

## TALLER DE BRICOLAJE

### Relojes Projectivos (4)

Por Francesc Clarà

En mi anterior artículo describía un tipo de relojes proyectivos llamados de Foster-Lambert en los que, como recordareis, la dirección de proyección (DP) es la bisectriz del ángulo formado por el Ecuador y el plano de proyección (PP) que, en aquel caso, era el horizonte local o plano horizontal.

De la misma forma es posible imaginar un reloj de las mismas características, pero proyectado sobre un plano vertical ortomeridiano.

En el dibujo de la Figura 1 podemos ver que este nuevo reloj también admite dos posibilidades según tomemos como dirección de proyección una u otra de las bisectrices de los ángulos que forma el plano del ecuador (Q Q'), con las direcciones hacia al Cenit (Z) o al Nadir (Na) del plano vertical.

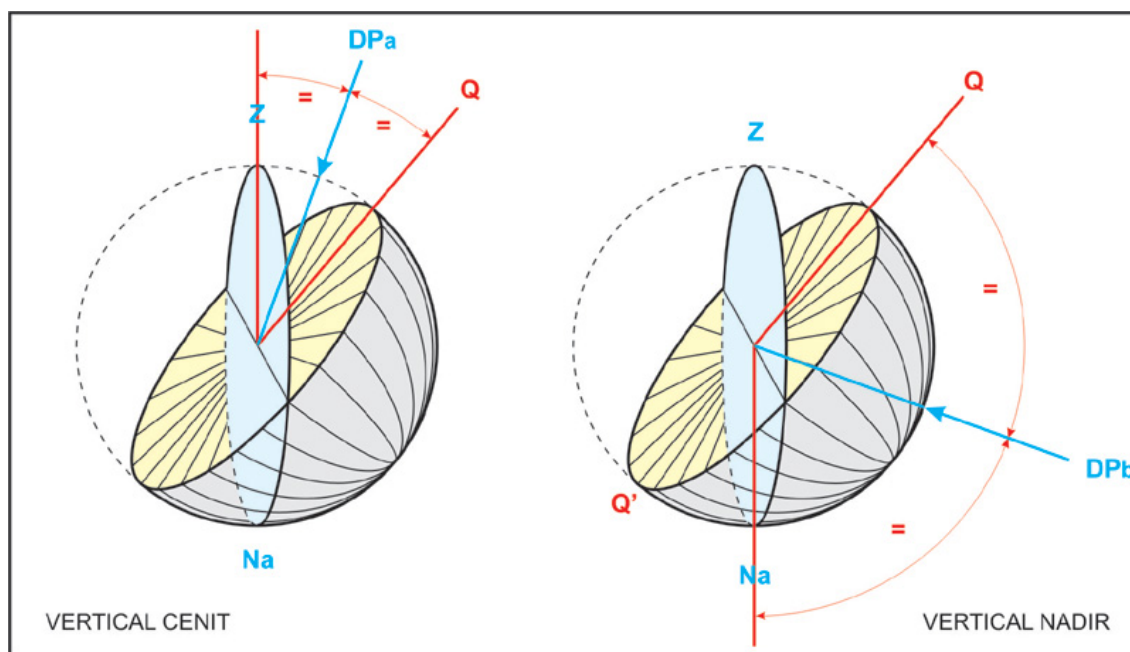


Figura 1

Como en los relojes horizontales, también aquí ambas posibilidades son válidas y asimismo generarán dos relojes Foster-Lambert verticales completamente diferentes.

Las horas de estos dos relojes verticales estarán igualmente repartidas uniformemente de 15 en 15 grados sobre el círculo horario, porque también su proyección es homologa con el ecuador, con la particularidad que uno de ellos, al tener el gnomon inclinado hacia arriba, señalará las horas en la parte superior del círculo mientras que el otro, con el gnomon inclinado hacia abajo, las señalará en la parte inferior.

En la Figuras 2 he representado gráficamente la proyección de un reloj Foster-Lambert sobre un plano vertical ortomeridiano tomando como dirección de proyección la bisectriz del ángulo Ecuador-Cenit.

