

CORRECCIONES A LAS DECLINACIONES DE 112 ESTRELLAS
DEL FK4, DEDUCIDAS DE LAS OBSERVACIONES CON EL
ASTROLABIO DANJON DE SAN JUAN, ARGENTINA

W.T. MANRIQUE, E. ACTIS, A. ANDREONI y J. BALDIVIESO

Observatorio Astronómico "Félix Aguilar", San Juan

ABSTRACT: 1114 Series having 28 stars each (from the fundamental program for Time and Latitude determination) has been observed with the Danjón Astrolabe of the "Félix Aguilar" Observatory at San Juan. From the study of these series, preliminary corrections to the declinations of 112 stars of the FK4 has been obtained.

Maximum elongation stars, and the dependence of their residual with Magnitud and Spectral Type has been analyzed before.

El Astrolabio Impersonal Danjon del Observatorio "Félix Aguilar" de San Juan ha continuado con las observaciones sistemáticas iniciadas en Julio de 1968 en el programa de colaboración con el Servicio Internacional de la Hora (B.I.H.) y con el Servicio Internacional de Movimiento del Polo (I.P.M.S.), como así también de investigación de los errores sistemáticos e individuales del FK4 en el Hemisferio Sur.

Los 12 grupos del programa fundamental han sido observados en cadena todas las noches posibles totalizando, hasta el 31 de agosto de 1973, 1.866 series que suman 52.000 tránsitos aproximadamente.

En la presente comunicación se dan los resultados obtenidos del procesamiento de cuatro períodos calculados independientemente, como así también los de todo el período de observación.

CORRECCIONES $\Delta\delta$ DE 112 ESTRELLAS DEL PROGRAMA FUNDAMENTAL

Como en el caso de las correcciones $\Delta\alpha$ a las ascensiones rectas, se ha adoptado el mismo criterio y fórmulas dadas por el Dr. B. Guinot del Observatorio de París.

Este trabajo se basa en el estudio de 1.114 series, seleccionadas de los 12 grupos de 28 estrellas cada uno del

programa fundamental para la determinación de la Hora y Latitud, observadas desde julio de 1968 a diciembre de 1972.

Cada grupo ha sido observado unas 100 veces en promedio. El número total de residuos utilizados es 31.192, distribuidos de la siguiente manera:

Período 68-69:	209 series con	5.852	residuos
" 1970 :	287 "	8.036	"
" 1971 :	385 "	10.780	"
" 1972 :	233 "	6.524	"

De las observaciones realizadas se han obtenido correcciones preliminares en declinación para 112 estrellas, cada una de las cuales fue observada unas 100 veces aproximadamente. Estas estrellas han sido observadas en ambos tránsitos y los 12 grupos vinculados entre sí en los que concierne a las tres incógnitas a determinar por la observación astronómica.

Recordamos que la reducción de las observaciones de alturas iguales conduce a la resolución de ecuaciones de condición de la forma:

$$x \sin Z + y \cos Z - z + \delta h = 0 \quad (1)$$

Donde Z representa el acimut, contado positivamente desde el norte hacia el este; δh es la diferencia entre la distancia cenital observada y la calculada con los valores aproximados de la latitud, corrección del reloj y distancia cenital aparente de observación, supuesta constante.

La solución x, y, z , de las ecuaciones (1) nos dan las correcciones de los valores aproximados adoptados, correcciones que son $y, x/\cos\phi, z$ respectivamente.

Las ecuaciones anteriores, que son superabundantes, son resueltas por el método de mínimos cuadrados.

Supongamos que se utilizan ascensiones rectas α , y declinaciones δ , que tengan un cierto error y que necesitan por lo tanto se les agregue las correcciones $\Delta\alpha$ y $\Delta\delta$.

Si las n estrellas utilizadas forman un grupo i , la solución x_i, y_i, z_i , necesitará correcciones $\Delta x_i, \Delta y_i, \Delta z_i$, dadas por la solución de las n ecuaciones:

$$\Delta x_i \sin Z \cos \phi + \Delta y_i \cos Z - \Delta z_i - \sin Z \cos \phi \Delta \alpha + \cos S \Delta \delta = 0 \quad (2)$$

siendo S el ángulo paraláctico.

