

TALLER DE BRICOLAJE

Relojes Proyectivos (1)

Por Francesc Clarà

Quiso la casualidad que ha finales del año 2002 tuviera la oportunidad de conocer personalmente al Dr. Luis Hidalgo, por aquel entonces Presidente de la madrileña asociación “Amigos de los Relojes de Sol”, quien por motivos familiares pasó unos días en Olot, lugar de mi residencia.

Aprovechando su estancia, tuvimos unas animadas y, para mí, instructivas charlas sobre nuestra común afición gnomónica.

Él fue quien por primera vez me habló con entusiasmo de una clase de relojes poco habituales, que llamaba “proyectivos”, sobre los cuales trataré en el presente artículo y en algunos artículos más que le seguirán, ya que el tema ofrece múltiples posibilidades y combinaciones.

Antes de empezar no estará de más repasar algunos conceptos generales que, aunque conocidos por todos, nos ayudarán a comprender el trazado y funcionamiento de esta clase de relojes.

Imaginemos que partimos la tierra por el ecuador como si fuera una naranja e imaginemos que en el centro de la superficie resultante colocamos un gnomon vertical de forma que coincida con su eje de giro. (Figura 1)

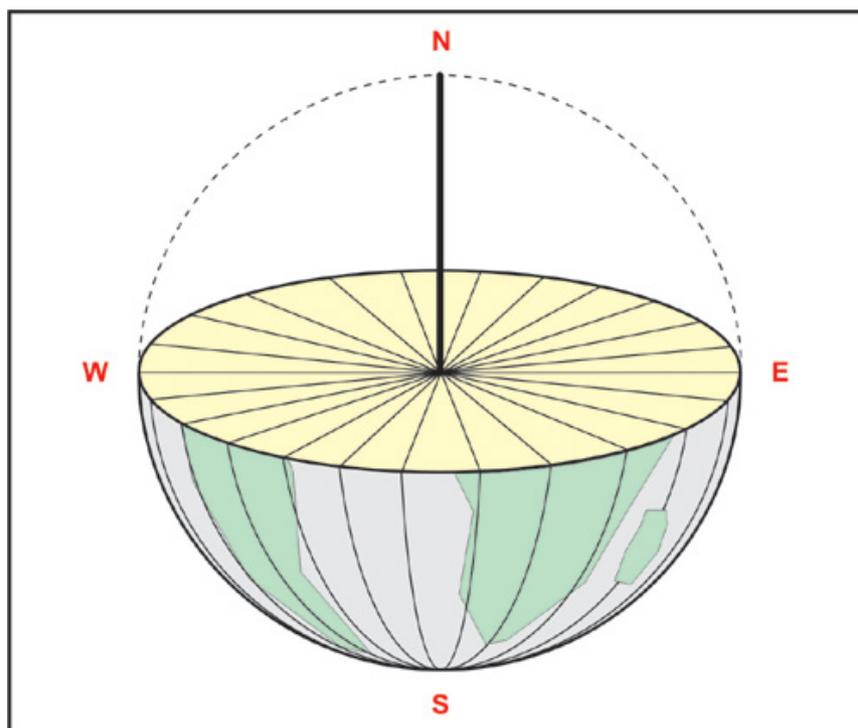


Figura 1

Al dar la tierra una vuelta completa sobre sí misma, la sombra del gnomon se desplazará por la superficie a razón de 15° cada hora, ya que:

$$360 \text{ grados} / 24 \text{ horas} = 15^\circ$$

Si seguimos imaginando que inclinamos todo el conjunto con un ángulo igual a la colatitud geográfica del lugar donde estemos situados, obtendremos la representación gráfica de un reloj ecuatorial especialmente diseñado para dicho lugar. (Figura 2)

