

PRIMER CONGRESO LATINOAMERICANO DE ENERGIA SOLAR
21 - 25 ABRIL 1975 - SAN MIGUEL - ARGENTINA

BIBLIOTECA CENTRAL	18019
INVENTARIO	18019
UBICACION	681.111
	R 336 R

RELOJES DE SOL

(UNA APLICACION DE LAS COMPUTADORAS AL DISEÑO GEOMETRICO DE RELOJES DE SOL)

REGGINI, HORACIO CARLOS

RESUMEN. Desde épocas remotas, el movimiento relativo de la tierra con respecto al sol, ha sido utilizado para la medición del transcurso del tiempo. Los denominados relojes solares indican las diversas horas por medio de la sombra que un gnomon o estilo arroja sobre una superficie señalizada adecuadamente de acuerdo con las alturas y direcciones del sol variables a lo largo del día y del año. El autor ha realizado para diversos tipos de relojes de sol -de uso corriente siglos atrás- respectivos programas de computadora, que dibujan para latitudes y longitudes cualesquiera, los diseños geométricos correspondientes..

(gnomónica, movimiento aparente del sol, declinación, ecuación del tiempo, corrección horaria, reloj de sol acuatorial, reloj de sol horizontal, reloj de sol vertical, reloj de sol cilíndrico, reloj de sol analemático).

FIRST LATINAMERICAN CONGRESS ON SOLAR ENERGY

21 - 25 APRIL 1975 - SAN MIGUEL - ARGENTINA

SUNDIALS

(A COMPUTER APPLICATION FOR THE GEOMETRICAL DESIGN OF SUNDIALS)

REGGINI, HORACIO CARLOS

SUMMARY. From the earliest times the relative movement earth-sun has been used as a method of measurement of time. Working on this principle, sundials are instruments to show the time by the shadow of a gnomon or style on a surface adequately designed. The author has carried out for different types of sundials -in use centuries ago- a set of computer programs for drawing, for any given latitude and longitude, the corresponding geometrical designs.

(gnomonics, sun apparent movement, declination, equation of time, hour correction, equatorial sundial, horizontal sundial, vertical sundial, cylindrical sundial, analemmatic sundial).

0018019



RELOJES DE SOL. UNA APLICACION DE LAS COMPUTADORAS AL DISEÑO GEOMETRICO DE RELOJES DE SOL.

UNIVERSIDAD DE MEMBRESA
Inventario No. 3209 / 17/4/79
FAC. DE ARO. Y URB.

RELOJES DE SOL

REGGINI, HORACIO CARLOS

Introducción

El movimiento relativo de la tierra con respecto al sol ha sido utilizado desde épocas remotas para la medición del transcurso del tiempo. Los denominados relojes solares o relojes de sol indican las diversas horas del día por medio de la sombra que un gnomon o estilo arroja sobre una superficie señalizada adecuadamente. La gnomónica, ciencia y arte que trata y enseña el modo de hacer los relojes solares, alcanzó su auge en los años siguientes al Renacimiento, y sólo recién comenzó a perder utilidad práctica a fines del siglo pasado. La belleza y el ingenio de sus diseños, la facilidad proporcionada por las computadoras modernas, así como una inquietud personal de comprensión de la órbita solar, ha movido al autor a realizar, para diversos tipos de relojes de sol - de uso corriente siglos atrás - respectivos programas de computadora, que dibujan para latitudes y longitudes cualesquiera, los diseños geométricos correspondientes. Todos los dibujos presentados en el presente artículo han sido preparados en un graficador comandado por programas específicos, adoptando como datos de entrada, las coordenadas $34^{\circ}37'$ Latitud Sur y $58^{\circ}21'$ Longitud Oeste, representativas de una posición de Buenos Aires.

El movimiento relativo tierra-sol

La Fig. 1 muestra las órbitas aparentes del sol sobre Buenos Aires para diversas épocas del año. El dibujo superior corresponde a los equinoccios (21 de marzo, el de otoño; 21 de setiembre, el de primavera); el inferior izquierdo, al solsticio de verano (21 de diciembre); el inferior derecho, al solsticio de invierno (21 de junio).