Si, inversamente, se quiere obtener $\Delta\alpha$ y $\Delta\delta$, es necesario que $\Delta x_i, \Delta y_i, \Delta z_i$, sean conocidos y que hayan sido observados los dos pasajes Este y Oeste de la estrella de referencia.

En la práctica, se utiliza el menor número posible de grupos de estrellas y se determina, como dijimos anterior-

mente, por la observación en cadena, las correcciones de grupo dx , dy , dz . Como estas correcciones están definidas a menos de una constante se imponen las condiciones:

$$\begin{aligned} \Delta x &= dx + \xi \\ \Delta y &= dy + \eta \\ \Delta z &= dz + \zeta \end{aligned} \quad (\text{Guinot})$$

Los números ξ , η , ζ , son incógnitas que dependen del catálogo utilizado y del lugar de observación. Son errores constantes sobre el Tiempo, Latitud y Distancia Cenital en un lugar dado.

Por otra parte, después de la resolución del sistema de las ecuaciones (2), cada ecuación presenta un residuo dM , que agregado al residuo M dado por las ecuaciones (1), corrige la parte debida al catálogo. Colocando:

$$dx_i \sin Z + dy_i \cos Z - dz_i = dM; \quad M + dM = \mathcal{M}$$

se tiene, a menos de los errores de observación;

$$\sin Z \cos \varphi \Delta \alpha - \cos S \Delta \delta = \mathcal{M} + \xi \sin Z + \eta \cos Z - \zeta$$

Si se observan los dos pasajes Este y Oeste, de una misma estrella y se calculan los valores \mathcal{M}_E y \mathcal{M}_W se tiene:

$$\Delta \alpha = \frac{\mathcal{M}_E - \mathcal{M}_W}{2 |\sin Z| \cos \varphi} + \frac{\xi}{\cos \varphi}$$

$$\Delta \delta = - \frac{\mathcal{M}_E + \mathcal{M}_W}{2 \cos S} - \frac{\eta \cos Z - \zeta}{\cos S}$$

$\Delta \alpha$ se puede obtener a menos de una constante, pero $\Delta \delta$ aparece a menos de dos constantes η y ζ . Para determinar η y ζ se dispone de una ecuación provista por las clases de estrellas en máxima elongación, para las cuales $\cos S=0$. Si llamamos Z_0 al acimut correspondiente y \mathcal{M}_E y \mathcal{M}_W a los promedios de los \mathcal{M} , de todas las estrellas cuyas declinaciones son vecinas a la declinación en máxima disgresión, se tiene:

$$\eta \cos Z_0 - \zeta = - \frac{\overline{\mathcal{M}_E + \mathcal{M}_W}}{2} \quad (3)$$

Puede entonces subsistir en un Catálogo Astrolabio,

un error sistemático $\Delta\delta_\delta$ de forma conocida pero coeficiente desconocido.

La cantidad $\bar{M}_E + \bar{M}_W$, que llamamos $2A$, es pequeña. Despejándose ζ se obtiene:

Luego:

$$\zeta = \eta \cos Z_0 + A$$

$$\Delta\delta = - \frac{\bar{M}_E + \bar{M}_W - 2A}{2 \cos S} - \frac{\eta (\cos Z - \cos Z_0)}{\cos S}$$

Es decir calculamos $\Delta\delta$ por esta última, de la cual deducimos que el error sistemático de las declinaciones obtenidas con Astrolabio es:

$$\Delta\delta_\delta = - \frac{\eta (\cos Z - \cos Z_0)}{\cos S}$$

donde η es la corrección promedio que sería necesario agregar a las latitudes para obtener las latitudes absolutas.

La tabla siguiente dá los valores de los coeficientes de η para el Observatorio de San Juan.

