 (d_0 \cos \delta) - f_H \lg \delta] / (1 - f_H^2) \quad (3.3)$$

$$\sin \varphi_2 = [-\Phi / 2 (d_0 \cos \delta) - f_H \lg \delta] / (1 - f_H^2) \quad (4.3)$$

y el tiempo buscado:

$$H_e = (\varphi_2 - \varphi_1) / 15 \quad (1.3)$$

APLICACION

La solución al problema de conocer la declinación de un plano vertical tomando como dato la hora H_0 en la que el rayo solar (S-H) es tangente al plano A es inmediata. Una vez determinada H_0 (con los inevitables errores, debidos a su rugosidad y alabeo, se halla la declinación γ_1 mediante

$$\lg \gamma_0 = (\cos \varphi_H \lg \delta - \sin \varphi_H \sin \varphi_0) / \cos \varphi_0 \quad (5)$$

con esta declinación se calcula el término f_H y mediante (3.3) y (4.3) se hallan φ_1 y φ_2

(3.3.1) El ángulo horario en el que el centro C_0 del disco solar está sobre el plano A , que es el correcto para el cálculo gnomónico es:

$$\varphi_2 = \varphi_0 + (\varphi_2 - \varphi_1) / 15 H + (\varphi_2 - \varphi_1) / 15 + 90^\circ \quad (6)$$

y la hora

$$H_e = H_0 + (H_2 - H_1) / 15 = H_0 + (\varphi_2 - \varphi_1) / 30 \text{ (horas)} \quad (7)$$

por lo tanto la declinación buscada es la (5) con el ángulo horario (6), es decir:

$$\lg \gamma_e = [\cos \varphi_H \lg \delta + \sin \varphi_H \cos (15H_0 + (\varphi_2 - \varphi_1) / 15) / \sin (15H_0 + (\varphi_2 - \varphi_1) / 15) \quad (5.1)$$

EJEMPLOS

1º Plano horizontal

Tomando las distancias medias Sol-Tierra y el diámetro solar respectivamente

$$d_0 = 149.6 \times 10^6 \text{ kms}$$

$$\Phi = 1.392 \times 10^6 \text{ kms}$$

y aplicando las fórmulas (3.2) y (4.2) para la resolución del tiempo H_e en planos horizontales obtenemos, para las latitudes φ y declinaciones solares δ que se indican:

	$\delta \pm 23,44^\circ$	0°
φ		
0°	2 m.19s.	2 m.08 s
$40,40^\circ$	3 m.16s.	2 m.48 s.
62°	8 m.34s.	4 m.32 s.
66°	26 m.14s.	5 m.13 s

2º Planos verticales

Normalmente se utilizan relojes solares trazados sobre planos verticales (o el horizontal)

Los valores del tiempo de paso, H_e vienen expresados en la tabla siguiente, para tres valores de la declinación solar y la latitud de Madrid, $40,40^\circ$ en función del ángulo γ_h , con el equivalente φ_k .

γ_h	φ_k	$\delta = \pm 23,44^\circ$	$\delta = 0$
0°	0°	2m.19s	2m.08s
90°	$49,60^\circ$	4m.10s	3m.35s
-90°	$-49,60^\circ$	4m.10 s	3m.35s

El tiempo de paso H_e está comprendido entre

$$4 \text{ m } 10 \text{ s y } 2 \text{ m. } 08 \text{ s}$$

3º Planos inclinados

Cálculo del tiempo ΔH en un plano inclinado definido por:

$$\begin{aligned} \varphi &= 40,40^\circ \\ \delta &= -10^\circ \\ \gamma &= -90^\circ \\ i &= 28^\circ \end{aligned}$$

Los vslores de $f_H = 0,9766$ y $\varphi_K = 77,58^\circ$

Aplicando las fórmulas:

$$(3.3) \quad \sin \varphi_1 = 0,8225 \\ \varphi_1 = 55,34^\circ$$

$$(4.3) \quad \sin \varphi_2 = 0,7785 \\ \varphi_2 = 51,13^\circ$$

se obtiene finalmente:

$$H_e = (\varphi_2 - \varphi_1) / 15 = 0,280 \text{ (horas)} = 16 \text{ m } 50 \text{ s}$$

que es el tiempo buscado

A. DE VICENTE

El nombre de Taller que encabeza esta Sección quiere resumir en esta sola palabra su variado contenido. Se trata de exponer y comentar métodos y sistemas sencillos, incluso en forma de "receta", para el trazado y construcción de relojes solares, sin recurrir a fórmulas o expresiones matemáticas complicadas. Incluirá también consejos sobre materiales y medios de construcción y, en general, todos aquellos detalles prácticos, resumen de la experiencia de los gnomonistas veteranos, para facilitar la labor de los recién llegados a este arte. Iniciamos "Taller" con dos artículos. El primero trata del trazado de un reloj horizontal, y el segundo se refiere a la construcción experimental de un reloj vertical.

T1) Construcción de un reloj horizontal sin utilizar tablas trigonométricas ni círculos graduados. M.LOSOT

Exceptuando el reloj ecuatorial, el segundo reloj solar que se presenta a la consideración de los constructores de cuadrantes es el horizontal.

La "receta" que se expone a continuación permite la construcción rápida y exacta de un reloj horizontal, para cualquier punto de la Península Ibérica, es decir para latitudes comprendidas entre 36 y 45 grados

La peculiaridad de este método consiste en que no utiliza ninguna función trigonométrica, círculo graduado, ni construcción gráfica. No presupone más que el conocimiento de las cuatro reglas y de la latitud del lugar donde se ha de instalar el reloj, que puede deducirse de un atlas geográfico escolar con suficiente precisión.

Como ejemplo desarrollamos punto por punto la construcción de un reloj de este tipo para la latitud de Madrid. Trazaremos un reloj que tenga $a = 400$ mm de altura y unos 500 mm de ancho.