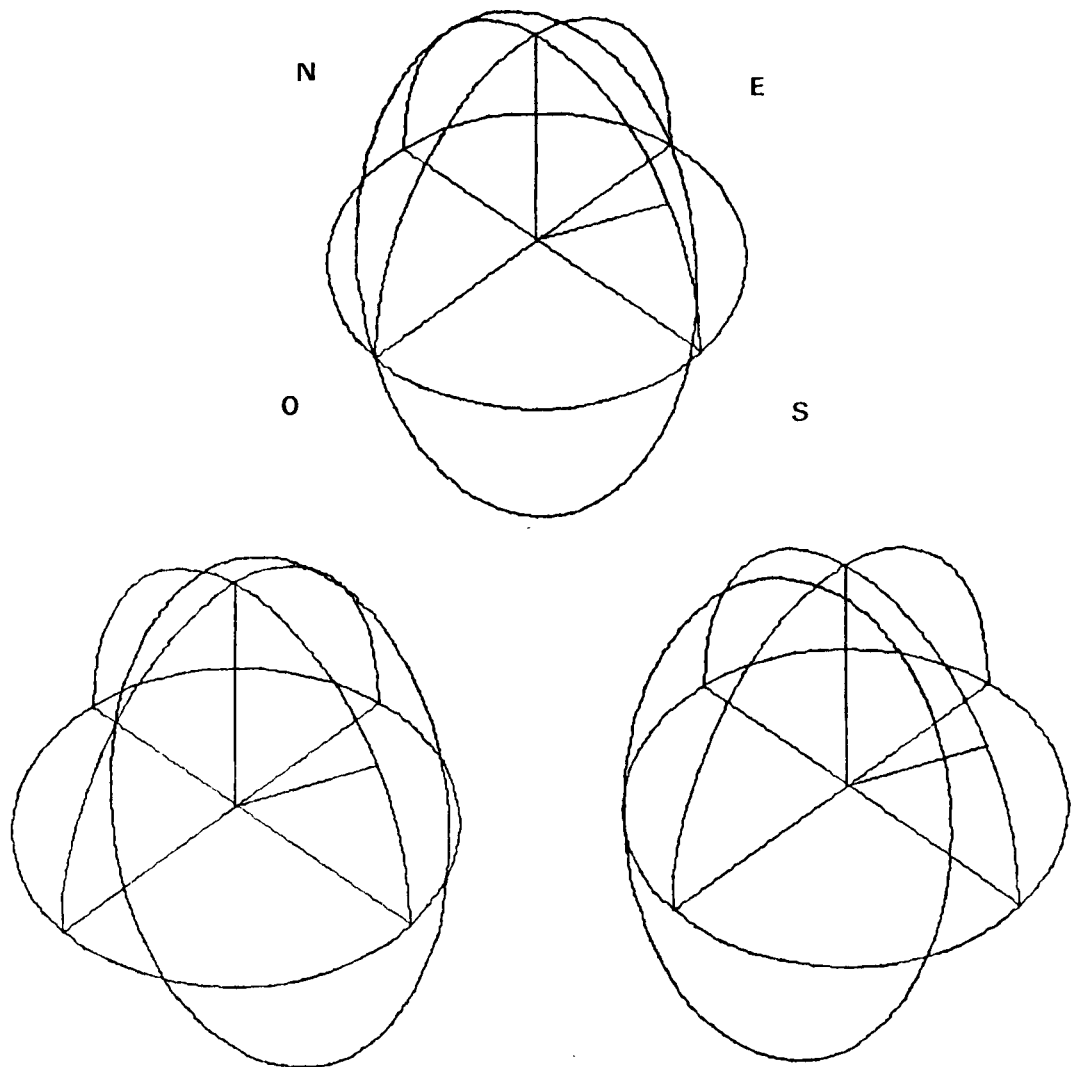


FIG. 1

La Fig. 2 es una gráfica media de la declinación solar a lo largo de los doce meses del año.

