

12545

DT 4/4

Trabajos efectuados con la  
Ecuatorial de Grubbe

1904

OBSERVATORIO  
ASTRONÓMICO Y METEOROLÓGICO

DE  
MADRID

1  
Esérmo. Sr.

Tengo el honor de presentar à V. E. los trabajos efectuados con la cenatorial de Gubb, acompañados de una nota aclaratoria de los mismos.

A parte de lo que en dicha nota se consigna, he practicado algunos ensayos, encaminados à conocer las cualidades ópticas del instrumento, en las creasa nodris, que han permitido hacer observaciones de esta índole en condiciones ventajosas. Puedo afirmar que la aberración de esfericidad y cromática están bien corregidas, he llegado à ver estrellas de 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> magnitud, y à distinguir, en nodris excepcionalmente buenas, las componentes de  $\gamma$  Orionis, que distan 1" aproximadamente.

Tengo, por consiguiente, motivos

para creer que las condiciones ópticas del instrumento son excelentes; pero necesito continuar este estudio, para formar un juicio exacto de las mismas.

Dios que. à V. L. m. ant.

Madrid 1.º de Marzo de 1904.

Ant.º Vela

Excmo. Sr. Director del Observatorio de Madrid.

OBSERVATORIO  
ASTRONÓMICO Y METEOROLÓGICO

DE  
MADRID

Excmo. Sr.

He retrasado la presentación de los adjuntos trabajos, porque antes de presentarlos à V.E. deseaba hacer algunas observaciones, encaminadas à conocer el estado de la conatorial, después de haber movido el anteojo, con el intento, no logrado, de facilitar su movimiento de rotación alrededor del eje horario.

El temporal de lluvias no me ha permitido observar; por lo cual, y en vista del volante de agua, me apresuro à devolver los adjuntos documentos à manos de V.E.

Dios. que. à V.E. m.º ans.

Madrid 8 de Marzo de 1904.

Ant.º Vela

Excmo. Sr. Director del Observatorio de Madrid.

## Genatorial de Grubb.

Abertura del objetivo . . . . . 206 mm.

Distancia focal . . . . . 3<sup>m</sup> 10

El micrometro que acompaña al antejo tiene dos hilos móviles, con tornillos independientes, designados con las letras D, I, escritas junto a las caberas de sus respectivos tambores.

Tiene cuatro oculares, cuyos aumentos, determinados con el diámetro de Ramsden son:

92, 112, 150 y 266. - Cuad.º II. pag. 6 y 7.

Para determinar el valor de cada revolución, y el valor medio de la misma, en ambos tornillos, se ha observado la polar en la proximidad del meridiano, de revolución en revolución, en una rotación de 15 r.º a cada lado del cero. Cuad.º II. pag. 8 y siguientes.

El signo +, afecto a las revoluciones, significa que estas corresponden a la parte del campo, situada con respecto al cero, del mismo lado que la cabera del tambor correspondiente; el signo - corresponde a las situadas al otro lado del cero, respecto del tambor.

En las hojas I y II constan las distancias en tiempo, directamente observadas, desde la posición 0 de cada hilo a las diversas revoluciones positivas y negativas, y los promedios de estos tiempos, correspondientes a lo observado.

La reducción a genatoriales de los intervalos observados figura en

2  
la hoja III, y se ha efectuado por la fórmula  $i = I \cos \delta : k$ , transformación para usarla en la práctica, con la ayuda de una sencilla tabla, de este otro:  $\text{sen } i = \text{sen } I \cos \delta$ , en que  $I$  representa el intervalo observado en tiempo,  $i$  el ecuatorial y  $\delta$  la declinación de la estrella.

Por diferencias sucesivas se ha obtenido el valor particular de cada revolución, que figura en las mismas hojas I y II, en cuyo renglón final consta el valor medio de la revolución, el de la revolución positiva y el de la revolución negativa.