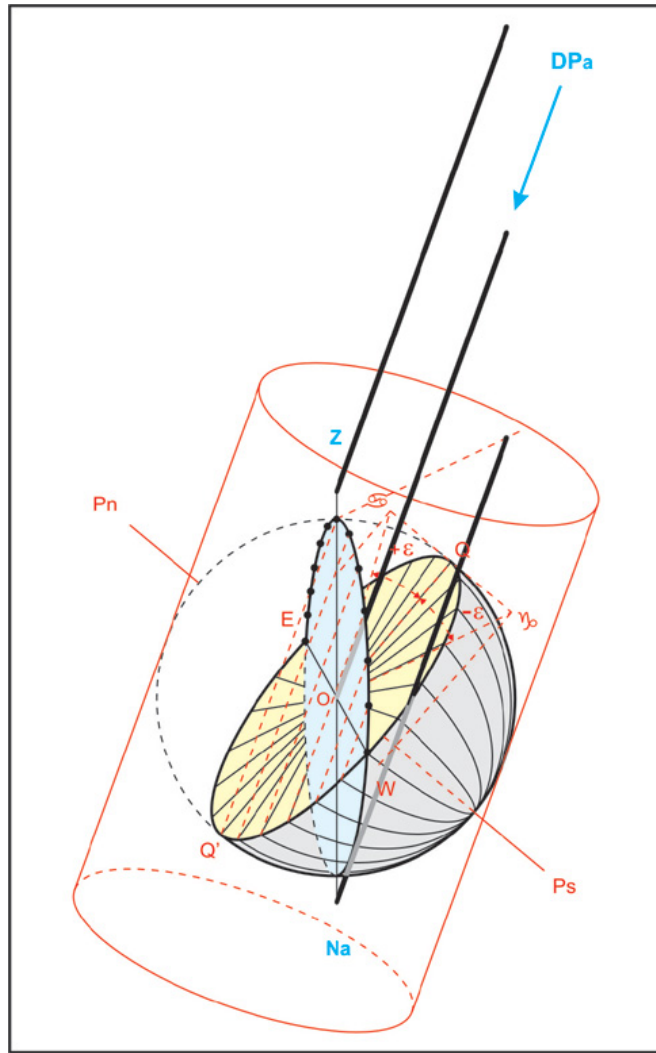


Figura 2

En la Figuras 3 he representado gráficamente la proyección de un reloj Foster-Lambert sobre un plano vertical ortomeridiano tomando como dirección de proyección la bisectriz del ángulo Ecuador-Nadir.

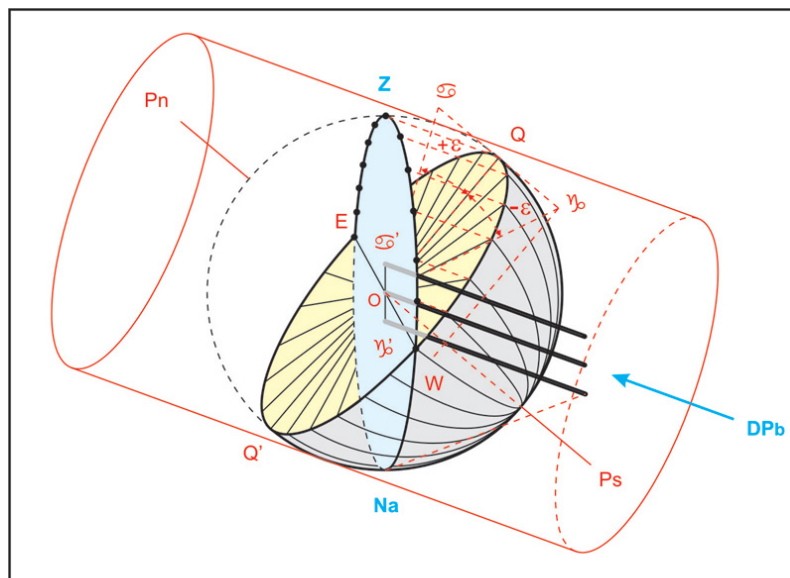


Figura 3

Después he calculado matemáticamente estos dos relojes mediante las ecuaciones que he agrupado en el recuadro de la Figura 4.