Tabla I

Error $\Delta\delta_\delta$ del Catálogo Astrolabio de San Juan

$$\Delta\delta_\delta = \eta \cdot c$$

δ	-3°	-10°	-20°	-30°	-40°	-50°	-60°
c	+1.35	+1.33	+1.26	+1.14	+1.10	+0.88	+0.68

ESTUDIO DE LAS ESTRELLAS QUE PASAN EN MAXIMA ELONGACION

Cuando $\cos S = 0$, la cantidad $2A = \bar{M}_E + \bar{M}_W$ independientemente de la declinación no depende tampoco de su ascensión recta como lo muestra la relación (3). $2A$ debería ser una constante.

Trataremos de ver si existe alguna relación de dependencia de $2A$ con la magnitud y el tipo espectral de las estrellas observadas, es decir, si estas relaciones son representativas de ecuaciones de magnitud y color.

Se han tomado las estrellas para las cuales $|\cos S| < 0.3$, estrellas cuyas declinaciones se hallan comprendidas entre -26° y -47° .

En la tabla siguiente se dá la relación de $2A$ con la magnitud.

Tabla II

RELACION DE 2A CON LA MAGNITUD

Unidad: 0".01

m	2A	n
2.0 a 2.9	-07	8
3.0 a 3.9	-09	18
4.0 a 4.5	-05	17
4.5 a 5.0	-04	17
5.1 a 5.5	-04	14
5.1 a 6.0	+13	20
5.5 a 6.0	+38	9

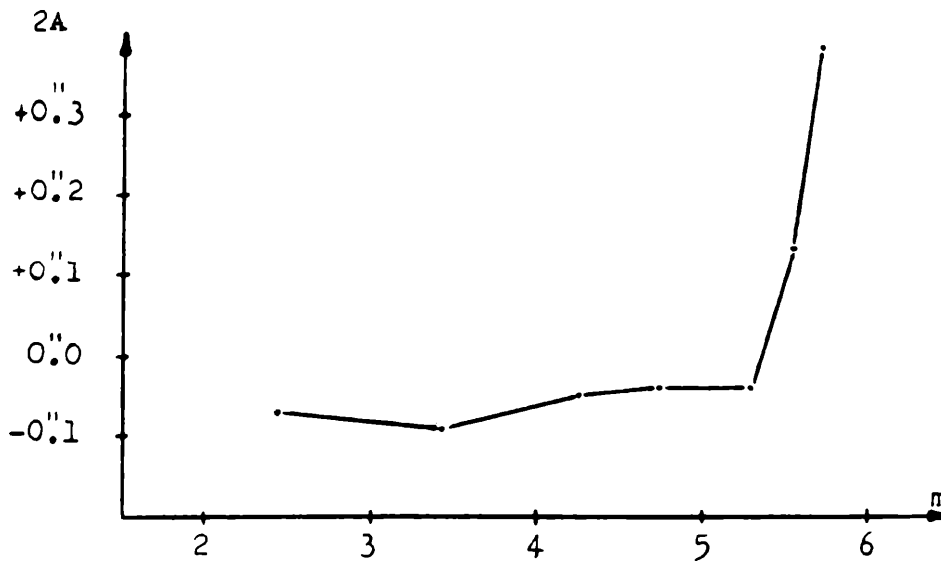


FIG. 1

Notamos en la tabla y gráfico anterior, que 2A es negativo aunque poco significativo para las estrellas de magnitudes inferiores a 5.3 pero se vuelve fuertemente positivo para las estrellas más débiles ($m > 5.3$).

Normalmente estas estrellas débiles son observadas sin mayores problemas, pero en noches de mala visibilidad, polvo en suspensión o parcialmente nubladas, su observación es dificultosa.

En estos casos, cuando el observador ha señalado que la imagen es muy débil, el residuo de la estrella alcanza valores elevados, algunas veces hasta 1" superior al valor normal.

Estas observaciones dudosas han sido eliminadas. Sin embargo, un resto de este efecto subsiste y es evidentemente la causa de la ecuación de magnitud que encontramos en 2A.

El Dr. B. Guinot y la Srta. S. Débarbat opinan que cuando el observador bisecta una estrella débil, está tentado de seguirla con la parte lateral del ojo para aprovechar la sensibilidad a la luz, superior en visión periférica. Pero esta sensibilidad se manifiesta, sobre todo, en el azul y violeta.