La impresión que me ha producido este primer estudio es que los tornillos son excelentes: no me llaman la atención las pequeñas diferencias entre revoluciones consecutivas, atendiendo a que en todo este invierno hemos tenido muy pocas noches buenas de observación, y a que la polar apareció casi siempre desaheda y saltarina. Seguramente aquellas diferencias se suavizarán en observaciones sucesivas.

El valor medio de la revolución es el mismo para ambos tornillos; siendo de notar que, dividido el campo en dos partes simétricas por un hilo horario, colocado en cero, ambos tornillos acusan un valor mayor para la revolución en una de las mitades del campo, y un valor menor en la otra, puesto que las revoluciones positivas de un tornillo y las negativas del otro corresponden a una misma porción del campo del anteojo.

Esto induce a sospechar que no es precisamente a los tornillos a los que debe adscribirse la diferencia del valor de la revolución en diversas partes del campo, circunstancia que tendría ocasiones de probar en claro.

### Constantes de la ecuatorial

Siguiendo la notación empleada por M. Bigourdan en su Memoria, designaremos las constantes del instrumento por

$$I', I, \zeta, \eta, \gamma, \beta, b \text{ y } c,$$

y, para la corrección total de las ascensiones rectas y declinaciones observadas, utilizaremos las mismas fórmulas, que dicho autor deduce, teniendo en cuenta la influencia que cada una de dichas constantes ejerce sobre los datos de observación, á saber:

$$dAd = I - \beta \cos h + (\eta \cos h - \zeta \sin h + b) \operatorname{tg} D + (c + \gamma \cos \varphi \sin h) \operatorname{sec} D \quad (1)$$

$$dAi = I + \beta \cos h + (\eta \cos h - \zeta \sin h - b) \operatorname{tg} D - (c - \gamma \cos \varphi \sin h) \operatorname{sec} D \quad (2)$$

$$dD_d = I' + \eta \sin h + \zeta \cos h - \gamma \cos \varphi \sin D \cos h + \gamma \sin \varphi \sin D \quad (3)$$

$$dD_i = -I' + \eta \sin h + \zeta \cos h - \gamma \cos \varphi \sin D \cos h + \gamma \sin \varphi \cos D \quad (4)$$

$I'$  es la declinación del punto enfocado cuando el círculo marca 0, ó sea el error de índice del círculo de declinación;  $I$  el error de índice del círculo horario, ó el horario del punto enfocado, cuando el círculo horario marca cero, cambiado de signo;  $\zeta$  es la proyección de la distancia de los polos  $P'$  y  $P$ , instrumental y celeste, sobre el meridiano; positivo cuando  $P'$  cae entre el polo y el trópic. N.;  $\eta$  la proyección de la misma distancia sobre el horario de  $6^h$  positivo si  $P'$  está al E. de  $P$ ;  $\gamma$  representa la flexión del tubo;  $\beta$  la del eje de declinación;  $b$  el error de perpendicularidad entre el eje horario y el de declinación, designando por  $90 - b$  el ángulo del eje horario, prolongado hacia el polo, con la parte del eje de declinación que va del contrapeso al anteojo; y  $c$  el error de perpendicularidad

entre el eje óptico y el de declinación, designando por  $90^\circ + \epsilon$  el ángulo del eje óptico, yendo del ocular al objetivo, con la parte del eje de declinación que va del contrapeso al anteojo.

En las fórmulas,  $A$  y  $D$  representan las coordenadas aparentes del astro;  $A_d, A_i, D_d$  y  $D_i$ , la ascensión recta y la declinación instrumental en las posiciones respectivas directa e inversa del instrumento;  $dA_d, dA_i, dD_d$  y  $dD_i$  las cantidades que es preciso agregar a las coordenadas instrumentales para obtener las del Almagesto.

En nuestra cenatorial de Grubb llamaremos posición directa a la que corresponde al Contrapeso al l., e inversa cuando el contrapeso esté al O. del anteojo.