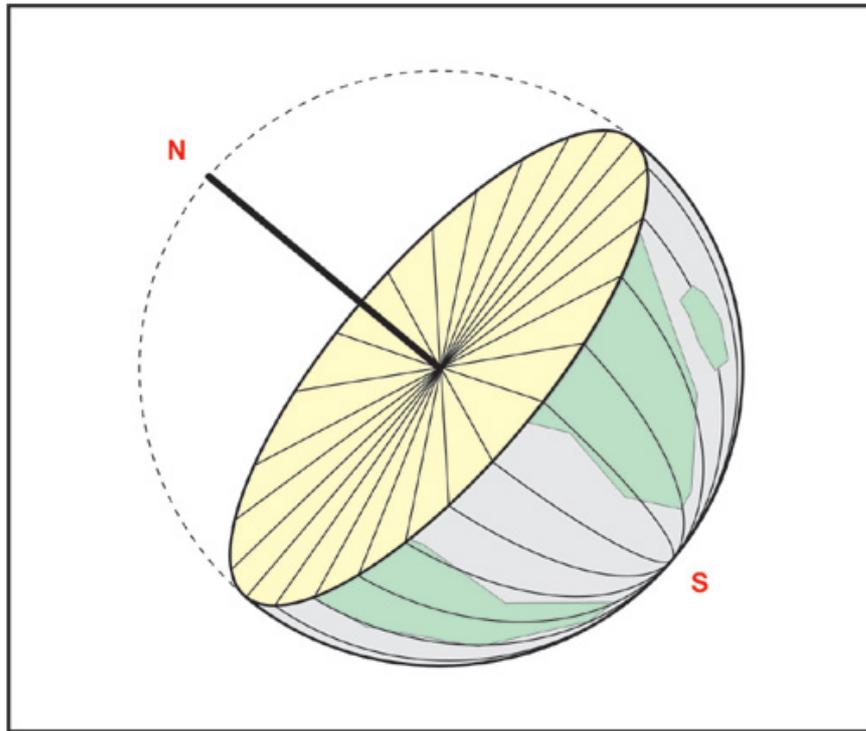


Figura 2

Como muy bien sabemos, este reloj ecuatorial es la base para el trazado de cualquier otro reloj, ya sea este horizontal o vertical, proyectando sus líneas horarias sobre la nueva superficie elegida.

Seguramente recordaremos que en todo proceso de proyección, además de definir el plano de

proyección (PP) propiamente dicho, es necesario indicar también la dirección de esta proyección (DP).

En los relojes de sol que calculamos normalmente, los planos de proyección acostumbra a ser el horizontal, el vertical, el polar, o de cualquier otra inclinación, mientras que la dirección de proyección es siempre la del eje del mundo.

En la Figura 3 podemos ver representada gráficamente la proyección de un reloj ecuatorial sobre un plano horizontal, desde una dirección de proyección que estando comprendida en el plano meridiano, coincide con el eje del mundo.

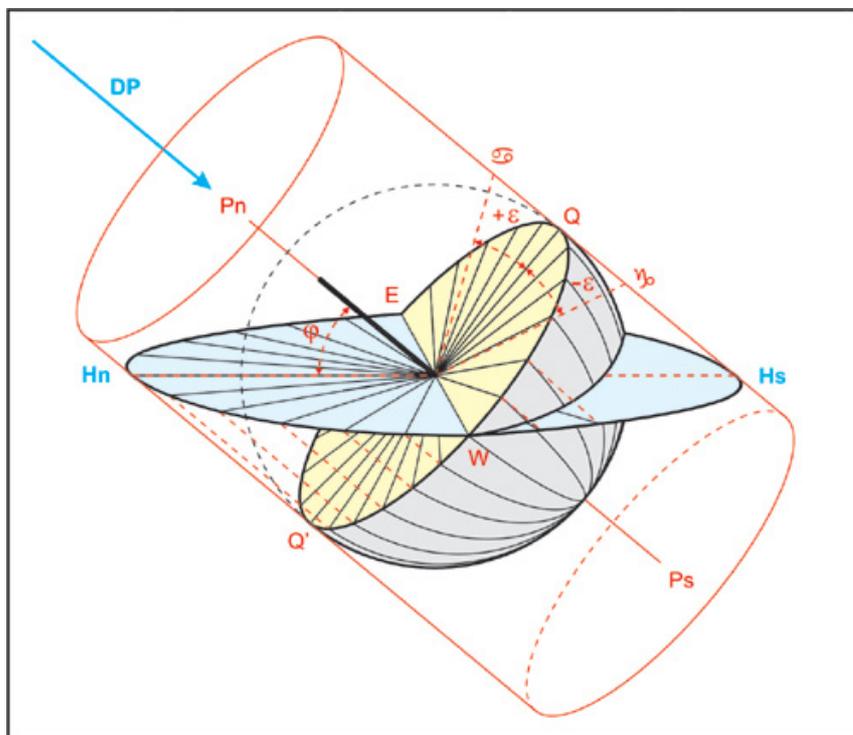


Figura 3

El resultado es un reloj **horizontal normal**, el cual señala las horas por la sucesiva coincidencia de la sombra del gnomon con las diferentes líneas horarias. Este gnomon está inclinado al Norte y forma con la superficie horizontal del reloj un ángulo igual a la latitud local.

