

OBSERVACIONES

ASTRONÓMICAS I METEOROLÓGICAS



DETERMINACION DE LAS CONSTANTES DE UN ECUATORIAL

(Continuacion)

SEGUNDA PARTE

Defectos de perpendicularidad de los ejes del ecuatorial (1)

Se supone ahora que el eje horario instrumental está exactamente orientado. Sean: $90^\circ - \epsilon$ el ángulo que hace el eje de declinacion con el eje horario i c la colimacion, es decir, el ángulo

(1) ERRATAS:—Página 1089—Las cuatro últimas líneas se deben reemplazar por las siguientes:

$$\begin{aligned} \text{sen } D' &= \text{sen } D + \rho \cos D \cos (\omega - H) \\ -\cos D' &= \cos D - \rho \text{ sen } D \cos (\omega - H) \end{aligned}$$

Se deduce:

$$D' = 180^\circ - D - \rho \cos (\omega - H)$$

Página 1090.—Las fórmulas que dan la segunda solución se deben reemplazar por las siguientes:

$$\begin{aligned} 2.^\text{a} \text{ Solucion} \quad & \left\{ \begin{aligned} H' &= H + \omega' - \omega - 180^\circ + \rho \text{ tg } D \text{ sen } (\omega - H) \\ D' &= 180^\circ - D - \rho \cos (\omega - H) \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

que hace el eje óptico del ecuatorial con el plano perpendicular al eje de declinación.

Para calcular el efecto que producen los errores ϵ i ϵ' sobre las lecturas instrumentales, consideremos (fig. 2) la esfera ce-

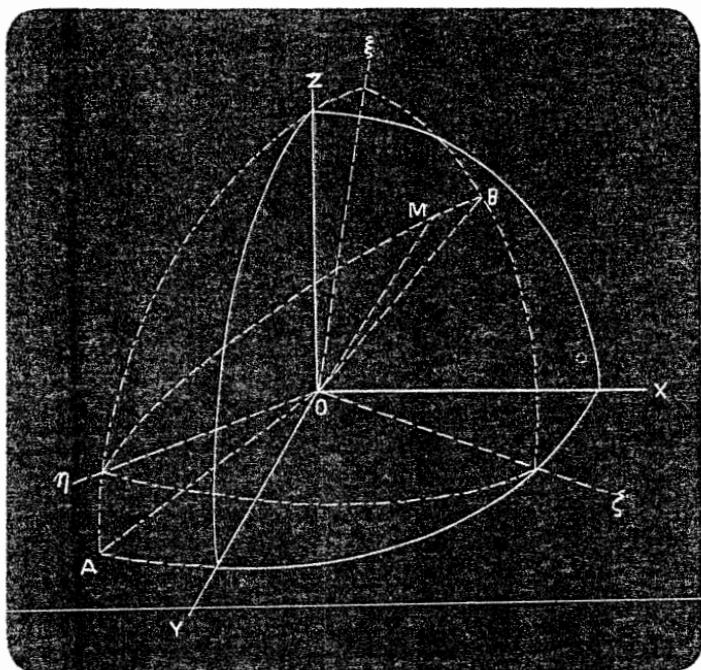


Fig. 2

leste de centro O i tres ejes de coordenadas rectangulares orientados de tal manera que el plano OXY sea el ecuador OX estando dirigido, en el meridiano del lugar, hacia el sur, OY hacia el oeste i OZ hacia el polo norte.

Sea M la posición de una estrella, H su ángulo horario i D su declinación. Como se ha dicho mas arriba, el eje horario instrumental coincide ahora con OZ . Supongamos que, cuando el anteojo está dirigido hacia la estrella M , el eje de declinación instrumental esté en $O\eta$; el plano $ZO\eta$ cortará el ecuador segun la recta OA i el ángulo $AO\eta$ será igual a ϵ . Sean: ξ o ξ' un plano

perpendicular a $O\eta$; $O\xi$ su traza en el ecuador i $O\xi$ perpendicular a $O\xi$; M la posición de la estrella; si se considera el plano η o M , este plano cortará $\xi O\xi$ según OB i el ángulo BOM será el ángulo de colimación c .