1º La latitud (L) del lugar de emplazamiento es de 40° y $24'$ (cuarenta grados y veinticuatro minutos). Debemos convertirla en grados y decimales de grado, para lo cual dividimos los minutos por 60 y se los sumamos a los grados: $L = 40 + 24 / 60 = 40,40^\circ$ o sea que $40^\circ 24'$ equivalen a $40,40^\circ$ (grados y decimales)

2º Calculamos $r = (11 + 1,33 \times L) / 100$,

$$r = (11 + 1,33 \times 40,4) / 100 = 0,6474$$

$$r = 0,6474$$

3 Multiplicamos la altura 400 mm por r

$$b = 400 \times 0,6475 = 259 \text{ mm.}$$

4º Multiplicar $a = 400$ mm, y posteriormente $b = 259$ mm por los números que se indican: (0,2679 y 0,5774)

$$m = 400 \times 0,2679 = 107 \text{ mm}$$

$$n = 400 \times 0,5774 = 231 \text{ mm}$$

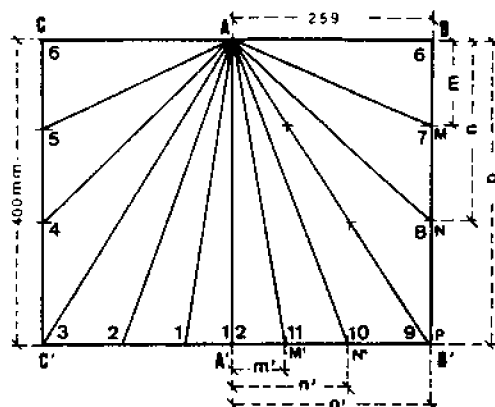
$$p = 400 \times 1 = 400 \text{ mm}$$

$$m' = 259 \times 0,2679 = 69,4 \text{ mm.}$$

$$n' = 259 \times 0,5774 = 149,5 \text{ mm}$$

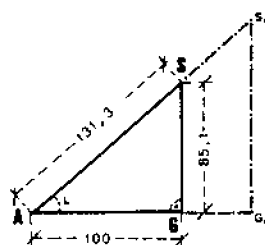
$$p' = 259 \times 1 = 259$$

6º Dibujar, a escala natural, el rectángulo que se indica, en el que las distancias m , n y p son las anteriormente calculadas, y unir el punto A con los puntos M, N, P, M' y N'. Obtenemos así las rectas horarias, que se numeran con sus horas correspondientes.



7º El gnomon, triangular, debe ser recortado de una chapa metálica, preferiblemente de latón y de unos 3 mms de espesor, aunque también se puede usar cualquier otro material que resista bien a la intemperie.

Sus dimensiones pueden ser las siguientes:



Por ejemplo, tomando la distancia $AG = a/3$

$$AG = a/3 = 400/3 = 133 \text{ mm}$$

$$SG = AG \times (12 + L) / (102 - L)$$

$$SG = 133 \times 52,4 / 61,6 = 113,4 \text{ mm}$$

Para la colocación del triángulo gnomónico se ha de tener en cuenta que su plano ha de ser perpendicular al del reloj, o sea vertical, y que la arista AG debe situarse sobre la línea de las 12 horas y la GS vertical. El ángulo SAG será igual al L (latitud) si la construcción se ha hecho cuidadosamente.

En la figura siguiente puede verse el aspecto que tendrá el reloj terminado, con las líneas horarias trazadas, los numerales que indican las horas (aconsejamos emplear numerales romanos, aunque sean arábigos en el dibujo, ya que las horas de tiempo solar no son iguales a las de tiempo medio)

Una vez trazado el reloj, que puede dibujarse o grabarse en una lámina metálica, en materiales cerámicos o incluso en piedra, si el constructor posee la suficiente habilidad manual, es necesario orientarlo para que marque correctamente la hora solar, situando la línea de las 12 en dirección N-S

ORIENTACION DEL RELOJ

En una primera aproximación es posible orientarlo por medio de una brújula, teniendo en cuenta la declinación magnética, que es variable con el tiempo en cada lugar.

Es bien conocido que este reloj indicará el TIEMPO SOLAR VERDADERO DEL LUGAR, por lo que si se conoce la hora oficial correspondiente a las 12 horas solares, puede orientarse fácilmente y con bastante exactitud, girando el reloj en su plano hasta que, en ese instante, la sombra del gnomon marque exactamente las 12 horas solares

Cómo en el artículo siguiente (CONSTRUCCION EXPERIMENTAL DE UN RELOJ VERTICAL) se indica con suficiente detalle la manera de hallar esta hora oficial, nos remitimos al mismo para su cálculo

JUSTIFICACION DEL TRAZADO

El fundamento de la "receta" anterior es el siguiente:

Si tomamos la longitud de *a* como unidad tendremos (siendo L = latitud)

$$b = a \cdot \sin L$$

$$m = b \cdot \operatorname{tg} 15^\circ \quad m' = a \cdot \operatorname{tg} 15^\circ$$

$$n = b \cdot \operatorname{tg} 30^\circ \quad n' = a \cdot \operatorname{tg} 30^\circ$$

$$p = b \cdot \operatorname{tg} 45^\circ \quad p' = a \cdot \operatorname{tg} 45^\circ$$

$$SG = AG \cdot \operatorname{tg} L$$

Es evidente que calculando directamente estos valores es fácil trazar con exactitud el cuadrante para cualquier latitud y así lo recomendamos para el que disponga de una pequeña calculadora que permita hallar los valores de senos y tangentes. Pero si no dispone de la misma, el método anterior se basa en las siguientes fórmulas, que son suficientemente exactas entre latitudes de 36 a 45°:

$$\operatorname{tg} L = (12 + L) / (102 - L)$$

$$\sin L = (11 + 1,33 \cdot L) / 100$$

y en los valores de

$$\operatorname{tg} 15^\circ = 2 - 3 = 0,2679$$

$$\operatorname{tg} 30^\circ = 3 / 3 = 0,5774$$

$$\operatorname{tg} 45^\circ = 1$$

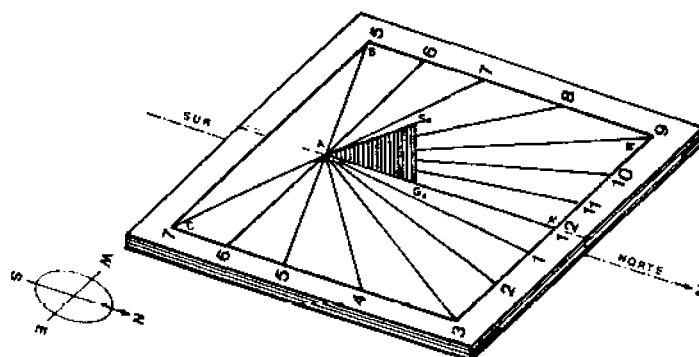
Estas fórmulas han sido expuestas en los números anteriores de "ANALEMA", donde puede verse el grado de exactitud alcanzado por las mismas, así como fórmulas análogas para otras latitudes.