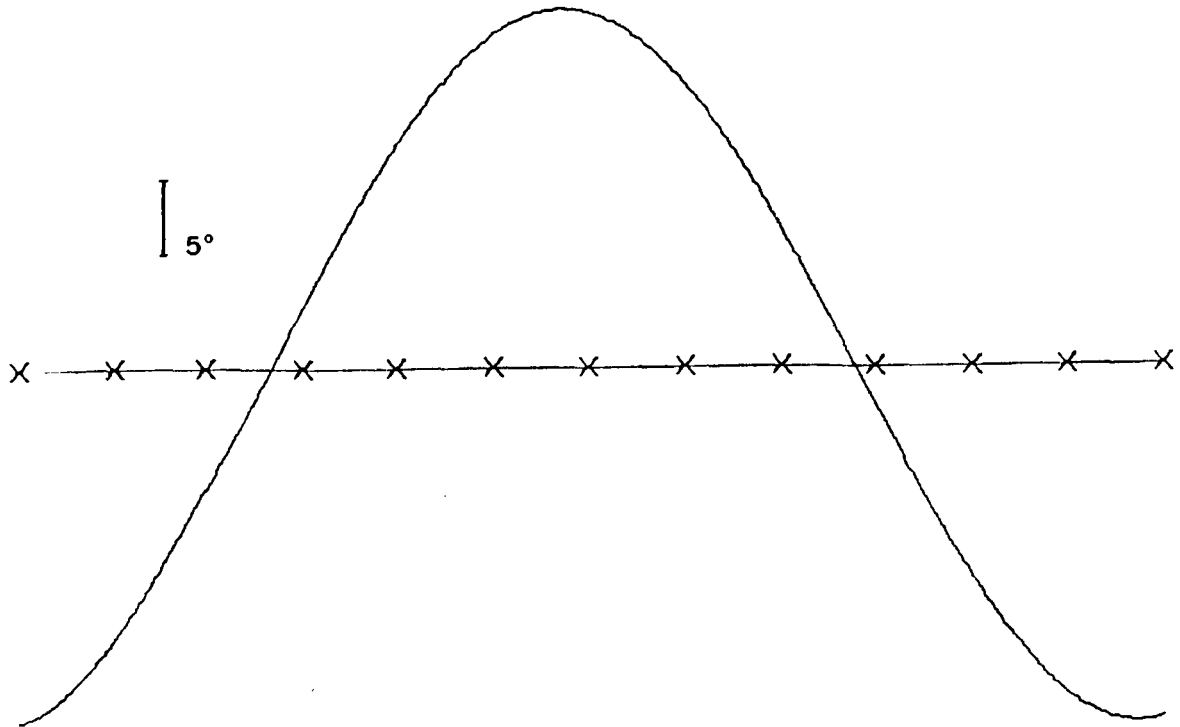


FIG. 2

Es sabido que "día solar verdadero" es el intervalo de tiempo transcurrido entre dos mediodías consecutivos verdaderos, ésto es entre dos culminaciones superiores y consecutivas del "sol verdadero". Los relojes de sol indican, en general, la "hora local verdadera". En virtud de la irregularidad a lo largo del año, del sol verdadero, se ha ideado un segundo sol ficticio, denominado "sol medio" de movimiento uniforme. "Día solar medio" es el intervalo de tiempo transcurrido entre dos culminaciones consecutivas del sol medio. Nuestros relojes comunes se ri

gen por el tiempo medio. La Fig. 3 grafica la denominada "ecuación del tiempo" a lo largo de los doce meses del año o diferencia media entre el "tiempo verdadero" y el "tiempo medio". El tiempo verdadero se obtiene sumando al tiempo medio la ecuación del tiempo. El sol medio y el sol verdadero coinciden cuatro veces en sus pasos por el meridiano del lugar aproximadamente los días 15 de abril, 13 de junio, 1 de setiembre y 26 de diciembre. El 12 de noviembre, por ejemplo, el sol verdadero se ha alejado 16 minutos del meridiano del lugar, en el instante en que el reloj pulsera que indica el tiempo medio marca las 12 horas. El reloj de sol estará entonces adelantado 16 minutos.

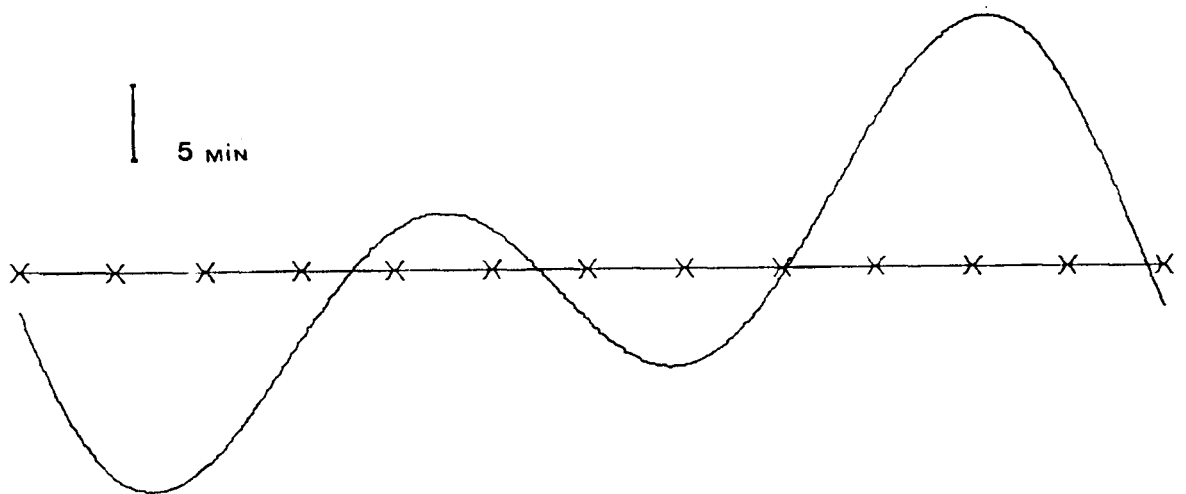


FIG. 3

El "tiempo medio" que es particular para cada lugar ("tiempo medio local") está desplazado respecto al "tiempo legal" ("hora oficial"), que desde 1920, es para Argentina, el que corresponde al meridiano situado a $60^{\circ} = 4$ horas al Oeste de Greenwich. La diferencia entre $60^{\circ}00'$ y $58^{\circ}21'$ determinan para Buenos Aires la corrección horaria

esquemática en la Fig. 4. El reloj solar resulta, en consecuencia, atrasado a fines de enero, durante febrero y a principios de marzo, y adelantado todos los otros meses. Para la "hora oficial" en vigor actualmente ("hora adelantada" correspondiente al huso horario 45°) es necesario agregar una hora a la lectura del reloj de sol.