Respecto al sistema de coordenadas $OXYZ$, las coordenadas de la estrella M son:

$$(1) \quad \begin{cases} x = \cos D \cos H \\ y = \cos D \operatorname{sen} H \\ z = \operatorname{sen} D \end{cases}$$

Designemos por D' el ángulo ξOB i por H' el ángulo $XO\xi$. Respecto al sistema de ejes $O\xi\eta\xi$, las coordenadas de la estrella serán también:

$$(2) \quad \begin{cases} \xi = \cos c \cos D' \\ \eta = \operatorname{sen} c \\ \xi = \cos c \operatorname{sen} D' \end{cases}$$

Ahora, para pasar de un sistema de coordenadas al otro, se tienen las fórmulas siguientes:

$$\begin{aligned} \xi &= x \cos H' + y \operatorname{sen} H' \\ \eta &= -x \operatorname{sen} H' \cos \epsilon + y \cos H' \cos \epsilon + z \operatorname{sen} \epsilon \\ \xi &= x \operatorname{sen} H' \operatorname{sen} \epsilon - y \cos H' \operatorname{sen} \epsilon + z \cos \epsilon \end{aligned}$$

Se pueden considerar ϵ i c como cantidades infinitamente pequeñas i despreciar el segundo orden. Luego, si en estas últimas ecuaciones se reemplazan x, y, z, ξ, η, ξ por sus valores (1) i (2), se tendrá:

$$\begin{aligned} \cos D' &= \cos D \cos (H - H') \\ c &= \cos D \operatorname{sen} (H - H') + \epsilon \operatorname{sen} D \\ \operatorname{sen} D' &= -\epsilon \cos D \operatorname{sen} (H - H') + \operatorname{sen} D \end{aligned}$$

La segunda ecuación muestra que $H - H'$ es del mismo orden que c i ϵ ; luego la última se podrá escribir simplemente:

$$\operatorname{sen} D' = \operatorname{sen} D$$

Tendremos todavía dos soluciones que corresponden a las dos posiciones que pueda tener el anteojo:

$$1.ª \text{ Solucion } \begin{cases} H' = H + \epsilon \operatorname{tg} D - c \operatorname{sec} D \\ D' = D \end{cases}$$

$$2.ª \text{ Solucion } \begin{cases} H' = H - 180^\circ - \epsilon \operatorname{tg} D + c \operatorname{sec} D \\ D' = 180^\circ - D \end{cases}$$

Se ve que, cuando ϵ i c son suficientemente pequeños para que se puedan despreciar sus cuadrados, la declinacion instrumental no es afectada por estos errores.

Si una aproximacion de un minuto basta para las declinaciones, es fácil calcular que los errores ϵ i c podrán alcanzar a un grado sin tener efecto sensible.

Errores de los índices

Sea a la lectura del círculo horario cuando el ángulo H' de la figura precedente es cero; para tener en cuenta estos errores en las fórmulas obtenidas mas arriba, bastará reemplazar H' por $H' - a$ i D' por $D' - \delta$; se tiene entónces:

$$(3) \begin{cases} 1.ª \text{ Solucion } \begin{cases} H' = H + a + \epsilon \operatorname{tg} D - c \operatorname{sec} D \\ D' = D + \delta \end{cases} \\ 2.ª \text{ Solucion } \begin{cases} H' = H + a - 180^\circ - \epsilon \operatorname{tg} D + c \operatorname{sec} D \\ D' = 180^\circ - D + \delta \end{cases} \end{cases}$$

Determinacion de ϵ i c , a i δ

Se observan los ángulos horarios de una estrella en las dos posiciones del anteojo; al este i al oeste.

Sean entónces H_e' , H_o' los ángulos horarios obtenidos i H_1 , H_2 los ángulos horarios verdaderos correspondientes.