Si quisiéramos hallar las líneas horarias de las medias horas, usaríamos el mismo sistema, intercalando los valores correspondientes a:

$$\operatorname{tg} 7,5^\circ = 0,1317$$

$$\operatorname{tg} 22,5^\circ = 0,4142 = 2 - 1$$

$$\operatorname{tg} 37,5^\circ = 0,7673$$



T2) Método experimental para el trazado de un Cuadrante Solar sobre un muro vertical con o sin declinación. LUIS HIDALGO VELAYOS

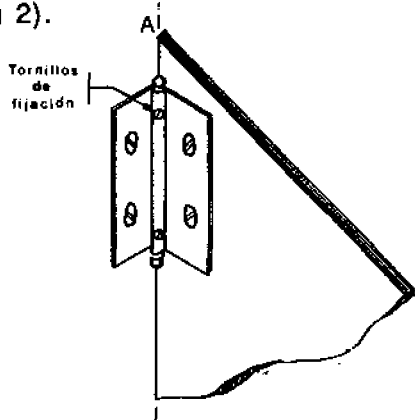
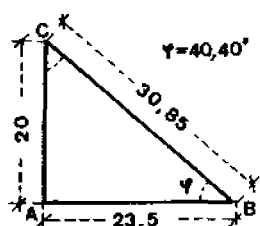
Aunque el método que vamos a seguir se aparta de la línea ortodoxa y purista de la gnomónica "sensu stricto", sin embargo está pensado para aquellos lectores cuya formación en esta materia y conocimientos matemáticos son elementales, supliendo esta deficiencia por el gran deseo de poseer un cuadrante solar que naturalmente "funcione".

El futuro creador de la obra debe conocer dos datos básicos

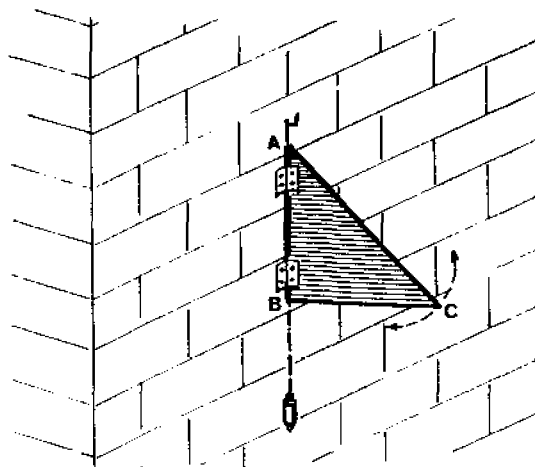
- La latitud ϕ y longitud L del lugar de colocación, datos que se pueden obtener de un atlas o mejor de un mapa topográfico.
- La ecuación del tiempo (E.T.) del día o días de su colocación, para lo cual se adjunta una tabla de los valores según los días del año

Suponemos que se dispone de un reloj de pulsera bien puesto en hora con las señales horarias que transmiten las emisoras de radio. Este útil de trabajo es el elemento fundamental y debe ser de buena precisión para poder llevar a efecto nuestro trabajo. Solo falta pedir al constructor del reloj mínimo de habilidad manual.

Conocida la latitud local procederemos a construir un triángulo rectángulo ABC, cuya hipotenusa CB hará las veces de estilo o varilla indicadora de la hora, el ángulo B tendrá el valor de la latitud, con lo que el ángulo C será la colatitud, es decir $90^\circ - C$ (fig 1). Este triángulo debe ser de un material rígido para evitar deformaciones y para poderle aplicar unas bisagras como las que se utilizan en puertas o ventanas, que permitirán un giro del mismo modo que en una puerta (fig 2).



Sobre el mismo muro, en el sitio destinado a dibujar el cuadrante, se trazará con la ayuda de una plomada (sirve como tal una cuerda en la que se suspende una llave), una recta vertical que pasará a ser la línea de las 12 (fig 3). Sobre esta línea se apoyará el triángulo construido, de tal manera que el lado AC esté sobre ella, de forma que mediante los goznes pueda pivotar hacia la derecha o izquierda.



Ahora solo nos resta averiguar a que hora oficial (la de nuestro reloj de pulsera) será el instante de las 12 horas solares del lugar. Para ello aplicaremos la siguiente formulita:

$$\text{Hora oficial} = \text{Hora solar} + \text{Dif. long.} + \text{Ecuac. T.} + 1 \text{ (ó 2) }$$

lo que significa que para saber la hora oficial del mediodía solar habrá que sumar a las 12 (H.s) La diferencia de longitud (DL) a razón de 1 hora por cada quince grados (Si el lugar está al Oeste de Greenwich, restándolo si está al Este), sumando después el valor de la Ecuación del Tiempo (E.T) con el signo que tenga en la tabla, y finalmente añadir el adelanto de 1 hora (o 2 si es verano, de Marzo a Septiembre).

Sabida ya la hora de nuestro reloj de pulsera en que será el instante del mediodía solar, habrá que esperar ese momento para girar lateralmente la pieza triangular hasta que la sombra arrojada por el estilo coincida con la vertical o línea de las 12 ya dibujada. Conseguida esta posición se procede a su fijación, pues en esta postura ha de permanecer siempre. Esta se puede conseguir mediante unos tornillos prisioneros en los goznes, o por cual

quier otro modo. Con la operación precedente hemos colocado automáticamente el lado BC (estilo) paralelo al Eje de la Tierra, de esta forma cuando pase 1 hora desde la anteriormente calculada, la sombra arrojada por el estilo corresponderá a las 13 horas solares y en ese momento la marcamos sobre el cuadrante. Cuando pasen 2 horas haremos lo mismo para la marca 14 y así sucesivamente hasta que el Sol deje de iluminar el muro

Evidentemente las horas que podemos numerar en ese día serán las posteriores al mediodía o vespertinas. Para completarlas con las horas matutinas debemos volver a calcular la hora oficial de mediodía del día siguiente (u otro cualquiera), pues el valor de la Ecuación del Tiempo (E.T.) puede haber variado, aunque no sustancialmente. Descontando 1 hora marcaremos las 11 horas solares, descontando 2 horas las 10 horas solares, y así sucesivamente.

Aclaremos esto con el ejemplo de un cuadrante vertical para Madrid:

Latitud $\phi = 40,40^\circ$;

Longitud $L = 3,6^\circ W$ (equivalen a $14^m 45^s$)

E.T. para el 5 de Agosto = +6 minutos

El triángulo ABC tiene por lados $AC = 20$ cms $CB = 30,85$ cms. y $AB = 23,5$ cms.