<b>PROYECTIVOS FOSTER - LAMBERT</b>	
<b>Vertical al Zenit</b>	<b>Vertical al Nadir</b>
DP = Dirección de proyección = Bisectriz del ángulo formado por el plano del ecuador con el Zenit del plano vertical.	DP = Dirección de Proyección = Bisectriz del ángulo formado por el plano del ecuador con el Nadir del plano vertical.
PP = Plano de proyección = Vertical ortomeridiano.	PP = Plano de proyección = Vertical ortomeridiano.
Inclinación de gnomon = $\varphi / 2$ hacia arriba.	Inclinación del gnomon = $90 - \varphi / 2$ hacia abajo.
Oh = Escala horaria = Distribución uniforme de las horas, de 15 en 15 grados, sobre la parte superior del círculo horario.	Oh = Escala horaria = Distribución uniforme de las horas, de 15 en 15 grados, sobre la parte inferior del círculo horario.
Of = Escala de fechas = $R \cdot \text{tg} \delta / \text{tg} (\varphi / 2)$	Of = Escala de fechas = $R \cdot \text{tg} \delta \cdot \text{tg} \varphi / 2$
L = Largo gnomon = $R \cdot \text{sen}(\varphi + \varepsilon) / \cos \varepsilon \cdot \text{sen} \varphi / 2$	L = Largo gnomon = $R \cdot \text{sen}(\varphi + \varepsilon) / \cos \varepsilon \cdot \cos \varphi / 2$
<p>Como en los artículos anteriores, en estas fórmulas:  R = Radio del círculo que contiene el reloj.  <math>\varphi</math> = Latitud local.  <math>\varepsilon</math> = Oblicuidad de la eclíptica = 23,44°  <math>\delta</math> = Declinaciones solares (23'44°, 20'15°, 11'48°, etc.)</p>	

Figura 4

La verdad es que estos relojes Foster-Lambert, a pesar de las ventajas que ofrecen y lo sencillo de su cálculo (la realización práctica ya es otro tema), no son nada corrientes y resulta difícil dar con algún ejemplar.

De Foster-Lambert vertical con gnomon inclinado hacia abajo, únicamente recuerdo haber visto la fotografía de uno construido por el profesor Eduard Ferré, en el municipio de El Bruc (Barcelona) y tenía noticias, por un artículo del Dr. Luis Hidalgo, de la existencia de otro situado en una finca cercana a Ávila.

En el dibujo de la Figura 5 puede verse el dibujo de un reloj de este tipo calculado para la latitud de Olot, además de la representación esquemática de su funcionamiento.