Se tendrá en los dos casos:

$$H_e' = H_1 + a + \epsilon \operatorname{tg} D - c \operatorname{sec} D$$

$$H_o' = H_2 + a - 180^\circ - \epsilon \operatorname{tg} D + c \operatorname{sec} D$$

Luego:

$$\alpha = \frac{H_e' - H_1}{2} + \frac{H_o' - H_2 + 180^\circ}{2}$$

$$c \sec D - \epsilon \operatorname{tg} D = \frac{H_o' - H_2 + 180^\circ}{2} - \frac{H_e' - H_1}{2}$$

Para separar c i ϵ se observará primero una estrella cerca del ecuador, entónces $\operatorname{tg} D$ será mui pequeño i el primer miembro de la ecuacion se reduce a c ; en seguida se observará una estrella cerca del polo i se obtendrá sensiblemente el valor de $\frac{c - \epsilon}{\cos D}$

Así se conocen a la vez α , c , ϵ .

El valor de δ se obtiene si se leen las declinaciones instrumentales; se tendrá en efecto:

$$D_e' = D + \delta$$

$$D_o' = 180^\circ - D + \delta$$

Luego:

$$\delta = \frac{D_c' + D_o'}{2} - 90^\circ$$

Fórmulas completas

Si se juntan las fórmulas obtenidas en la primera parte (corregidas como se ha indicado en la nota 1) i las fórmulas (3), se tendrá el efecto que produce el conjunto de todos los errores. Se tiene así:

$$1.^a \text{ Solucion } \begin{cases} H' = H + \alpha + \omega' - \omega - \rho \operatorname{tg} D \operatorname{sen}(\omega - H) + \epsilon \operatorname{tg} D - \\ - c \sec D \\ D' = D + \delta + \rho \cos(\omega - H) \end{cases}$$

$$2.^a \text{ Solucion } \begin{cases} H' = H + \alpha + \omega' - \omega - 180^\circ + \rho \operatorname{tg} D \operatorname{sen}(\omega - H) - \\ - \epsilon \operatorname{tg} D + c \sec D \\ D' = 180^\circ - D + \delta - \rho \cos(\omega - H) \end{cases}$$

Se nota que la espresion $\alpha + \omega' - \omega$ se encuentra en los dos valores de H' , se puede simplemente reemplazar por una constante β .

Jeneralmente el círculo de declinacion indica 0° o 180° cuando el anteojo está dirijido hácia uno de los polos; si se llama entónces L_e la lectura del círculo de declinacion en la posicion este del anteojo, i L_o la lectura correspondiente en la posicion oeste, se podrá escribir:

$$L_e + 90^\circ = D + \delta + \rho \cos(\omega - H)$$

$$90^\circ - L_o = D - \delta + \rho \cos(\omega - H)$$

Se deduce:

$$(4) \quad \begin{cases} D = L_e + 90^\circ - \delta - \rho \cos(\omega - H) \\ D = 90^\circ - L_o + \delta - \rho \cos(\omega - H) \end{cases}$$

Del mismo modo se escribirá:

$$\begin{aligned} H_e &= H + \beta - \rho \operatorname{tg} D \operatorname{sen}(\omega - H) + \epsilon \operatorname{tg} D - c \operatorname{sec} D \\ 180^\circ + H_o &= H + \beta + \rho \operatorname{tg} D \operatorname{sen}(\omega - H) - \epsilon \operatorname{tg} D + c \operatorname{sec} D \end{aligned}$$

O bien:

$$(5) \quad \begin{cases} H = H_e - \beta + \rho \operatorname{tg} D \operatorname{sen}(\omega - H) - \epsilon \operatorname{tg} D + c \operatorname{sec} D \\ H = 180^\circ + H_o - \beta - \rho \operatorname{tg} D \operatorname{sen}(\omega - H) + \epsilon \operatorname{tg} D - c \operatorname{sec} D \end{cases}$$

Las fórmulas (4) i (5) permiten calcular los valores exactos de D i H en funcion de las lecturas al círculo de declinacion i al círculo horario.