La hora oficial en el instante del mediodía solar en Madrid, el día 5 de agosto, será: $12^h + 2^h$ (verano) $+ 14^m 45^s + 6^m = 14^h 20^m 45^s$

Cuando nuestro reloj de pulsera marque esa hora giraremos el triángulo hasta que la sombra

que arroja el borde BC (estilo) caiga en la línea de las 12 horas (vertical) que previamente habíamos determinado con la plomada

Fijamos el triángulo para que no se mueva nunca más y conserve esa posición a partir de ahora. Una hora después, a las 15 h. 20 m. 45 s. la sombra proyectada la marcaremos como las 13 horas solares y así sucesivamente hasta el final de la insolación.

Si se van a marcar las horas matutinas al día siguiente, la E.T. habrá cambiado solamente algunos segundos y se podrán tomar como ciertos los valores antes calculados. Pero si se han de marcar el 12 de Agosto, las 12 horas solares serán 1 minuto antes, pues la ecuación del tiempo es de 5 min. 5 seg. y las marcas se harán a las $13^h 19^m 50^s$ para las 11 horas solares, a las $12^h 19^m 50^s$ para las 11 horas solares y así sucesivamente.

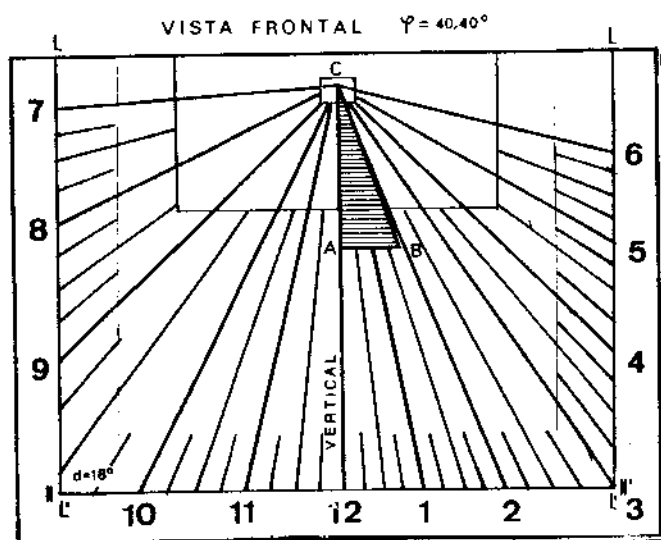
Por el mismo procedimiento podemos marcar las medias horas y los cuartos. Aconsejamos que las marcas correspondientes a las horas solares se efectúen sobre una línea perpendicular a la ya trazada de las 12 H (H-H') y luego mediante una regla se unen las marcas con el polo del reloj (punto C). Como algunas de las horas se saldrán fuera de las superficie destinada al cuadrante no estará de más trazar a ambos lados de la línea de las 12 unas líneas paralelas L y L' y sobre ellas hacer las marcas de las horas alejadas del mediodía.

Este método tiene la ventaja de no tener en cuenta la declinación del muro.

A CONTINUACION FIGURAN LOS VALORES MEDIOS DE LA ECUACION DEL TIEMPO PARA EL MES DE AGOSTO.

Día	min.	seg.	Día	min.	seg.	Día	min.	seg.
1	+	6 18	11	+	5 14	21	+	3 15
2		6 14	12		5 04	22		3 00
3		6 10	13		4 55	23		2 45
4		6 05	14		4 44	24		2 29
5		6 00	15		4 33	25		2 13
6		5 54	16		4 21	26		1 57
7		5 47	17		4 09	27		1 40
8		5 40	18		3 56	28		1 23
9		5 32	19		3 43	29		1 05
10		5 23	20		3 29	30		0 47
						31	+	0 29

Para obtener los valores de otros meses consúltense el artículo "Determinación de la declinación y de la Ecuación del tiempo" publicado en el número 3, página 3, de "Analema" donde figura una tabla completa. Se hace notar que una precisión de medio minuto es suficiente para el trazado. L.H.V



Por primera vez presentamos un programa informático para el trazado de un reloj solar. Su autor es J. de la Calle. Como indica en su artículo se trata de un programa muy sencillo, escrito en Basic, para el cálculo de un reloj horizontal, redactado especialmente para los principiantes en estos temas

PROGRAMA PARA EL CALCULO DE UN RELOJ HORIZONTAL

El objetivo de este trabajo es proporcionar a los que se inician en la Informática, un programa que permite el diseño completo de un reloj de sol horizontal. Se han reducido al máximo el número de instrucciones y la variedad de sentencias, para que pueda ejecutarse en cualquier ordenador que disponga del lenguaje BASIC, aunque sea elemental.

Las primeras instrucciones piden los datos de entrada; latitud y longitud del lugar en grados y minutos (separados por comas) y la longitud L del estilo en mm. Como ejemplo, una longitud de 70 mm corresponde a un dibujo de 21 por 29 cm (hoja DIN A4).

Para facilitar la precisión en la construcción del estilo, se calcula el estilo recto y el subestilo, que evita la medida de ángulos.

A partir de la instrucción 120 se calculan las coordenadas X-Y de un punto de cada línea horaria (horas enteras y medias horas), que unido con el centro del reloj nos dará la línea. Esto se realiza mediante dos bucles, calculando el ángulo horario H (en radianes) y el ángulo G que forma con la línea de las 12 (sólo entre las 12 y las 17½, pues el reloj es simétrico con relación a las 12). Para facilitar su trazado se crea un cuadrado de lado $R = 2.L$ sobre el que se calculan las marcas.

Definidas ya las líneas horarias, se calculan las distancias al vértice de las líneas de declinación diaria (ramas de hipérbola que recorrerá el extremo de la sombra del estilo) correspondiente al día que comienza un signo del Zodiaco (inst.250). El nombre del signo y la declinación del Sol para ese día, se toman (READ) de la instrucción 440 que posee esos datos. Primero se calcula el ángulo Z entre el estilo y la línea horaria y después la longitud de la sombra S para la declinación D, utilizando la proporción K. Se admiten solamente los valores inferiores a 4 veces la longitud del estilo, para que no exceda lo previsto.

Ahora se detiene la ejecución permitiendo registrar los resultados. Al pulsar la barra de ESPACIO el programa continúa calculando el tiempo de retardo por longitud RF, desde el meridiano 0, que al añadirle los valores de la ecuación de tiempo dará el tiempo entre el mediodía medio (Tiempo Universal) y el verdadero o solar. A partir de la instrucción 360 se calculan las coordenadas de la curva "lemniscata" como suma del retardo fijo y el valor de la ecuación de tiempo. Por tanto, cuando el extremo de la sombra toque en el punto de la lemniscata correspondiente al día del año será el mediodía medio (la 1 hora del mediodía en invierno o las 2 en verano).