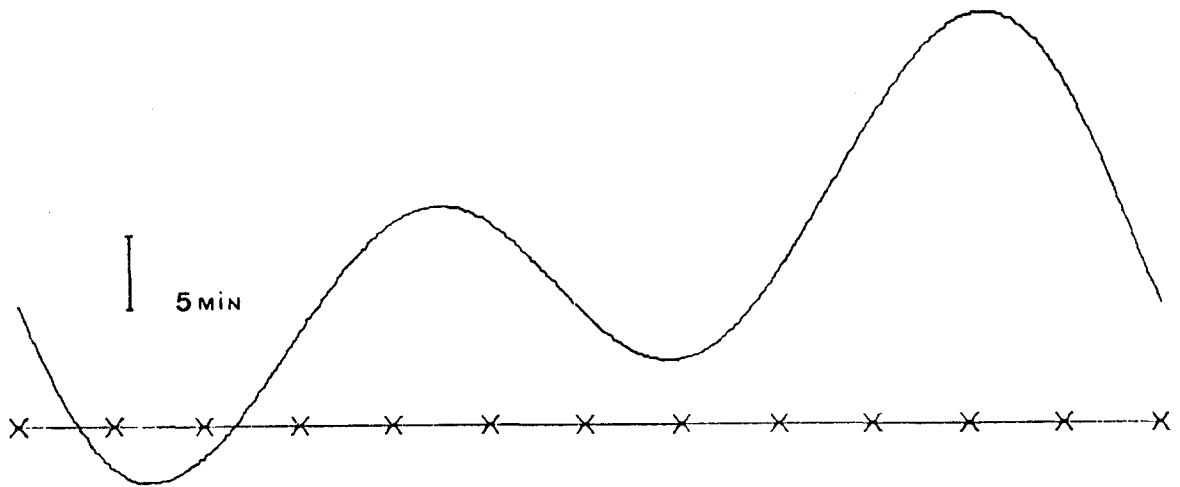


FIG. 4

El reloj ecuatorial

El reloj de sol más simple es el ecuatorial consistente en una placa que se coloca en un plano paralelo al ecuador, provista de un estilo a 90° , es decir apuntando hacia los Polos Sur y Norte.

Las líneas horarias que miden la sombra del estilo sobre la placa se trazan entonces a ángulos iguales, según se muestra en el Fig. 5. En la Fig. 6 puede verse una perspectiva del reloj de sol ecuatorial.

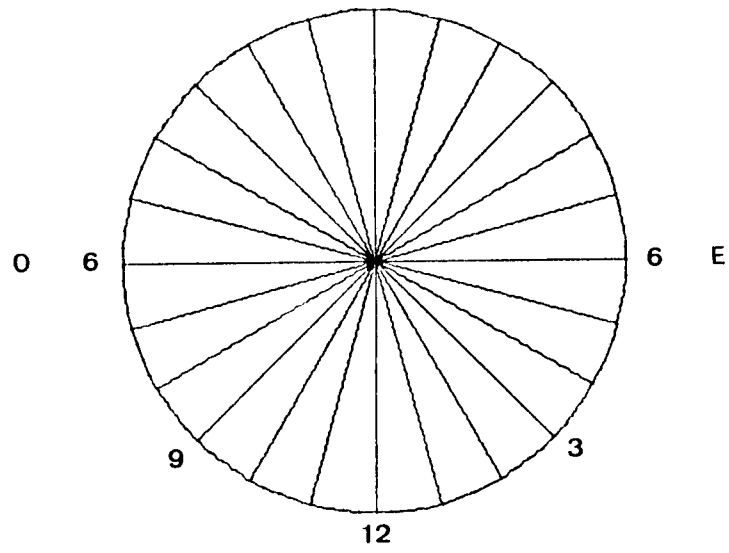
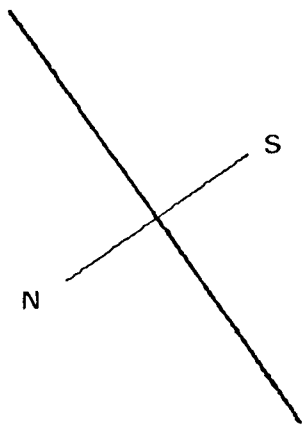