Pero ¿cual sería el resultado si el mismo reloj ecuatorial lo proyectáramos también sobre un plano horizontal, pero variando la dirección de proyección, por ejemplo haciéndola coincidir con el plano del ecuador?

En la Figura 4 podemos ver representada gráficamente la proyección de un reloj de estas características.

El resultado sería un reloj **horizontal lineal**, el cual señalaría las horas por la intersección de la sombra del gnomon con los sucesivos puntos horarios señalados sobre una única línea. En este reloj el gnomon estaría inclinado al Sur y formaría con la superficie horizontal del reloj un ángulo igual a la colatitud local.

En ambos casos hemos realizado una proyección cilíndrica del reloj ecuatorial sobre un plano de proyección horizontal, pero desde direcciones de proyección distintas.

Si observamos las figuras, podemos imaginar que en el transcurso del año, el sol se desplaza

sobre la superficie del cilindro de proyección con ángulos de valores comprendidos entre $+\epsilon - \epsilon$, que corresponden a las declinaciones máximas de los solsticios de verano e invierno respectivamente. Evidentemente en los equinoccios la posición del sol coincide con el plano del ecuador.

Pero así como en el reloj horizontal normal las variaciones de la declinación solar no modifican en

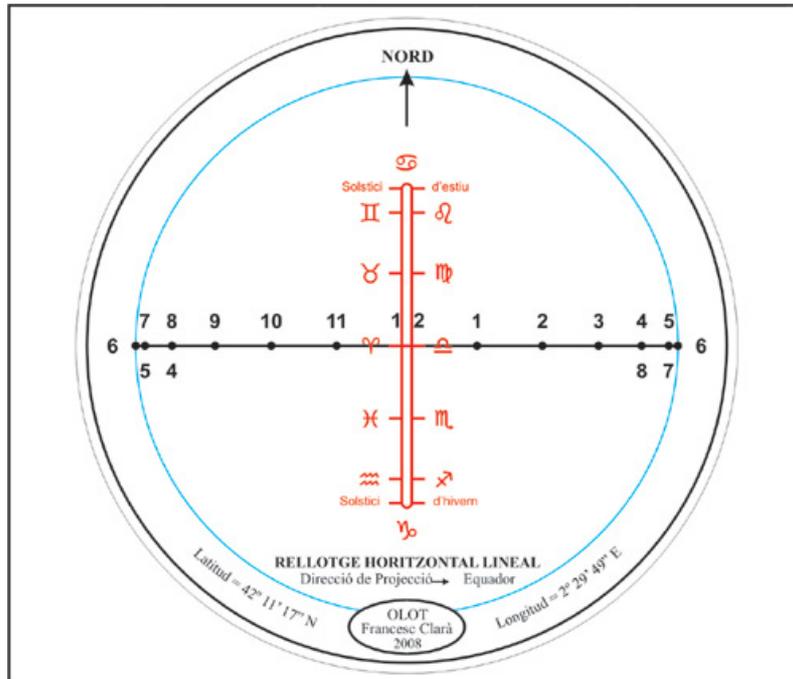


Figura 5

absoluto los ángulos de las sombras que proyecta el gnomon, el cual permanece fijo en el punto donde convergen las líneas horarias, no sucede lo mismo en el reloj horizontal lineal en el que la declinación del sol si condiciona la dirección de la sombra y para compensarlo nos vemos obligados a ir desplazando el gnomon sobre la línea meridiana y, sin variar su inclinación, situarlo a las distancias resultantes de proyectar sobre dicha meridiana los valores de las declinaciones representadas en la superficie del cilindro envolvente, según la época del año.

En la Figura 5 podemos ver el dibujo de un reloj horizontal lineal.