El algoritmo para el cálculo anterior es semejante al utilizado para las ramas de hipérbola. Los valores de declinación (N,M) y de ecuación de tiempo (EA,EB) para los días 1 y 21 de cada mes se toman de las instrucciones 520-630.

```

10 'Cálculo de un reloj de sol horizontal
20 CLS:PI=3.141592:RAD=PI/180:PRINT
30 'Datos de entrada del lugar y estilo
40 INPUT "LATITUD en gr,mt=";GF,MF
50 INPUT "LONGITUD en gr,mt=";GL,ML
60 INPUT "ESTILO en mm. = ";L
70 R=2*L:F=(GF+MF/60)*RAD
80 PRINT"Estilo recto=";INT((10*L*SIN(F))/10)
; " Subestilo=";INT((10*L*COS(F))/10)
90 PRINT:PRINT "COORDENADAS X-Y de un p
unto de cada LINEA HORARIA, en mm."
100 PRINT "horas" 12 13 1
4 15 16 17"
110 PRINT "h.ent.";
120 FOR C=0 TO 1
130 IF C>0 THEN PRINT "1/2h ";
140 FOR N=0 TO 5:T=12+N+C/2
150 H=T*RAD*15:G=ATN(SIN(F)*TAN(H))
160 IF N>3 GOTO 200
170 X=R*TAN(G)
180 PRINT USING " ###";INT(X+.5);R;
190 GOTO 220
200 Y=R/TAN(G)
210 PRINT USING " ###";R;INT(Y+.5);
220 NEXT N:PRINT:PRINT "
230 PRINT:PRINT "Distancia de la
s HIPERBOLAS al vértice, en mm."
240 PRINT "horas" 12 13 14
15 16 17:PRINT
250 FOR V=1 TO 7:READ D$,N,M:PRINT D$;
260 FOR U=0 TO 5:T=U:H=T*RAD*15
270 D=(N+M/60)*RAD:Z=ATN(TAN(F)/COS(H))
280 K=COS(D)/COS(D+Z)
290 S=L*K:IF S<0 OR S>4*L GOTO 310
300 PRINT USING " ###";INT(S+.5);
310 NEXT U:PRINT:PRINT "
320 PRINT "pulsar la barra de ESPACIO"
330 A$=INKEY$:IF A$<>CHR$(32) THEN 330
340 PRINT:RF=(GL+ML/60)/15
350 PRINT:PRINT "RETARDO por Longitud
=";INT(RF*600)/10;"minutos"
360 PRINT "Coordenadas X-Y de la LEMNISCAT
A, en mm."
370 PRINT" Mes Dia 1 Dia 21"
380 PRINT" X Y X Y"
390 FOR J=1 TO 12:READ M$:PRINT M$;
400 FOR I=1 TO 2:READ N,M,EA,EB
410 E=RF+EA/60+EB/3600:H=E*RAD*15
420 D=(N+M/60)*RAD:Z=ATN(TAN(F)/COS(H)):K=C
OS(D)/COS(D+Z):G=ATN(SIN(F)*TAN(H))
430 S=L*K:X=S*SIN(G)+.5:Y=S*COS(G)+.5
440 PRINT USING " ###";INT(X);INT(Y);
450 NEXT I:PRINT:PRINT:END
500 'Area de datos;Declinac y Ecuac.de T.
510 DATA "CAPRIC",23,26.5,"ACUARI",20,10,"P
ISCIS",11,29,"ARIES",0,0,"TAURO",-11,-29,
"GEMINI",-20,-10,"CANCER",-23,-26.5
520 DATA "ENE",23,1.3,30,20,10,11,18
530 DATA "FEB",17,11,13,35,11,29,13,41
540 DATA "MAR",7,41,12,24,0,0,7,17
550 DATA "ABR",-4,-26,3,57,-11,-29,-1,-15
560 DATA "MAY",-15,0,-2,-52,-20,-10,-3,-28
570 DATA "JUN",-22,-1,-2,-16,-23,-26,1,40
580 DATA "JUL",-23,-8,3,44,-20,-10,6,21
590 DATA "AGO",-18,-5,6,18,-11,-29,3,10
600 DATA "SEP",-8,-23,0,9,0,-0,-6,-51
610 DATA "OCT",3,5,-10,-14,10,29,-15,-18
620 DATA "NOV",14,20,-16,-23,20,10,-14,-10
630 DATA "DIC",21,46,-11,-2,23,26,-2,0

```

LATITUD en gr,mt=40,24 LONGITUD en gr,mt=3,41
 ESTILO en mm. = 70 Estilo recto= 45.3 Subestilo= 53.3

COORDENADAS X-Y de un punto de cada LINEA HORARIA, en mm.

horas	12	13	14	15	16	17
h.ent.	0	140	24	140	52	140
1/2h	12	140	38	140	70	140

Distancia de las HIPERBOLAS al vértice, en mm.

horas	12	13	14	15	16	17
-------	----	----	----	----	----	----

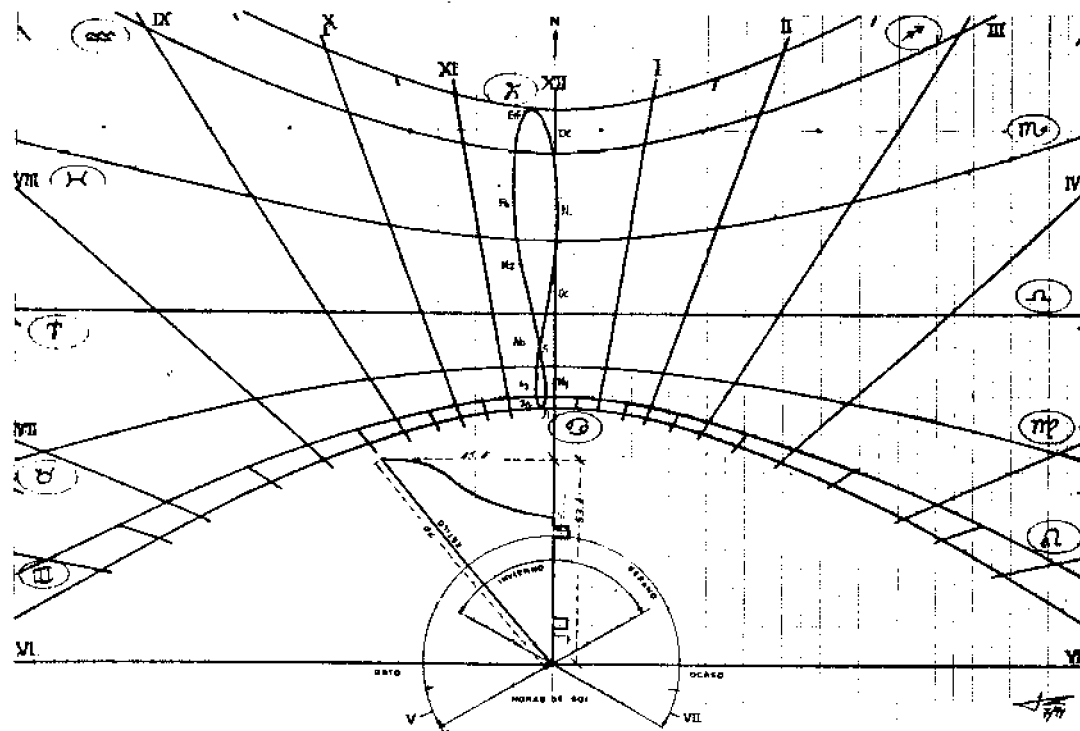
CAPRIC	146	151	171	229		
ACUARI	134	138	154	196		
PISCIS	111	114	123	145	211	
ARIES	92	93	98	110	138	241
TAURO	78	79	82	88	103	144
GEMINI	70	70	72	76	85	109
CANCER	67	68	69	72	80	99