FIG. 5

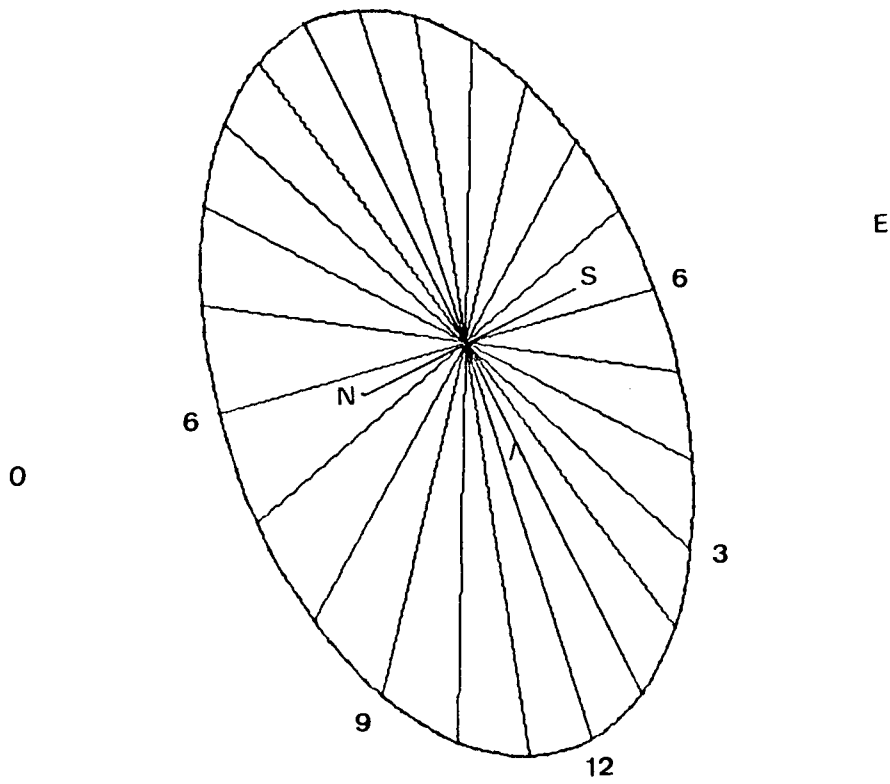


FIG. 6

El reloj horizontal

El reloj de sol horizontal consta de una placa horizontal señalizada según se dibuja en la Fig. 7. La línea horaria correspondiente a las 12 horas se ubica en el meridiano del lugar, trazándose hacia el Sur en el Hemisferio Sur. El gnomon se coloca perpendicular a la placa; su línea superior o estilo forma con el pla-

S

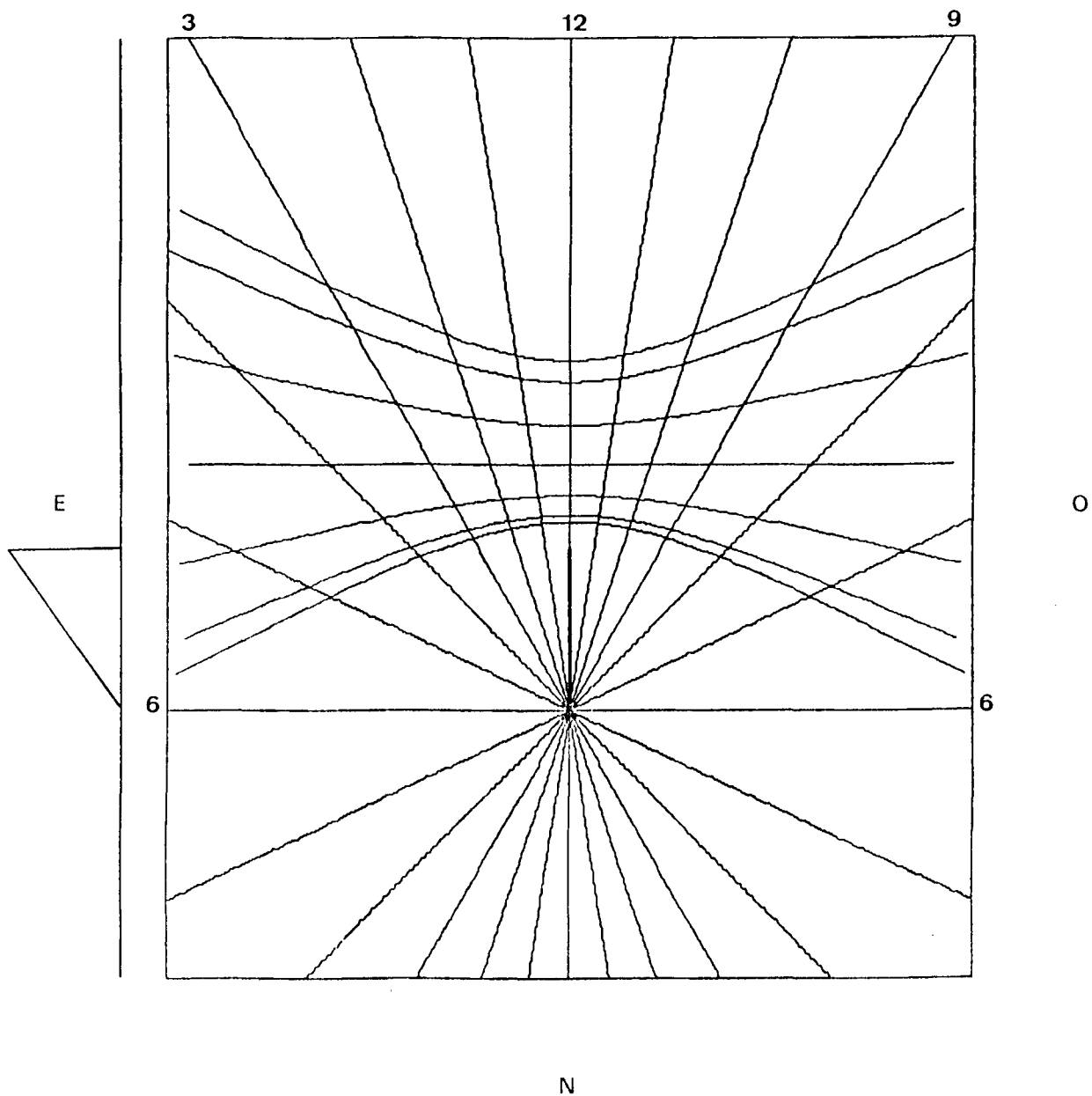


FIG. 7

no de la placa un ángulo igual a la latitud del lugar, y su sombra proyectada so
bre la placa, marca la hora del día. Los ángulos de las líneas horarias se calcu
lan simplemente de acuerdo con la latitud del lugar. En la Fig. 7 se han dibuja
do además, con el auxilio del programa, los lugares de proyección de la sombra,
del nodo o punta del estilo para distintas épocas del año (líneas de declinación
constante relacionadas con los signos del zodiaco).