Las ecuaciones utilizadas para su cálculo son las siguientes:

Escala horaria:

$$Oh = R \cdot \text{sen } H$$

Escala de fechas:

$$Of = R \cdot \text{tg } \delta / \cos \varphi$$

Longitud gnomon:

$$L = R \cdot (1 + \text{tg } \varepsilon \cdot \text{tg } \varphi)$$

donde:

Oh = Distancias, sobre la línea horaria, del centro del reloj a los puntos horarios. (Positivas a las horas de la tarde y negativas a las de la mañana)

Of = Distancias, sobre la línea de fechas, del centro del reloj a los puntos zodiacales. (Positivas hacia el solsticio de verano y negativas hacia el de invierno)

L = Longitud mínima del gnomon para que en la declinación solar máxima su sombra alcance la línea horaria.

R = Radio del círculo que contiene el reloj. (Color azul en los gráficos)

H = Ángulos horarios ecuatoriales (15°, 30°, 45°, 60°, 75°, etc.)

φ = Latitud local

ε = Oblicuidad de la eclíptica = 23,44° = Declinación solar máxima.

δ = Declinaciones solares:

Solsticio verano	Cáncer	= 23,44°
	Géminis y Leo	= 20,15°
	Tauro y Virgo	= 11,48°
Equinoccios	Aries y Libra	= 00,0°
	Piscis y Escorpio	= -11,48°
	Acuario y Sagitario	= -20,15°
Solsticio invierno	Capricornio	= -23,44°

Una característica curiosa de este reloj lineal es que, durante el periodo estival, en las primeras horas de la mañana y en las últimas de la tarde, la sombra del gnomon tiene un movimiento retrogrado.

En la Figura 6 puede verse la foto de dos relojes de sol horizontales, uno normal y el otro lineal.

La foto fue tomada el 20 de abril, día de entrada del sol en Tauro, aproximadamente a las 10:30 de la mañana, hora solar.

Obsérvese la coincidencia de la hora y signo zodiacal en los dos relojes, a pesar de la opuesta inclinación de sus respectivos gnomones.

Como podéis comprobar se trata de un reloj curioso, poco conocido y tan exacto como el que más.

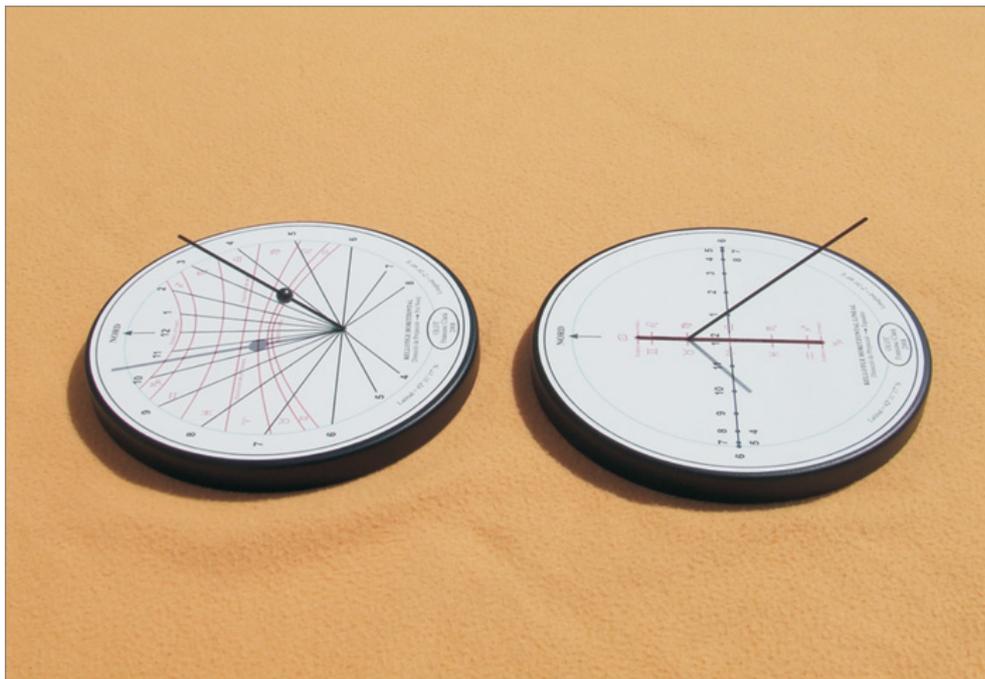


Figura 6

Siguiendo una costumbre habitual en mis “Talleres de Bricolaje” de proponer soluciones eminentemente prácticas para la construcción de las maquetas de relojes de sol, en la Figura 7 muestro como solucioné el problema del desplazamiento del gnomon.