Resúmen

Para arreglar un ecuatorial se principia por orientar el eje horario de manera que esté exactamente paralelo al eje del mundo; se sigue para esto el método indicado al fin de la primera parte.

En seguida se determinan los errores de índices observando la declinacion i el ángulo horario de un astro en las dos posiciones del anteojo; se tiene así:

$$\delta = \frac{(L_e + 90^\circ) - (90^\circ - L_o)}{2}$$

$$\beta = \frac{(180^\circ + H_o - H_2) + H_e - H_1}{2}$$

Estos últimos errores se pueden corregir fácilmente por un cambio de lugar de los índices.

No quedan entónces otros errores sino los defectos de perpendicularidad de los ejes.

Estos últimos no se prestan fácilmente a una correccion. Su efecto se hace sentir sobre todo en los ángulos horarios; en las declinaciones, como lo hemos visto mas arriba, su influencia es insensible i no llega a tener un valor de un minuto sino cuando estos errores ϵ o c llegan a un valor igual a un grado.

(Continuará)



NUEVAS CONSTRUCCIONES QUE SE HACEN EN EL OBSERVATORIO

Sala meridiana Eichens.—La sala antigua, que tenia 7 metros de largo, se ha ensanchado i tendrá cerca de 12 metros. Los pilares, que eran de ladrillos i descansaban igualmente sobre una base de ladrillos se han reemplazado por una sólida base de concreto que tiene 4 metros de hondura debajo del suelo. Los pilares se han hecho en piedra artificial i sobre ellos descansan dos bloques de mármol que soportarán el eje horizontal del antejo. En la actualidad se espera la construccion del techo móvil, i es de suponer que en un mes mas estará por concluirse la instalacion del antejo. Habrá entónces pocos observatorios que tengan un anteojo meridiano en mejores condiciones que el nuestro.

Ecuatorial de Repsold.—Se ha reemplazado el balcon circular de madera por otro de fierro, i se ha cambiado el piso de la sala de observacion; en la actualidad falta poco para que este antejo esté de nuevo en estado de entrar en servicio.

Ecuatorial fotográfica.—Este nuevo antejo, adquirido en estos últimos años en Paris, segun los planos adoptados por el Congreso Fotográfico de esa ciudad, estará instalado en pocos meses mas. La torre está ya para concluirse; habrá que instalar en seguida la cúpula que se ha construido en los talleres de la casa Cail, i por fin se instalará el antejo.

OBSERVACIONES ASTRONÓMICAS

En los meses de Enero i Febrero se han hecho las siguientes observaciones:

Enero

Observador	Sol	Luna	Mercurio	Vénus	Marte	Júpiter	Neptuno	Estrellas	TOTALES
Taulis . .	12	5	1	9	6	4	"	126	163
Caro. . .	4	"	2	3	"	"	"	93	102
Barrios . .	7	3	4	7	4	6	5	171	207
Espinosa . .	"	1	"	"	"	"	"	56	57
	23	9	7	19	10	10	5	446	529

Febrero

Observador	Sol	Luna	Mercurio	Vénus	Marte	Júpiter	Estrellas	TOTALES
Taulis. . . .	13	2	"	2	2	3	84	106
Barrios . . .	7	2	"	4	4	4	148	169
Espinosa. . .	4	2	1	"	1	1	21	30
	24	6	1	6	7	8	253	305