El reloj vertical

Similar al reloj de sol horizontal, el reloj de sol vertical, Fig. 8, se compo
ne de una placa colocada según un plano vertical y con su cara señalizada apun
tando hacia el Norte en el Hemisferio Sur. El gnomon se sitúa en el plano del
meridiano del lugar, formando su estilo (paralelo al eje celeste) un ángulo igual
a la colatitud con la placa. Para las horas tempranas y tardes del verano se
construye análogamente la placa con cara al Sur.

El reloj cilíndrico

El reloj de sol cilíndrico, llamado también, el reloj de columna, "el cilindro",
o el reloj de los pastores, indica la hora del día a partir de la altura del sol,
que depende no sólo de la hora del día, sino también de la latitud y de la época
del año. Las líneas horarias son líneas curvas dibujadas sobre un cilindro ver
tical. El gnomon consiste en un estilo lineal horizontal colocado en la cara su
perior del cilindro y giratorio alrededor del eje central vertical. Su radio es
mayor que el radio del cilindro, y esa diferencia que mide el segmento que sobre
sale de la cara del cilindro, es la longitud del estilo en el reloj de sol cilín
drico. Para usar el reloj, el estilo se coloca en correspondencia con el día del
año señalado alrededor del borde inferior y el cilindro debe girarse luego, de
tal manera que el estilo apunte hacia la dirección del sol. La sombra del esti-