#### Determinación de $I'$

Observando una estrella en la proximidad del meridiano, en ambas posiciones del anteojo, las identidades

$$D = D_d + dD_d \quad , \quad D = D_i + dD_i \quad \text{nos dan, teniendo en cuenta}$$

$$\text{las fórmulas (2) y (4)} \quad \dots \quad I' = \frac{D_i - D_d}{2}$$

Las hojas (a) y (b) contienen respectivamente 9 y 10 observaciones de estrellas de distinta declinación, en ambas posiciones del anteojo; sus diferencias y semidiferencias, así sean los valores de  $I'$  (cambiados de signo). Los promedios obtenidos para el verdadero valor de  $I'$  son respectivamente  $\dots -18''.2$  y  $-15''.0$ , insignificantes si se tiene en cuenta la graduación del círculo, en que muy difícilmente se aprecia el medio minuto. El valor de  $I'$  se añadirá con su signo a la declinación en posición directa, y se restará en la inversa.



### Determinación de $\zeta$ y $\gamma$

Con los mismos datos de las hojas a y b se han calculado las constantes  $\zeta$  y  $\gamma$ . Combinando por una vez anteriores identidades, y teniendo siempre en cuenta las fórmulas (3) y (4) se obtiene

$$(a) \quad \zeta + \gamma \tan(\varphi - \delta) = \delta - \frac{\delta d + \delta i}{2}$$

Cada estrella nos dará una ecuación de esta especie, cuya forma se encuentra especificada en las citadas hojas. La resolución de dichas ecuaciones por el método de los mínimos cuadrados conduce a los valores

$$\zeta = \left. \begin{array}{l} + 2''.7 \\ + 11''.6 \end{array} \right\} + 6''.9 \qquad \gamma = \left. \begin{array}{l} + 8''.8 \\ + 9''.3 \end{array} \right\} + 9''.0$$

resultado satisfactorio, puesto que el valor de las constantes es más pequeño que el error posible en una lectura.

Al efectuar las observaciones, el hilo fijo, tomado como hilo de declinación, y colocado en la dirección del movimiento diurno, tenía colimación apreciable; por eso todas las observaciones son dobles, y corresponden a posiciones del micrómetro, distantes  $180^\circ$ , tanto en la posición directa como en la inversa del anteojo. V. cuad.<sup>o</sup> III. pag. 18 y sigtes.

Posteriormente se ha cambiado la posición del hilo fijo, consiguiendo anular casi su colimación; no obstante lo cual, creo conveniente seguir haciendo la observación doble, tanto porque no es posible conseguir la colimación en absoluto, cuanto porque las dos observaciones de una misma estrella servirán siempre para disminuir cualquier error posible, que haya podido

deducirse en las lecturas.

### Determinación de $\eta$ y de I.

De las identidades ...  $A = Ad + dAd$  ..  $A = A_i + dA_i$  se deduce

$$dAd + dA_i = A - \frac{Ad + A_i}{2}$$

o, teniendo en cuenta las fórmulas (1) y (2)

$$(b) \dots I + \eta \operatorname{tg} D = A - \frac{Ad + A_i}{2}$$

fórmula que, aplicada a dos estrellas, dará además de (b)

$$(c) \dots I + \eta \operatorname{tg} D' = A' - \frac{A'd + A'_i}{2} ; \text{ de donde}$$

$$(d) \dots \eta = \frac{A' - A - \left( \frac{A'd + A'_i}{2} - \frac{Ad + A_i}{2} \right)}{\operatorname{tg} D' - \operatorname{tg} D}$$

En cada una de las hojas 1, 2, 3, 4, 5 cuentan los datos de observación de una circumpolar y una ecuatorial, así como las coordenadas de las mismas estrellas, para la fecha de la observación, tomadas del Nautical Almanach; aplicando la fórmula (d) se han obtenido los siguientes valores de  $\eta$ :