Ahora bien, se sabe que el espectro secundario del objetivo del Astrolabio, utilizado por mitades, aparece de un solo lado de cada imagen. La coincidencia de las imágenes violetas corresponde a una distancia cenital más pequeña que la coincidencia de las imágenes blancas, lo que explicaría los residuos positivos.

De acuerdo a esta explicación la ecuación de magnitud sería más acusada por las estrellas cuyo espectro sea muy rico en radiaciones azules y ultravioletas.

Para analizar nuestros resultados desde este punto de vista, hemos separado las estrellas de tipos espectrales OBAF y GKM calculando 2A con sus respectivos residuos, valores que figuran en la tabla siguiente.

Tabla III

RELACION DE 2A CON LA MAGNITUD Y TIPO ESPECTRAL

nidad: 0".01

m	OBAF		GKM	
	2A	n	2A	n
2.0 a 2.9	+03	4	-16	4
3.0 a 3.9	-12	8	-07	10
4.0 a 4.5	-11	10	+02	7
4.5 a 5.0	+04	9	-16	8
5.1 a 5.5	-08	8	-02	6
5.1 a 6.0	+01	11	-01	9
5.5 a 6.0	+22	4	+28	5

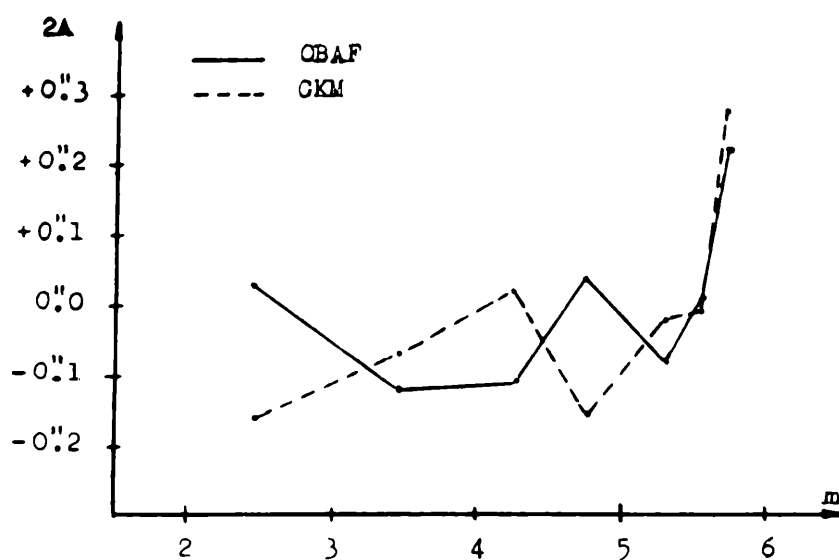


FIG. 2

De acuerdo a los resultados obtenidos no existe una clara definición de ecuación de color, posiblemente debido al pequeño número de estrellas consideradas. No obstante se aprecia una tendencia de 2A a crecer positivamente, a partir de la magnitud 5,3, para ambos tipos espectrales.

A continuación se dan las correcciones provisionarias a las declinaciones de 93 estrellas del programa fundamental para cuatro períodos independientes, como así también para el período total.

REFERENCIAS:

- B. Guinot
- S. Débarbat
- J. Krieger-Fier
(Bull. Astron., Tome XXIII).

COMPARACION DE LAS DECLINACIONES OBTENIDAS DESDE
JULIO 1968 A DICIEMBRE 1972

Unidad : 0^s.01

Astr. - Cat.