pulsar la barra de ESPACIO

RETARDO por Long.= 14.7 mts

Coord.X-Y de LEMNISCATA

Mes	Dia 1	Dia 21
	X Y	X Y
ENE	-7 144	-10 134
FEB	-10 125	-9 111
MAR	-8 104	-6 92
ABR	-5 86	-3 78
MAY	-3 75	-2 70
JUN	-2 68	-3 67
JUL	-4 67	-4 70
AGO	-4 72	-4 78
SEP	-3 82	-2 92
OCT	-1 96	0 109
NOV	1 117	0 134
DIC	-1 139	-5 146



LITERATURA Y GNOMONICA

Haciendo honor a su inicial y apellido, P. Dantillo continúa insertando rebuscadas citas de textos, en los que aparecen las palabras "Reloj de Sol". En este número se refiere a unas líneas de Sta. Teresa y a un texto de Tirso de Molina que el autor no identifica. Indica que este es, por ahora, su último artículo.

El muy conocido soneto "A una Nariz" que presentamos en el número anterior del Boletín es de D. FRANCISCO de QUEVEDO Y VILLEGAS

El texto de CYRANO DE BERGERAC pertenece, como ya se ha indicado anteriormente, a la traducción hecha en 1920 por J. Chabàs y Martí. de su "Histoire Comique ou Voyage a la Lune"

Las cinco líneas de texto que siguen están tomadas de SANTA TERESA DE JESUS —"Libro de la Vida". Capitulo. 20. Párrafo 19 —

"Páreceme es este bullicio de estotras dos potencias como el que tiene una lengüecilla de estos RELOJES DE SOL, que nunca para; mas cuando el Sol de Justicia quiere, hácelas detener".....

Dejamos la interpretación de las mismas al cuidado de nuestros lectores, aunque advertimos que no es nada fácil (a menos que el lector sea un místico empedernido), ya que el párrafo del cual se transcriben estas líneas trata de las potencias del alma y de las diferencias entre arrobamiento y union mística.

El texto que se inserta a continuación, del cual no tenemos mayores referencias, creemos que pertenece a una comedia de TIRSO DE MOLINA:

Se trata de averiguar a qué obra corresponde este fragmento, lo que no es excesivamente difícil ya que no hay más que leerlas todas, empezando por las últimas.

Si los avisados y eruditos lectores pudieran averiguarlo, les rogamos nos lo comuniquen ya que hemos perdido las referencias bibliográficas de este y otros textos de Tirso. Por este motivo es posible que la cita siguiente no sea rigurosamente exacta, o incluso que ni siquiera sea de dicho autor

.....
Buena hora pienso que es
que agora marca las tres
del RELOJ DE SOL la mano
.....

No aparece claro cuya mano es, que diría Fray Gabriel Téllez, ya que el término "mano".(?) o manecilla es más propio de un reloj mecánico que

de un reloj solar, aunque "mano" se utilice en el sentido de "indicador" de la hora.

Evidentemente se refiere al estilo o al gnomon (¿o nomon?), o bien a la sombra del mismo.

Análogamente, en las líneas anteriores, Santa Teresa emplea metonímicamente la palabra "lengüecilla", ya que este elemento indicativo del reloj solar "dice" las horas del día.

Se observa que las denominaciones del gnomon o del estilo, partes constitutivas fundamentales del reloj solar y "dedo de la mano que señala", dan lugar a una abundante floración metafórica. En el soneto publicado en el número anterior, Quevedo los compara con una prominente nariz, siguiendo los antecedentes de Trajano y Cyrano de Bergerac; para Santa Teresa es una lengüecilla y a Tirso de Molina le parece una mano.

Incluso en el título de nuestra revista hermana "La Busca de Paper", publicada por la Societat Catalana de Gnomònica, se emplea la palabra "Busca" que, creemos, tiene una connotación específica muy diferente, en el lenguaje popular.

¡Y aún se nos olvidaba mencionar el famoso "στοιχηρεον" griego,...citado por Aristófanes !

Para finalizar insertamos a continuación un aforismo moralizador del ilustrado e ilustrísimo MELCHOR-GASPAR (y Baltasar) de JOVELLANOS, que dice como sigue:

... Hay gentes que se parecen a
los RELOJES DE SOL, que apuntan
las horas y no las dan.....

Con esta candorosa reflexión sobre la naturaleza humana terminamos, por ahora, esta sección, -que hemos mantenido en estos cuatro primeros números del Boletín- con la invocación que los autores clásicos hacían al final de sus comedias:

" Si os ha gustado, aplaudid "

P. DANTILLO

NOTA Lamentamos la decisión expresada por nuestro habitual colaborador P. Dantillo, aunque comprendemos sus motivos. Deseamos que la asidua colaboración de nuestros lectores permita seguir publicando esta amena sección que, como decían nuestros moralistas en tiempos de Jovellanos, instruye a la par que deleita

LAS NOTICIAS Y COMENTARIOS QUE SE PUBLICAN EN ESTA SECCION SE TRANSCRIBEN BAJO LA EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE SUS COMUNICANTES O COMENTARISTAS. EN NINGUN CASO LA ASOCIACION SE HACE RESPONSABLE DE SU EXACTITUD O CONTENIDO

NOTAS Y COMENTARIOS

RELOJ SOLAR EN EL PARAGUAY

Nos comunica J.L. Marín Balda la existencia de un cuadrante solar horizontal en la antigua Misión Jesuítica de San Cosme y San Damian. En el próximo número de "Analema" se publicará la descripción y datación de este interesante cuadrante, así como algunos datos históricos de la Misión y del Padre Buenaventura Suárez, probable constructor del mismo.