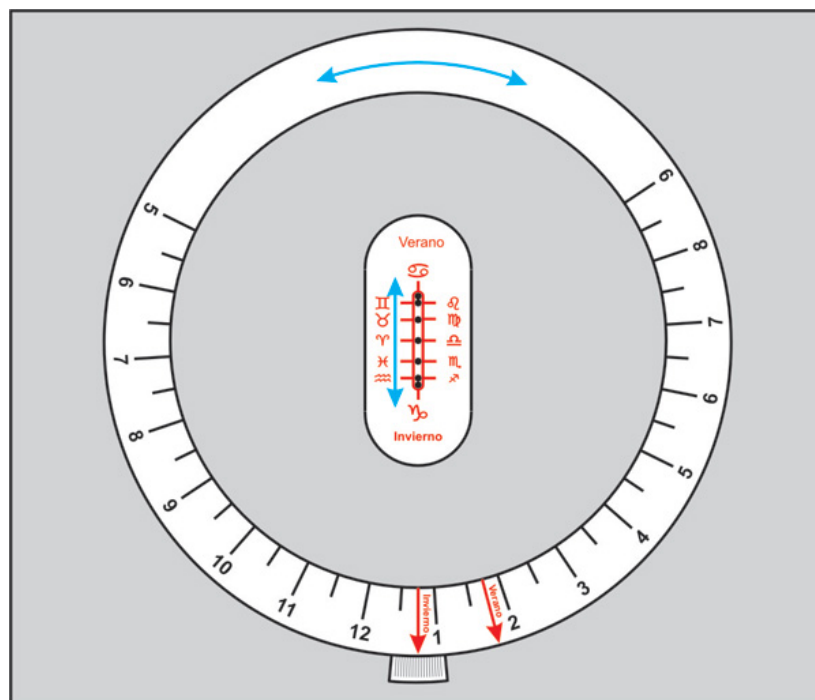
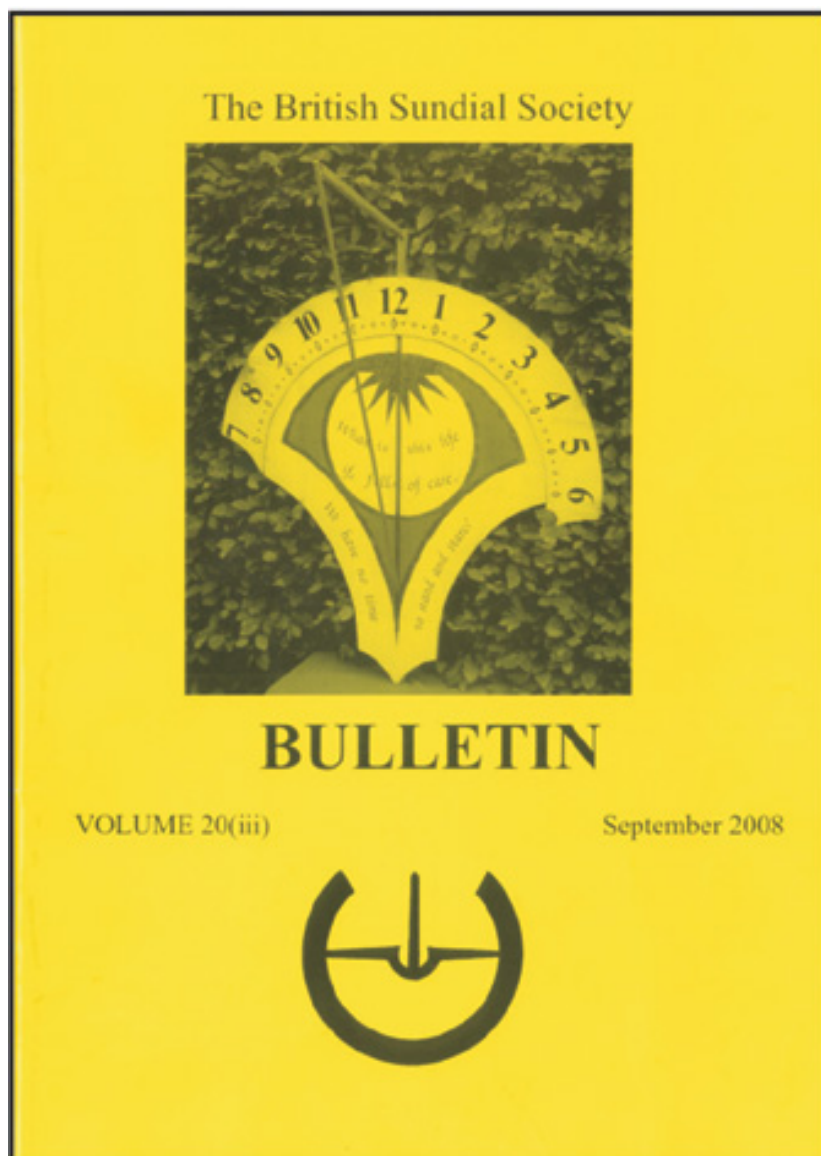


Figura 5

Como puede verse, además del desplazamiento vertical del gnomon, he incluido un sistema que permite la rotación del círculo horario, de manera que aprovechando la uniforme distribución de las horas, que se corresponden exactamente con las de un reloj ecuatorial, es posible corregir periódicamente las diferencias variables debidas a la ecuación del tiempo, más la diferencia consecuencia de la longitud local, más los cambios horarios estacionales.