n	FK4	68-69	1970	1971	1972	68-72
1	900	-30	-10	-13	-27	-18
2	30	-25	-17	-24	-24	-22
3	1044	+27	+16	+11	-21	+09
4	1595	-42	-22	-34	-33	-33
5	825	+55	+46	+42	+41	+43
6	67	+04	-06	-11	-34	-11
7	824	+58	+29	+24	+19	+30
8	59	-53	-47	-40	-26	-43
9	828	-30	-06	-10	-13	-12
10	47	+16	+24	+19	+35	+23
11	86	-21	+20	+03	-16	-00
12	62	-21	-19	-12	-12	-16
13	829	+76	+22	+31	+49	+40
14	2117	-07	-18	-09	-30	-14
15	1608	-36	-10	-24	-24	-23
16	1086	-44	+08	-02	-29	-14
17	860	-01	-15	-25	-26	-20
18	1076	-32	-06	-13	-24	-17
19	1630	-39	-34	-37	-38	-36
20	1044	+01	-09	-10	-02	-05
21	883	-16	-44	-32	-24	-31
22	128	+00	+39	+01	-06	+10
23	104	+10	-04	+04	-08	+01
24	1108	-103	-35	-68	-74	-67
25	901	+27	+07	+14	+12	+14
26	905	-21	-08	-25	-24	-18
27	1080	-04	-19	-10	-32	-15
28	149	+13	-18	-06	-08	-07
29	161	+81	+14	+24	+24	+33
30	1097	+11	-19	+06	-30	-07
31	171	-35	-15	-09	-05	-17
32	1152	-80	+16	-30	-50	-28
33	1120	+08	-22	-14	-21	-13
34	1159	-16	+31	+28	+18	+17
35	219	+79	+17	+28	+40	+37
36	195	+31	-01	+04	+02	+08
37	1156	-09	+17	+06	+09	+07
38	220	+52	+15	+09	+33	+24
39	235	-62	-24	-38	-32	-37
40	266	+51	+07	+11	+17	+18
41	246	+33	-10	-09	+08	+02

n	FK4	68-69	1970	1971	1972	68-72
42	1197	+130	+36	+44	+57	+59
43	309	-76	+04	+03	-26	-16
44	1202	+72	+17	+26	+34	+32
45	1212	+106	+41	+50	+69	+61
46	293	+57	+07	+06	+26	+20
47	1227	-71	-11	-20	-39	-32
48	304	+44	+15	+25	+33	+27
49	1233	-60	-30	-34	-42	-38
50	373	+64	+02	+14	+37	+25
51	1273	-37	+16	+08	-09	+00
52	1261	+97	+61	+67	+78	+72
53	2763	+34	+15	+09	+20	+17
54	435	-105	+06	-13	-60	-30
55	1281	+54	+32	+24	+42	+35
56	1301	+49	+23	+19	+29	+27
57	1289	-34	-09	-10	-13	-14
58	2900	+72	+40	+40	+63	+51
59	464	-09	+11	+08	+08	+06
60	1292	+30	+09	-01	+11	+09
61	1306	+30	+11	+04	+21	+13
62	1321	+27	+06	-07	+18	+05
63	1345	+75	+34	+44	+39	+44
64	1335	+09	+11	+08	+10	+10
65	1324	+46	+10	+15	+26	+21
66	512	-107	-81	-34	-39	-55
67	504	-66	-56	-46	-50	-51
68	1377	-74	-30	-36	-11	-33
69	1371	+17	+17	+14	+18	+15
70	529	+16	+32	+30	+25	+28
71	558	-12	-15	-27	-08	-18
72	1410	-11	-74	-18	+46	-18
73	1390	+15	+05	+02	-03	+03
74	545	-01	+09	+08	+08	+06
75	604	+44	+26	+26	+50	+34
76	1420	+36	+31	+25	+30	+29
77	3280	+38	+55	+58	+47	+52
78	605	-42	-24	-14	-26	-23
79	1450	-01	+14	+25	+13	+16
80	1474	-02	-21	-19	-12	-15
81	696	-11	+28	+22	+04	+14
82	1504	-11	-56	-25	-32	-33
83	1500	-20	+31	+16	+05	+11
84	717	-44	-22	-14	-16	-21
85	744	-21	+08	-04	+00	-03
86	769	+74	+02	+19	+14	+22
87	761	-58	-23	-23	-30	-30

n	FK4	68-69	1970	1971	1972	68-72
88	1519	-34	+02	-07	-07	-10
89	781	-42	-03	-07	-20	-16
90	1547	-29	-05	-03	-16	-10
91	794	-38	+02	-06	-10	-10
92	785	+29	+04	+04	-00	+07
93	808	-40	-24	-20	-10	-21