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE SANTIAGO

SECCION DE METEOROLOGÍA

FEBRERO DE 1893		7 A. M.	2 P. M.	10 P. M.	PROMEDIO del mes	7 A. M.	
Barómetro normal reducido a cero	Presion media	715.21	715.13	716.05	715.42	715.50	
	" máxima	18.51	18.26	18.83	18.83	18.49	
	" mínima	13.42	12.26	13.99	12.26	13.49	
Termómetro normal centígr.	Temperatura media . .	15°88	26°07	17°10	20°84	16.65	
	" máxima	17.70	29.20	18.70	29.20	19.00	
	" mínima	13.30	22.00	15.60	13.30	13.50	
Psicrómetro	Humedad relativa media	75.7	36.7	63.0	54.40	70.5	
	" " máxima	87	58	80	87	86	
	" " mínima	61	21	40	21	56	
	Tension del vapor media	10.19	9.09	8.95	9.34	9.92	
	" " máxima	12.40	11.90	11.20	12.40	11.30	
" " mínima	8.10	5.00	5.60	5.00	7.80		
Vientos	Direccion	N	—	—	—	—	
		NE	—	—	—	—	
		E	1	—	1	2	1
		SE	1	—	1	2	—
		S	—	—	2	2	2
		SW	2	27	4	33	2
		W	—	—	—	—	1
		NW	—	1	—	1	—
	Calma	11	—	10	22	15	
	Velocidad por minuto	{ media máxima mínima	m.	m.	m.	m.	m.
11.5			297.0	14.6	100.9	20.5	
65 0			430.0 140.0	80 0	430 0	110 0	
Atmósfera	Despejada	10	20	11	41	15	
	Nublada	4	7	5	16	4	
	Cubierta	1	1	2	4	1	
	Neblina	1	—	1	2	—	
	Rocio	—	—	—	—	—	
	Helada	—	—	—	—	—	
	Lluvia	—	—	—	—	—	
	Granizo	—	—	2	2	—	
Tempestad	—	—	—	—	—		

	Promedio del mes	VALORES			PROMEDIOS DIARIOS			Oscilaciones diarias			
		máx.	mín.	Oscilacion	máx.	mín.	Oscilacion	máx.	mín.	media	
Barómetro inscriptor reducido a cero.	715.55	718.89 17 9 p. m.	711.86 1 2 p. m.	7.03	718.35 17	712.57 1	5.78	3.98 21	0.33 27	1.53	
Termómetro de máx. i mín.	19°36	29°40 6 i 20	10°25 17	19°15	21°75 4	17°05 2	4°70	17°80 19	10°10 2	14°56	
Humedad relativa.	56.4				76.7 2	33.0 14	43.7				
Tension del vapor.	9.20				11.70 26	5.30 14	5.40				
		11 A. M. a 2 P. M.			2 P. M. a 6 P. M.			2 P. M. a 2 P. M. Dia entero			TOTAL del mes
		máx.	mín.	medio	máx.	mín.	medio	máx.	mín.	medio	
VIENTO { kilóm. recorrd. dias. por hora tanto por %	69.2 8 23.1	12.8 18 4.2	36.8 — 12.3 25%	100.0 3 25.2	41.2 1 10.13	60.7 — 20.2 42%	220.6 1 —	107.0 6 4.7	145.2 — 6.0 100%	k. 4067.1	
Evaporacion { mm. dias tanto %	3.5 5	1.8 10	2.64 — 38%	3.38 1	1.72 21	2.7 — 40%	10.2 1	4.5 19	7.01 — 100%	196.4	
Lluvia mm.											
PROMEDIOS I HORAS DE LOS 4 MÍNIMOS I MÁXIMOS DIARIOS											
		1.er mín.	1.er máx.	2.º mín.	2.º máx.	Promedio					
Presiones Horas medias Variacion }	715.33 3 37 a. m. 1 a 5.24 a. m.	716.01 9.53 a. m. 7.30 a 12	714.86 4 8 p. m. 2 a 5.48 p. m.	715.55 9.32 p. m. 8.12 a 1.54 a m	715.44 0.11 inferior a la presion media						
MAYORES OSCILACIONES HABIDAS EN 24 HORAS CONSECUTIVAS											
Dias	1 a 2	el 9	16 a 17	21 a 22	el 26						
Milímetros	4.02	2.66	5.22	4.52	2.76						
OSCILACIONES GRANDES EN INTERVALOS RELATIVAMENTE CORTOS											
(No las ha habido mayores que las anteriores)											

ALBERTO OBRECHT

Director del Observatorio Astronómico
 Profesor de las clases de mecánica i cálculo diferencial e integral
 de la Universidad