REUNION ANUAL DE LA S.A.F

El día 10 de Octubre del presente año tendrá lugar, en París, la reunion anual de la "Commission des cadrans solaires" de la Société Astronomique de France (S.A.F) bajo la dirección de su presidente actual Mr. DENIS SAVOIE.

El idioma de trabajo será el francés. Si alguno de nuestros asociados tiene interés en presentar alguna comunicación, o desea más detalles sobre la Asociación Astronomique de France, le rogamos que nos lo comunique

NUEVOSOCIO-CORRESPONSAL

Tenemos la satisfacción de comunicar que ha sido nombrada socio-corresponsal de nuestra Asociación en París la distinguida gnomonista Mlle. Nicole Marquet, que domina perfectamente el idioma español; es asimismo asociada de la Société Astronomique de France y nos ha puesto en contacto con esta importante Asociación.

Su dirección postal es:

Mlle.NICOLEMARQUET
22 Rue de Bellechasse
F. 75007 - P A R I S

LOS RELOJES SOLARES DE LA CATEDRAL DE LEON

Segun noticias que provienen de nuestro corresponsal J.L.Lorente, en la catedral de Leon existen dos cuadrantes solares, (uno de ellos meridiano)

En un hueco del edificio, actualmente cerrado, estuvo emplazado el antiguo reloj mecánico. Para la reparación de este reloj mecánico, que se efectuará en Suiza, no ha habido dificultad en aprobar un presupuesto de varios millones de

pesetas, según nos indica, mientras que los relojes solares se desmoronan "a pedazos"; especialmente el Meridiano, grabado sobre un cubo de arenisca, en el que se va deshaciendo la capa superficial. De los dos laterales apenas se ve nada.

Dolorido e indignado, nos dice, J.L. Lorente se ha dirigido por escrito al presidente del Cabildo, rogándole que interceda, pero como es Monumento Histórico-Artístico la reconstrucción de fachadas dependen del Patrimonio Nacional o de Bellas Artes.

Ya con anterioridad, hace unos años, se puso en contacto con el taller permanente de restauración, a pié de obra, donde le indicaron que dependía del Arquitecto-Restaurador, de Valladolid, pero aún no ha conseguido entrevistarse con él.

Esta lamentable historia se repite, desgraciadamente, en la mayor parte de nuestras iglesias y monumentos.

Aun no hemos sido capaces de interesar a los organismos oficiales o particulares en un programa serio y continuado de reparación y conservación de este patrimonio artístico y científico.

RELOJDESOLCONSTRUIDOPORJ.ESTEBAN

Nuestro reciente asociado, J. Esteban Esteban nos remite un interesante trabajo, en el que tras unas definiciones previas y un resumen histórico de estos cuadrantes nos describe detalladamente un reloj vertical ortomeridiano, que fué construido por él en el año 1991 Está artísticamente grabado en una lámina de pizarra, con la divisa "SOLIS OPUS ET ARTIS" y como equipamiento auxiliar lleva las siguientes escalas y graduaciones complementarias:

- Ecuación del tiempo (gráfico posterior)
- Reloj Horario en Tiempo Universal
- Calendario en meses zodiacales
- Ortos y Ocasos en T.U.

Las coordenadas geográficas de cálculo fueron:

- Latitud 42° 20' N
- Longitud 7° 52' W

que corresponden a Orense, aunque está situado en la Parroquia de Melias (Restaurante Alejandro) en el tramo de union entre las carreteras N120 , km 558, 300 y C-546, a 100 metros del rio Miño.

RESUMEN DE LOS ARTICULOS PUBLICADOS EN ESTE BOLETIN

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

2/2

El cuadrante poliédrico del Convento de Mafra (II)

REDACCION

Se recogen y resumen las soluciones recibidas al problema propuesto por Vasco Nuno de MELO en el número anterior de "Analema". La mayor parte de estas soluciones coinciden con la reseñada en este artículo y con la nota final de V.N. de Melo. Se inserta un dibujo de los de los gnomones reconstruidos

3/4

El "Analema Novum" de Saint-Rigaud, J. Ozanam y el reloj de Capuchino

MANUEL MARIA VALDES

El origen y descripción de los relojes denominados " de Capuchino" y otros análogos son tratados por los autores modernos en forma poco convincente, ya que únicamente incluyen la justificación matemática "a posteriori" de su trazado. Segun indica el autor de este artículo, Jacques Ozanam explicaba en 1673 que este tipo de relojes no son mas que un caso particular del "Reloj Portátil Rectilíneo Universal", que a su vez está fundado en el "Analema Novum" del jesuita P. de Saint Rigaud (1656)

5/9

Relojes solares Auto-orientables

JAIME VELILLA MOROS

El autor de este artículo analiza las condiciones que deben reunir los relojes portátiles, o una combinación de dos relojes de este tipo, para que formen un conjunto auto-orientable, es decir que un conjunto en el que no sea necesario conocer previamente la dirección de la meridiana para la correcta lectura de la hora.. Indica que de las diez combinaciones estudiadas solamente tres son útiles para este propósito, exceptuando los relojes calendarios, para los que es necesario conocer la fecha de la observación.

10/12

Narraciones Gnomonico-Arqueo-Lógicas

REDACCION y Prof. SPELUNKA (?)

Se expone en esta narración una anécdota sobre la identificación de un reloj solar que se encuentra en la capital de la República Dominicana, debida a una confusión inicial en la fecha de su datación. finalmente aclarada. Asimismo se incluye la solución al problema planteado por M. Mendax, en el anterior número del Boletín, sobre el hemicyclum romano de Puteoli, llegando a la conclusión de que este reloj romano debía ser griego, en el (improbable) caso de que realmente hubiese existido.