Este desplazamiento angular del círculo horario permite que estos relojes puedan señalar directamente la hora civil oficial en vez de la hora solar.

De Foster-Lambert vertical con el gnomon inclinado hacia arriba no tenía noticias de ninguno hasta que en la revista de la B.S.S. del pasado Septiembre encontré la descripción de un reloj de esta clase, situado en Bristol, como puede verse en la fotografía de la Figura 6.



**Figura 6**

Este reloj se distingue además porque la hora 12 está situada en la parte central superior del círculo horario, al igual que en los relojes mecánicos y, como en estos, las horas avanzan también de izquierda a derecha.

Al intentar dibujar este reloj para la latitud de Olot ( $42^{\circ} 11' N$ ), me encontré con la sorpresa de que los cálculos daban para la escala de fechas una longitud  $O_f$  superior al radio  $R$  del reloj, de forma que la escala se prolongaba más allá del círculo horario. Ver Figura 7.

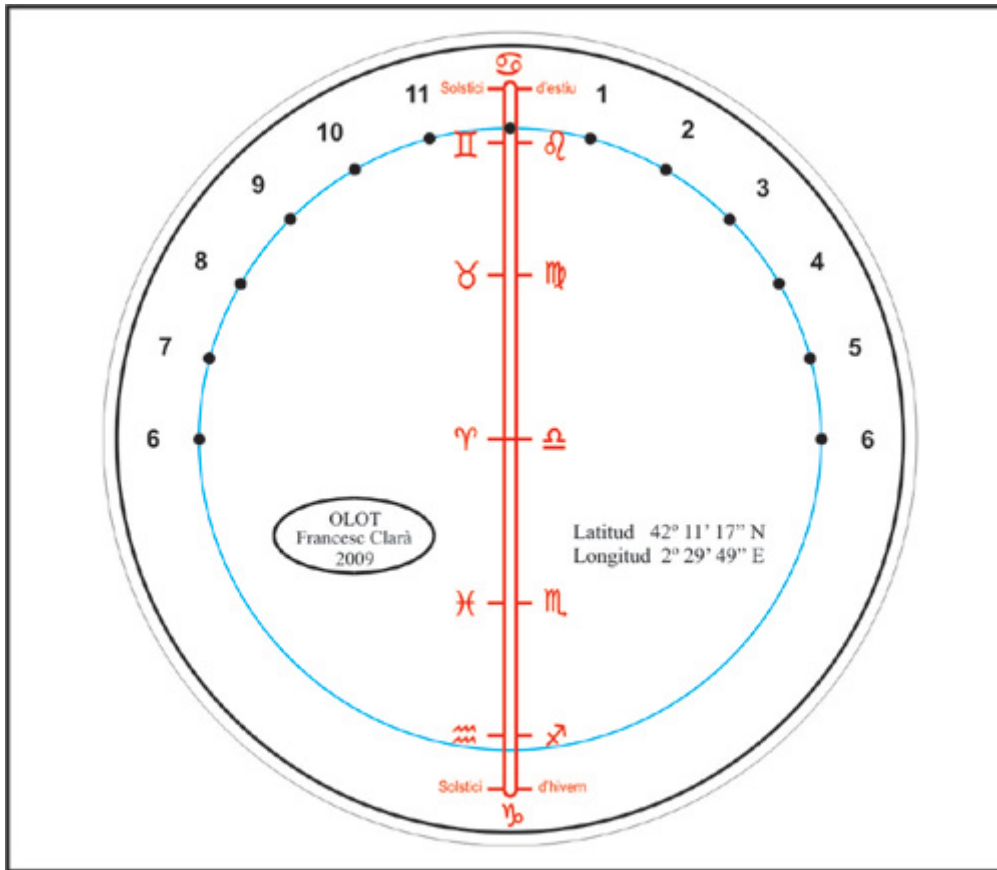


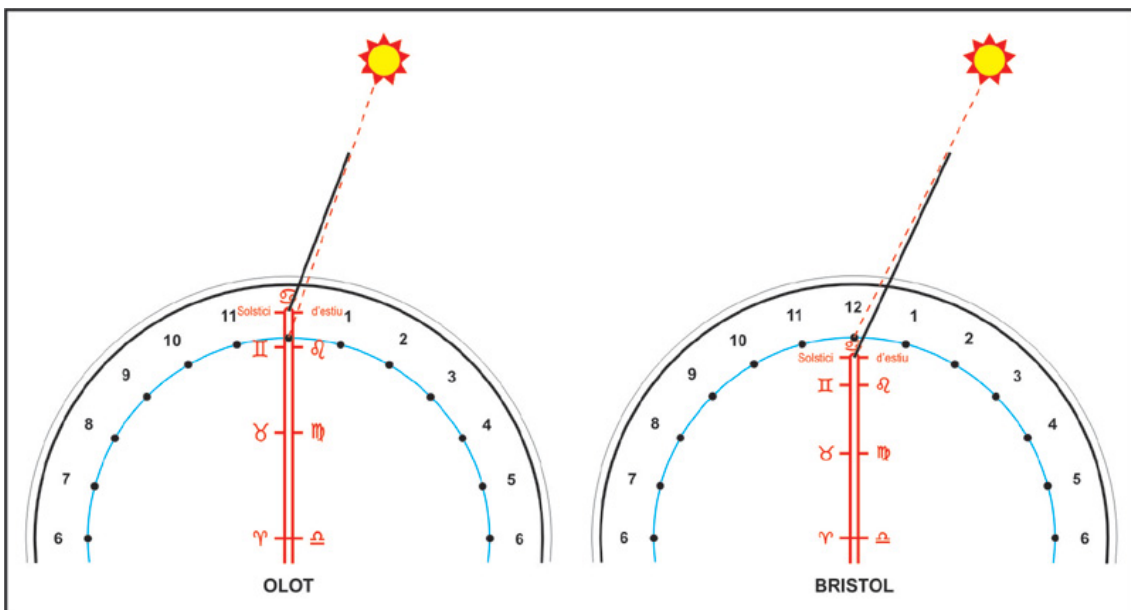
Figura 7

Esto significaba que en las fechas próximas al solsticio de verano el gnomon debería desplazarse hasta situarse fuera del círculo horario para desde allí proyectar su sombra hacia el interior del reloj.

Al principio esto me pareció un contrasentido pero después comprendí que este resultado era coherente en un reloj de este tipo calculado para Olot (42° 11') ya que en esta latitud, la máxima altura solar del día del solsticio de verano sobrepasa el ángulo de inclinación de su gnomon.