+8<sup>s</sup>.673 .. 5,435 .. 6,839 .. 7,341 y 6,607; cuyo promedio es:

$$\eta = 6<sup>s</sup>.979 = +1<sup>m</sup>49<sup>''</sup>.7$$

Este valor de  $\eta$  no me satisface: indica que el polo instrumental tiene un acimut considerable, que puede influir en los valores de las constantes  $b$  y  $c$ , y que es preciso corregir à todo trance; y aun cuando puse especial cuidado en orientar el eje horario, antes de proceder à la determinación de las constantes, este resultado me indica que es preciso repetir la operación

con más celeridad hasta llegar à obtener para  $\eta$  un valor parecido al de 3.  
Conociendo  $\eta$ , las mismas observaciones suministran un  
doble valor de  $I$ , pues segun las fórmulas (b) y (c)

$$I = A - \frac{A_d + A_i}{2} - \eta t \cdot D = A' - \frac{A'_d + A'_i}{2} - \eta t \cdot D' \quad (c)$$

En las mismas cinco hojas se encuentran los valores obtenidos  
para  $I$ , que son:  $+12^{\circ}.72$ ,  $29.77$ ,  $23.69$ ,  $13.28$  y  $12.71$ , cuyo promedio  
 $I = +18^{\circ}.43$ .

El valor de  $I$  es aceptable, pero las diferencias entre los valores  
particulares son excesivas, aun teniendo en cuenta que el número  
del círculo horario aprecia solamente 5 segundos. Indudablemen-  
te la lectura del horario está equivocada en algunas observaciones,  
y el error, en dicha lectura cometido, trasciende íntegro al va-  
lor de  $I$ , como indica la fórmula (c). La lectura con las linter-  
nas de aceite, en posiciones involutas, difíciles à veces, ha podido  
dar origen à equivocaciones; últimamente he conseguido utilizar  
para leer los horarios la lámpara eléctrica, que acompaña al apa-  
rato; con ella se lee mucho mejor, y acaso por esta causa, las hojas  
4, 4 y 5, correspondientes à los últimos días de observación, dan  
para  $I$  valores sensiblemente iguales.

Tambien pueden obedecer estas discrepancias al acaso número de  
vibraciones despejadas que hemos disfrutado este invierno; à veces no se ha po-  
dido determinar la hora en semanas enteras, ha sido preciso seguir el mo-  
vimiento de la cronometría muchos días consecutivos, y se ha podido in-  
currir en error de algunos segundos en la hora, error que para íntegro à las  
cantidades  $A_d$  y  $A_i$ , de que  $I$  depende directamente.

## Determinación de $\beta$ , $b$ y $c$ .

Las identidades  $dAd = A - Ad$  y  $dAi = A - Ai$  dan

$$dAd - dAi = Ai - Ad$$

y observando en la proximidad del meridiano, antes y después de la culminación, para que pueda admitirse que  $\sen h = 0$  y  $\cos h = 1$ , y teniendo en cuenta las fórmulas (1) y (2), esta última igualdad nos da:

$$-2\beta + 2b \operatorname{tg} D + 2c \operatorname{sec} D = Ai - Ad$$

$$-\beta + b \operatorname{tg} D + c \operatorname{sec} D = \frac{Ai - Ad}{2}$$

Tres ecuaciones distintas de esta especie permitirán determinar las constantes  $\beta$ ,  $b$  y  $c$ . Por eso a las estrellas cenatorias y circumpolares de cada una de las 5 hojas antedichas, se ha añadido la observación de una estrella austral, y cada hoja ha dado un sistema de ecuaciones y un sistema de valores para las constantes citadas.

A las 15 ecuaciones de la hoja A, copiadas de las 5 hojas citadas, se les ha aplicado el método de los mínimos cuadrados, resultando las ecuaciones normales de la hoja B, que resultan dan los valores:

$$\beta = +8^{\circ}.950 = 2^{\circ} 14'' 25$$

$$b = -20^{\circ}.075 = -5^{\circ} 1'' 12$$

$$c = -31^{\circ}.938 = -4^{\circ} 59'' 04$$

Todos ellos me parecen excesivos, lo que puede obedecer al valor apreciable de  $\eta$  a que antes hice referencia; las constantes  $b$  y  $c$  las he calculado también por las fórmulas de Chauvenet, y he obtenido los mismos resultados; he pensado en determinar  $\beta$  aisladamente, pero me parece mejor hacerlo cuando consiga una

orientacion más perfecta del eje horario.