13/14

Tiempo que tarda el disco solar en atarvesar un plano determinado

ANTONIO DE VICENTE

Utilizando las fórmulas y elementos de cálculo que presentó en el "Formulario de Gnomónica plana" publicado en el número 1 de "Analema", Antonio de Vicente calcula el tiempo de paso del disco solar por un plano referencial, cálculo que puede servir para determinar la corrección necesaria de la hora de iluminación de un muro, si se emplea este sistema o un método análogo para hallar su declinación

15/18

TALLER 1 y 2

M. LOSOT Y LUIS HIDALGO

Con el nombre de TALLER que encabeza esta nueva Sección se exponen y comentan métodos y sistemas sencillos, incluso en forma de "receta", para el trazado y construcción de relojes solares sin recurrir a fórmulas o expresiones matemáticas complicadas. Se inicia "Taller" con dos artículos :

El primero (T1), de M.Losot, trata del diseño de un reloj horizontal sin utilizar mas que una regla graduada para su trazado, (dentro de ciertas limitaciones para la latitud del lugar de su emplazamiento).

El segundo (T2), de L. Hidalgo, se refiere a la construcción experimental de un reloj solar sobre un muro vertical, sea este declinante o no, sin necesidad de hallar previamente el ángulo de declinación ni determinar la meridiana. Unicamente es necesario utilizar un reloj mecánico ordinario y una tabla de la Ecuación del Tiempo, como la anteriormente publicada en la página 4 del Boletín "ANALEMA" nº3

RESUMEN DE LOS ARTICULOS PUBLICADOS EN ESTE BOLETIN

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

19/20

Programa para el cálculo de un reloj horizontal

JESUS DE LA CALLE

Se presenta en este artículo un sencillo programa informático, escrito en Basic, que sirve de introducción a esta nueva sección: "Aplicaciones del Ordenador a la Gnomónica", que aquí se inicia y que dada su sencillez es apto para principiantes en este tema.

Utilizando este programa se calculan los parámetros necesarios para el trazado de un reloj solar horizontal para las coordenadas de Madrid, cuyo trazado y dibujo se acompaña.

21/21

Literatura y Gnomónica

P. DANTILLO (?)

En este último artículo, en el que se despide el autor, además de una disquisición retórica sobre analogías de la palabra gnomon, hace referencia a unos textos de Santa Teresa de Avila, Tirso de Molina y Melchor de Jovellanos, en los que aparece el reloj solar. Esperamos que, no obstante lo que nos indica, no sea esta su última colaboración al Boletín, ya que esta sección tiene numerosos lectores.

22/22

Notas y Comentarios

REDACCION

En estas notas se recoge la noticia de un reloj solar existente en la antigua Misión Jesuítica de S. Cosme y S. Damian, en el Paraguay. Se comunica el nombramiento de nuestra Socio-Corresponsal en Paris, Mlle Nicole Marquet. Se publica un comentario de J.L Llorente sobre el mal estado de los relojes solar de la Catedral de Leon y, finalmente, se describen dos relojes solares contruidos por nuestro asociado J. Esteban Esteban.

23/24

Resumen de artículos

EDITOR

Incluye esta sección un resumen de los artículos publicados en el presente Boletín. Asimismo se publica en la página 25 unos "Abstracts", traducción de los mismos al inglés.

25/25

Abstracts

EDITOR

En esta página final se presenta un resumen, en inglés, de los artículos anteriormente reseñados

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 DISPOSICIONES OFICIALES Y LEYES INTERNACIONALES

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
SECRETARIO.....MANUEL LOMBARDERO
BIBLIOGRAFIA.....JESUS DE LA CALLE
TESORERIA.....JAIME VELILLA

Pz. PABLO GARNICA 1 28030-MADRID
ISAAC PERAL 48 28040-MADRID
PASEO YESERIAS 11 28005-MADRID
STA. FELICIANA 14 28010-MADRID

ABSTRACTS

2/2 THE POLYEDRIC DIAL AT CONVENTO DE MAFRA (II)

In the third number of "Analema" a problem about the Mafra Polyedric Sundial was proposed by Vasco Nuno de Melo. Many Bulletin readers sent us a correct solution who now is presented, together with a drawing of the would-be gnomons.

3/4 SAINT-RIGAUD'S "ANALEMA NOVUM", OZANAM AND THE CAPUCHIN DIAL

M.M. Valdes explains how Jacques Ozanam (1673) used to apply the Père de Saint Rigaud "Analema Novum" (1656) to design a "Portable Rectilinear and Universal Sundial" The Capuchin dial is but a particular case of the former, he says.

5/9 SELF-ORIENTATING SUNDIALS

In this article J. Velilla analyzes the circumstances and conditions needed by a sundial, or a set of two or more dials, in order to obtain a self-orientation of the whole set. He finds that only three of the ten proposed combinations are useful for this purpose, calendary-dials excepted.

10/12 GNOMONIC-ARCHAEO-LOGICAL STORIES

A misinterpretation of a sundial date (1537) was the origin of a research in Santo Domingo, at the Dominican Republic. When the dial was found it became clear that the real date was 1753 !!

Nevertheless it is a very interesting two-faced vertical sundial, still pointing the hour, who was erected by the then Spanish Island Gobernador, Brigadier D. Francisco Rubio y Peñaranda

Under the same epigraph a solution by Prof. Spelunka (?) about the Mendax's Roman dial of Putteoli is also inserted: dimensions and intended latitude are calculated showing that this Roman Sundial ought to be "Made in Greece", if really ever existed.

13/14 TIME TAKEN BY THE SOLAR DISK TO PASS THROUGH A GIVEN PLANE

A. de Vicente calculates the time taken by the solar disk to pass through a given plane. This time may be useful in order to establish the correction to the illumination hour of a wall, if this method is applied to find out its declining angle

15/18 TALLER (WORKROOM)

A new section for beginners and mathematics-haters : M Losot proposes the construction of a horizontal dial without trigonometrical tables nor graduated circles and L. Hidalgo explains how to design experimentally a vertical and declining sundial. (Next: Look no hands !)

19/20 INFORMATIZED PROGRAM FOR A HORIZONTAL SUNDIAL

This is also a new section who will deal with Informatics. In this first article, J. de La Calle sets out a very easy program who gives all the parameters to design a horizontal dial, midday mean-time curve included.

21/21 GNOMONICS AND LITERATURE

As usual P. Dantillo (?) inserts and comments some literary texts where the word "Sundial" appears. He says that this one is his least and last article and begs for an applause for his well done work.(!). We agree: Goodby and let us give three cheers for Mr. P.Dantillo ... Hip..hip...

22/22 COMMENTS AND REMARKS

A now habitual gossip section who deals with: A note about a sundial in the old Jesuitic Mission of S. Cosme, in Paraguay. Mlle Nicole Marcet appointment as correspondent-member in Paris, the date the next annual meeting of the Société Astronomique de France, and the Leon Cathedral sundials pitiful conditions are the news. Also a commentary about a sundial recently designed by J.Esteban Esteban.