No sucede lo mismo si calculamos un reloj de esta clase para Bristol (51° 27') ya que en aquella latitud, la máxima altura solar del día del solsticio de verano queda por debajo del ángulo de inclinación del gnomon.

En la Figura 8 he dibujado dos relojes de esta clase calculados uno para la latitud 42° 11' N, correspondiente a Olot, y otro para la latitud 51° 27' N, correspondiente a Bristol.



En ambos relojes he dibujado, abatidos, los respectivos gnomons y la posición del sol el día del solsticio de verano en las correspondientes latitudes. Confío que estos dibujos ayudarán a hacer más comprensibles las explicaciones anteriores.

Una vez repasados y comprobados por enésima vez todos los cálculos, el paso siguiente era construir una maqueta de cada uno de los dos modelos, pero la complicación de idear un sistema sencillo para que el círculo horario pudiera girar fácilmente y las dudas surgidas sobre el comportamiento en los días próximos al solsticio de verano, del reloj Foster-Lambert vertical, con el gnomon inclinado hacia arriba, me impidieron terminar a tiempo las maquetas para fotografiarlas y publicar las fotos junto con el presente Taller de Bricolaje, como tengo por costumbre.

En este momento, al menos en teoría, creo tenerlo todo resuelto. Pido disculpas por el retraso en la construcción de las maquetas y prometo incluir en el próximo número de Carpe Diem las fotografías de los dos relojes Foster-Lambert verticales que he comentado en el presente artículo.

**Francesc Clarà, d'Olot**