Las observaciones que han servido para determinar las constantes  $\eta$ ,  $\zeta$ ,  $\beta$ ,  $\delta$  y  $\epsilon$  constan en el enad.º III, pag.º 25 y siguientes. Todas ellas son dobles, correspondiente las indicaciones  $a$  y  $b$  a posiciones del micrómetro, que difieren en  $180^\circ$ , y que dan resultados sensiblemente iguales, por no tener el hil. horario colimacion apreciable.

Teniendo en cuenta las fórmulas de corrección y los valores obtenidos para las constantes, resulta que las correcciones que deben aplicarse a las declinaciones observadas respectivamente en las posiciones directa e inversa del anteojo, corregidas de refracción, son las siguientes:

$$\left\{ \begin{aligned} dD_d &= -16''.6 + (1^m 49''.7) \operatorname{sen} h + 6''.9 \operatorname{cosh} - 9''.0 \operatorname{csc} \varphi \operatorname{sen} D \operatorname{cosh} + 9''.0 \operatorname{sen} \varphi \operatorname{csc} D \\ dD_i &= +16''.6 + (1^m 49''.7) \operatorname{sen} h + 6''.9 \operatorname{cosh} - 9''.0 \operatorname{csc} \varphi \operatorname{sen} D \operatorname{cosh} + 9''.0 \operatorname{sen} \varphi \operatorname{csc} D \end{aligned} \right\};$$

y las correcciones  $dA_d$  y  $dA_i$  a la ascension recta observada, en ambas posiciones del anteojo serán:

$$\left\{ \begin{aligned} dA_d &= 18^s 43 - 8^s 950 \operatorname{csc} h + (6^s 979 \operatorname{csc} h - 0^s 460 \operatorname{sen} h - 20^s 075) \operatorname{tg} D + (-31.978 + 0^s 600 \operatorname{csc} \varphi \operatorname{sen} h) \operatorname{sec} D \\ dA_i &= 18^s 43 + 8^s 950 \operatorname{csc} h + (6^s 979 \operatorname{csc} h - 0^s 460 \operatorname{sen} h + 20^s 075) \operatorname{tg} D - (-31.978 - 0^s 600 \operatorname{csc} \varphi \operatorname{sen} h) \operatorname{sec} D \end{aligned} \right\}$$

Estas correcciones aplicadas a las coordenadas de algunas de las estrellas observadas me han dado resultados muy poco discrepantes de los datos del Almanaque.



El movimiento de giro del instrumento alrededor del eje horario se verifica con mucha dificultad. Habiendo encargado al instrumentista que engrasara los ajintes, procedió a esta operación, levantando el anteojo, pero no hemos ga-

nado nada; el rozamiento es muy grande y no se me ocurre  
por el momento manera de remediar este inconveniente.

Madrid 1.º de Marzo de 1904.

Ant.º Vela



13

ecuaciones normales, resultantes de las  
15 ecuaciones de la hoja (A).

$$\begin{aligned} 15.000 B - 26.291 b - 40.249 c &= 1949.250 \\ -26.291 B + 223.081 b + 220.975 c &= -11771.723 \\ -40.249 B + 220.975 b + 238.109 c &= -12402.821 \end{aligned}$$