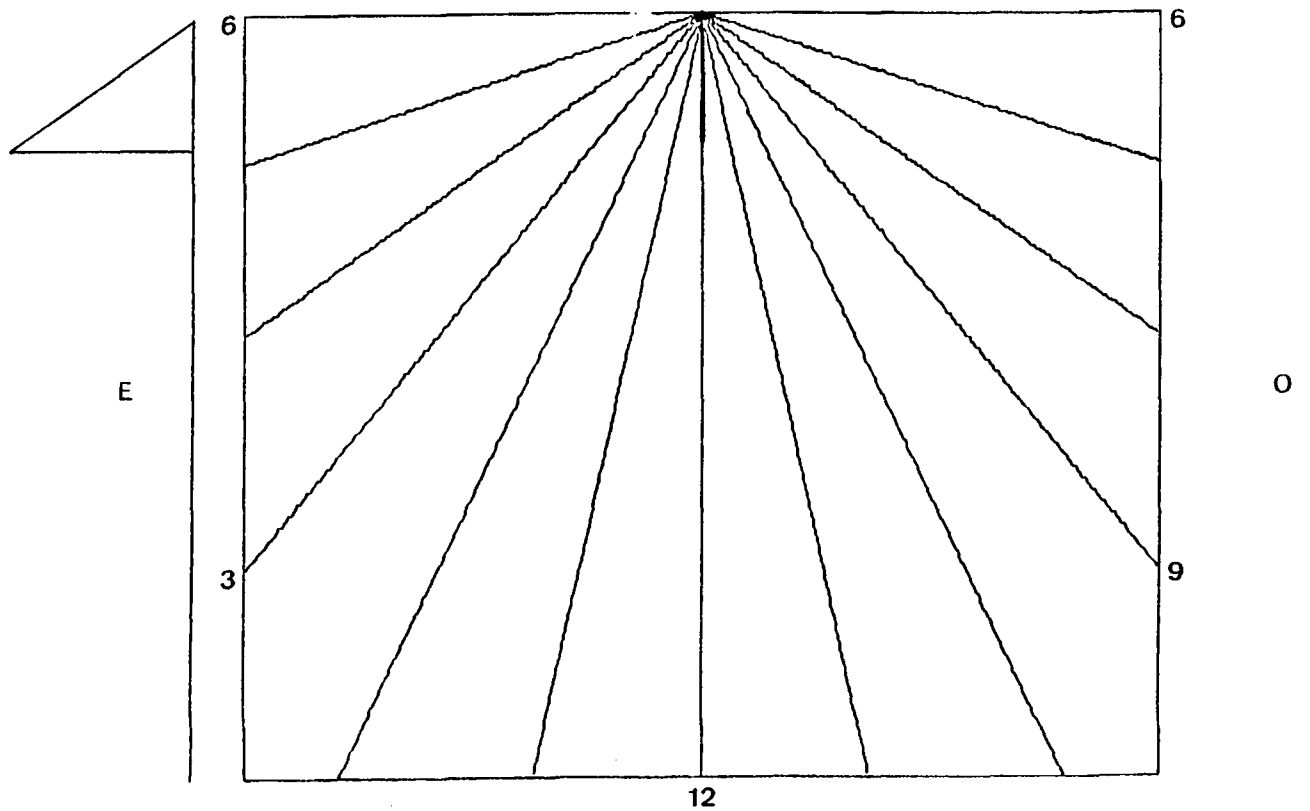


FIG. 8

lo será entonces vertical sobre el cilindro y la punta de la sombra indica la hora. O alternativamente, se apunta primero el estilo hacia el sol y luego se gira el cilindro hasta hacer coincidir la sombra vertical del estilo con la línea vertical correspondiente al día del año en que se realiza la medición. La Fig. 9 muestra el desarrollo de la superficie de señalización para un cilindro de 15 cm. de circunferencia, 12 cm. de altura, y 2 cm. de longitud de estilo. Ya que la altura del sol es la misma a las 10 de la mañana como a las 2 de la tarde ("horas solares verdaderas locales") la línea horaria correspondiente a las horas citadas es la misma. Ocurre lo mismo para cualesquiera otras horas equidistantes del mediodía.

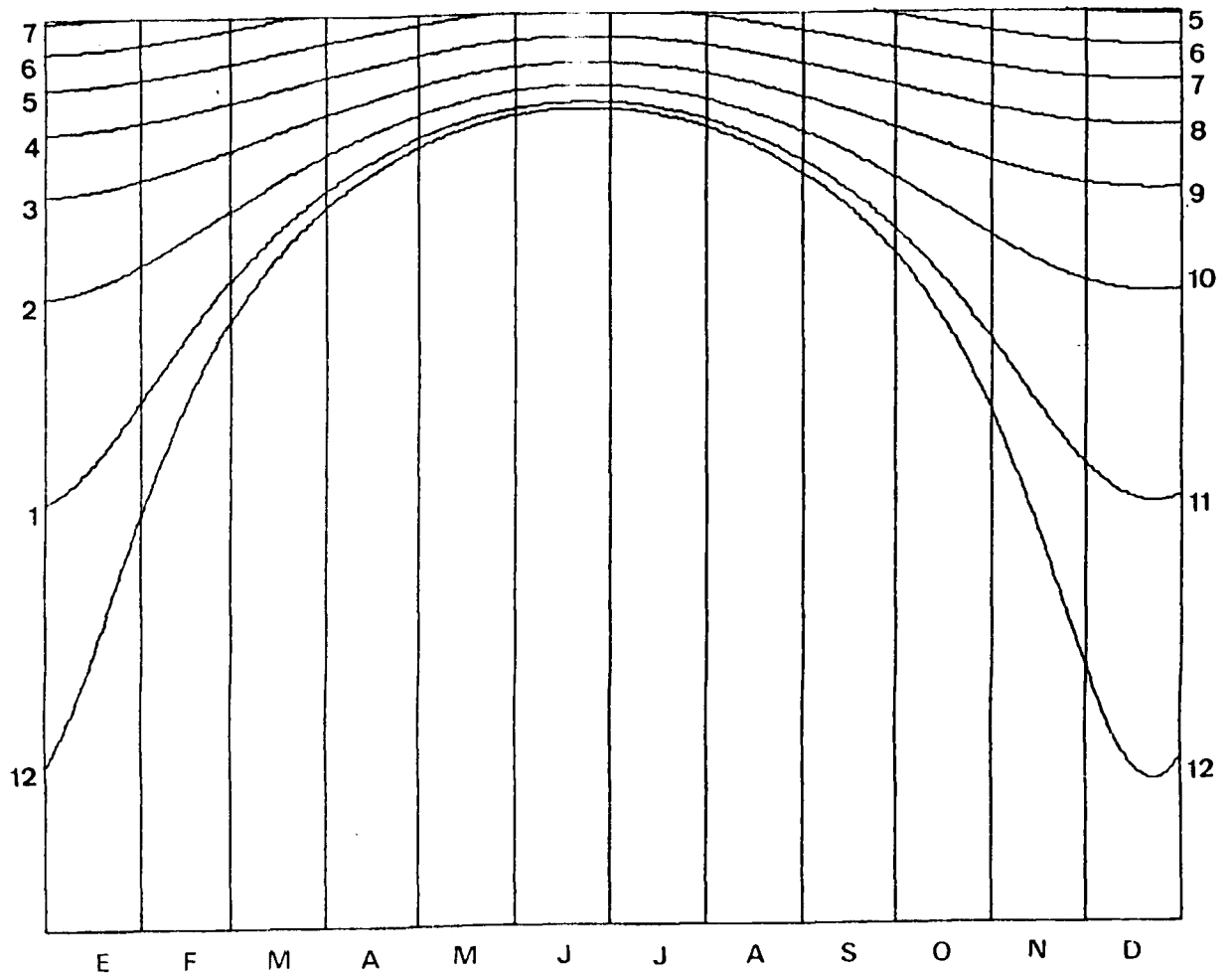


FIG. 9

El reloj analemático

El reloj de sol analemático se construye sobre un plano horizontal. No existen líneas horarias, sino puntos horarios que se localizan a lo largo de una elipse según la latitud del lugar. El gnomon es un estilo lineal vertical (poste o varilla) que se mueve de lugar a lo largo de una escala de acuerdo con la época del

año (declinación del sol). El gnomon vertical se ubica en la escala - en la Fig. 10 se han individualizado sólo los meses - según el día del año y su sombra apunta entonces al punto horario correspondiente a la hora del día. Los meses diciembre y junio se encuentran en los extremos de la escala y señalan las respectivas posiciones donde debe colocarse el gnomon en los solsticios.