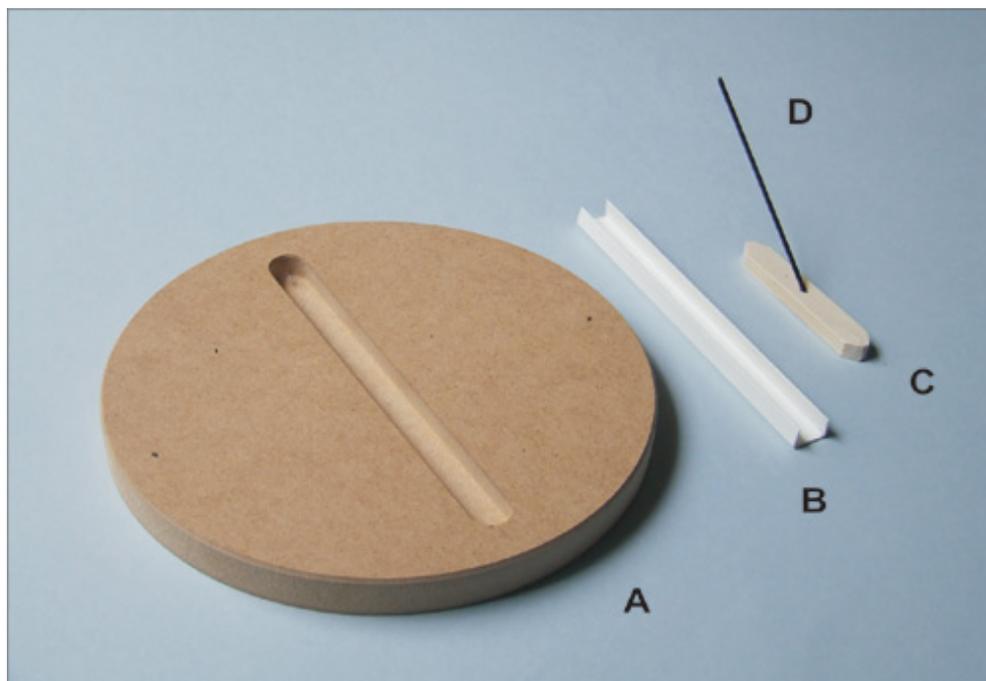


Figura 7

La base del reloj (pieza A) es un disco de 190 m/m de diámetro, recortado de un tablero DM de 20 m/m de grueso, al que practiqué en el centro una regata longitudinal de 160 x 15 x 10 m/m.

La guía de deslizamiento (pieza B) va fijada dentro la regata de la base y es un trozo de regleta de plástico en forma de U, de las que los electricistas utilizan para ocultar los cables de las instalaciones.

Estas regletas de plástico son ligeramente más estrechas en la parte abierta de la U, y tienen una cierta elasticidad con la que ejercen una ligera presión lateral, lo que permite que el soporte del gnomon pueda deslizarse suavemente y quedar fijo en el lugar conveniente.

El soporte del gnomon (pieza C) es una pieza rectangular de madera cuyas medidas se adaptan al interior de la guía de plástico. Al centro de esta pieza he practicado un taladro de 2 m/m con la inclinación adecuada para fijar el gnomon.

Finalmente, el gnomon (pieza D) es una varilla de fibra de vidrio de 2 m/m de diámetro y del largo conveniente.

NOTA: Los dibujos y la redacción del texto están pensados para un lugar situado en el hemisferio Norte. No obstante sirven igualmente para los amigos del hemisferio Sur si tienen en cuenta lo siguiente:

Donde dice Norte debe entenderse Sur y viceversa.

Donde dice Este debe entenderse Oeste y viceversa.

En la escala horaria debe invertirse la dirección de las horas. (Positivas las de la mañana y negativas las de la tarde)

En la escala de fechas deben invertirse también los signos zodiacales.

La inclinación del gnomon debe ser hacia el Norte, justo al revés de lo que sería un reloj normal para este hemisferio, cuyo gnomon está inclinado normalmente hacia el Sur.

En próximos artículos seguiré con otros modelos de estos curiosos relojes llamados “Proyectivos”.