$$B = +8^{\circ} 9' 50'' = +2' 14'' 25$$

$$b = -20^{\circ} 07' 5'' = -5' 1'' 12$$

$$c = -31^{\circ} 9' 28'' = -7' 59'' 07$$

Micrometro de Grubb - Foville D - Intervalos observados - Polar

Fechas		+ 15-0	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Las revoluciones
1903	Oct 30	27 <sup>m</sup> 19 <sup>s</sup>	25 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	23 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup>	21 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup>	19 <sup>m</sup> 59 <sup>s</sup>	18 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup>	16 <sup>m</sup> 24 <sup>s</sup>	14 <sup>m</sup> 33 <sup>s</sup>	12 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup>	10 <sup>m</sup> 52 <sup>s</sup>	9 <sup>m</sup> 4 <sup>s</sup>	7 <sup>m</sup> 15 <sup>s</sup>	5 <sup>m</sup> 27 <sup>s</sup>	3 <sup>m</sup> 36 <sup>s</sup>	1 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup>	Una signa + correa
	31	26 52	25 3	23 17	21 32	19 39	17 53	16 5	14 19	12 28	10 41	8 56	7 9	5 22	3 33	1 46	penden a la parte
PI	Nov 3	26 59	25 14	23 27	21 32	19 26	17 58	16 7	14 14	12 37	10 43	8 55	7 6	5 26	3 34	1 49	del campo, situada
PS	3	27 5	25 16	23 26	21 35	19 44	17 52	16 5	14 14	12 29	10 42	8 54	7 6	5 19	3 33	1 48	con respecto al 0,
	4	26 32	24 48	23 1	21 12	19 29	17 42	15 59	14 6	12 22	10 37	8 50	7 5	5 16	3 32	1 44	del mismo lado
	9	27 27	25 35	23 44	21 52	20 1	18 10	16 19	14 30	12 41	10 52	9 3	7 14	5 25	3 38	1 51	que la cabera
	10	27 23	25 33	23 41	21 49	20 0	18 11	16 24	14 36	12 47	10 57	9 8	7 19	5 28	3 37	1 48	del tambor corrup. <sup>te</sup>
	11	26 56	25 9	23 20	21 33	19 42	17 54	16 7	14 19	12 28	10 41	8 53	7 5	5 21	3 33	1 45	
	12	26 42	24 58	23 9	21 19	19 31	17 45	15 59	14 10	12 25	10 37	8 50	7 6	5 21	3 35	1 47	
	13	27 2	25 11	23 21	21 34	19 47	17 59	16 10	14 23	12 35	10 45	8 56	7 7	5 22	3 36	1 48	
Promedios		27 <sup>m</sup> 2 <sup>s</sup> ,3	25 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup> ,7	23 <sup>m</sup> 24,5	21 <sup>m</sup> 34,7	19 <sup>m</sup> 45,8	17 <sup>m</sup> 57,4	16 <sup>m</sup> 9,3	14 <sup>m</sup> 21,2	12 <sup>m</sup> 33,4	10 <sup>m</sup> 44,7	8 <sup>m</sup> 56,9	7 <sup>m</sup> 9,2	5 <sup>m</sup> 22,7	3 <sup>m</sup> 34,7	1 <sup>m</sup> 47,4	

Valor de cada rev <sup>m</sup>	15-14	14-13	13-12	12-11	11-10	10-9	9-8	8-7	7-6	6-5	5-4	4-3	3-2	2-1	1-0
+	2,267	2,283	2,297	2,280	2,271	2,266	2,267	2,263	2,282	2,264	2,262	2,238	2,270	2,255	2,258
-	2,217	2,219	2,213	2,211	2,193	2,193	2,232	2,233	2,228	2,234	2,292	2,179	2,179	2,230	2,237