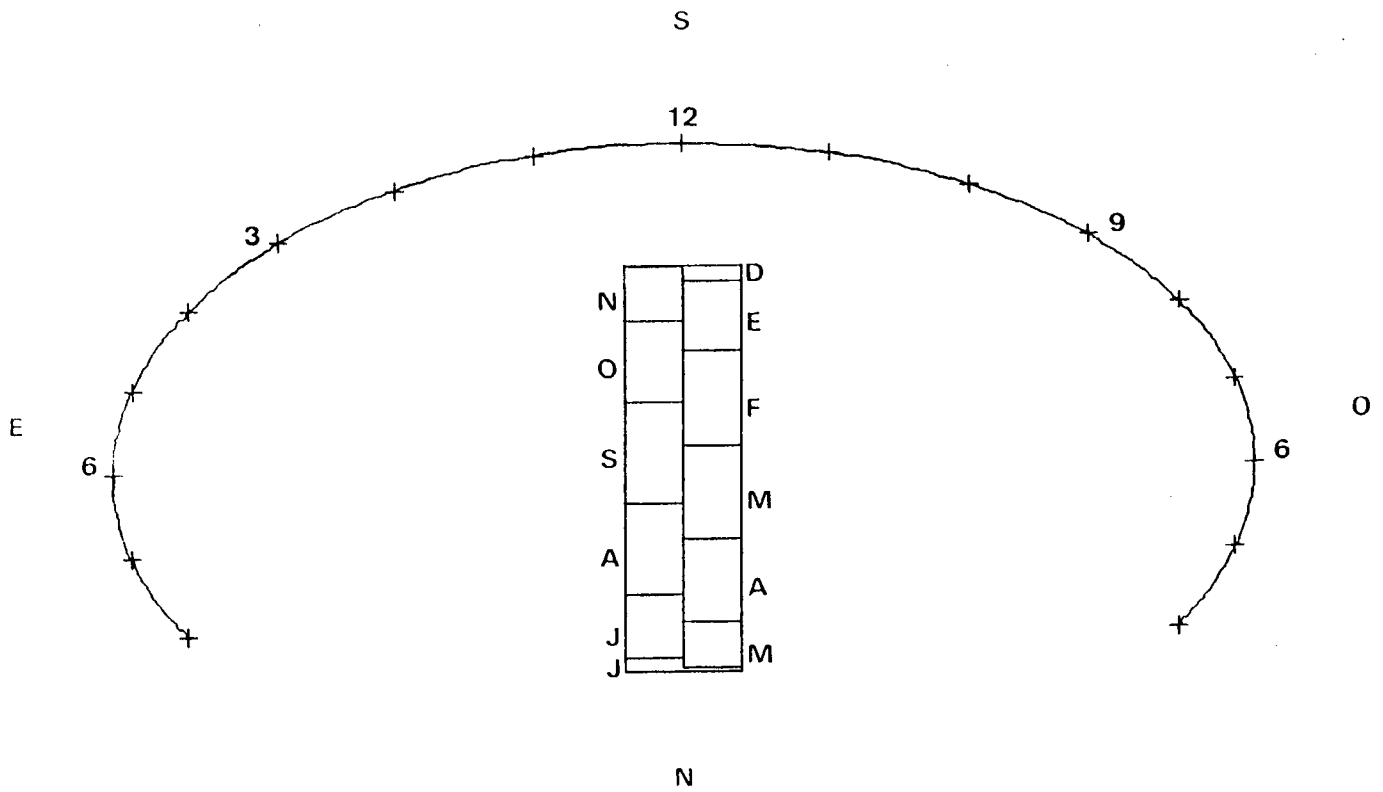


FIG. 10

Bibliografía

- Sundials, Albert E. Waugh.
Dover Publications Inc., New York, 1972.

- The Sun, Walter R. Corti.
The Odyssey Press, New York, 1964.

- Stonehenge Decoded, Gerald S. Hawkins.
Fontana/Collins, London, 1972.

- The Astronomical Significance of Stonehenge, C. A. Newham.
J. Blackburn Ltd., Leeds, 1972.

- Time & Space, Samuel Guye & Henri Michel.
Pall Mall Press, London, 1971.

- Clocks and Watches, Chester Johnson.
The Odyssey Press, New York, 1964.

- Introducción a la computación, Horacio C. Reggini.
CISM, CITAC-INTI, Buenos Aires, 1973.

- Perspectivas mediante computadoras, Horacio C. Reggini.
La Ingeniería 1026, 7, Buenos Aires, 1973.