Fechas		- 0-1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	- 15
Oct	30	1 <sup>m</sup> 50 <sup>s</sup>	3 <sup>m</sup> 41 <sup>s</sup>	5 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup>	7 <sup>m</sup> 15 <sup>s</sup>	9 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup>	10 <sup>m</sup> 47 <sup>s</sup>	12 <sup>m</sup> 33 <sup>s</sup>	14 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup>	16 <sup>m</sup> 5 <sup>s</sup>	17 <sup>m</sup> 52 <sup>s</sup>	19 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup>	21 <sup>m</sup> 22 <sup>s</sup>	23 <sup>m</sup> 12 <sup>s</sup>	25 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup>	26 <sup>m</sup> 49 <sup>s</sup>
	31	1 45	3 29	5 10	6 59	8 48	10 29	12 13	14 1	15 45	17 31	19 11	20 57	22 42	24 31	26 11
PI	Nov. 3	1 47	3 33	5 21	7 8	8 53	10 40	12 28	14 14	16 0	17 46	19 30	21 17	23 0	24 46	26 30
PS	3	1 45	3 32	5 18	7 5	8 52	10 39	12 24	14 14	16 15	17 55	19 40	21 25	23 12	24 57	26 33
	4	1 44	3 26	5 12	6 56	8 37	10 25	12 8	14 13	16 15	17 39	19 24	21 11	23 0	24 51	26 6
	9	1 47	3 37	5 25	7 10	8 58	10 46	12 35	14 22	16 8	17 58	19 44	21 31	23 17	24 52	26 52
	10	1 47	3 34	5 21	7 7	8 55	10 45	12 35	14 22	16 12	17 56	19 41	21 28	23 14	24 55	26 46
	11	1 48	3 35	5 20	7 8	8 51	10 35	12 20	14 14	16 9	17 54	19 39	21 22	23 10	24 57	26 26
	12	1 45	3 26	5 13	6 59	8 48	10 31	12 17	14 14	16 1	17 43	19 26	21 9	23 0	24 52	26 11
	13	1 46	3 34	5 19	7 8	8 54	10 43	12 28	14 14	16 12	17 58	19 43	21 17	23 2	24 47	26 34
Promedios		1 <sup>m</sup> 46,4	3 <sup>m</sup> 32,7	5 <sup>m</sup> 18,8	7 <sup>m</sup> 5,5	8 <sup>m</sup> 51,6	10 <sup>m</sup> 38,0	12 <sup>m</sup> 24,1	14 <sup>m</sup> 10,5	15 <sup>m</sup> 56,9	17 <sup>m</sup> 41,5	19 <sup>m</sup> 26,2	21 <sup>m</sup> 11,8	22 <sup>m</sup> 57,6	24 <sup>m</sup> 40,7	26 <sup>m</sup> 29,8

Valor medio de la revolucion 2,244 Valor medio de la revolucion positiva... 2,268 Valor medio de la revolucion negativa... 2,219.



Micrómetro de Grubb - Tornillo I. - Intervalos observados. (Polar)

Fechas		+ 15 <sup>o</sup> -0	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	+ 1-0
P.S.	Oct. 29	26 <sup>m</sup> 52 <sup>s</sup>	26 <sup>m</sup> 3 <sup>s</sup>	23 <sup>m</sup> 14 <sup>s</sup>	21 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	19 <sup>m</sup> 40 <sup>s</sup>	17 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup>	16 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup>	14 <sup>m</sup> 22 <sup>s</sup>	12 <sup>m</sup> 34 <sup>s</sup>	10 <sup>m</sup> 45 <sup>m</sup>	8 <sup>m</sup> 57 <sup>s</sup>	7 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup>	5 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup>	3 <sup>m</sup> 35 <sup>s</sup>	1 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup>
P.J.	" 30	26 <sup>m</sup> 54	25-11	23-22	21-35	19-49	17-59	16-16	14-25	12-39	10-54	9-0	7-13	5-29	3-41	1-47
P.I.	Nov. 17	26-21	24-37	22-52	21-7	19-20	17-35	15-51	14-4	12-20	10-34	8-51	7-3	5-18	3-32	1-47
P.S.	" 17	26-34	24-49	23-4	21-19	19-30	17-45	15-57	14-12	12-24	10-39	8-53	7-9	5-21	3-37	1-46
P.I.	" 18	26-31	24-42	22-57	21-12	19-26	17-39	15-52	14-9	12-22	10-37	8-52	7-8	5-20	3-37	1-48
P.J.	" 19	26-26	24-39	22-54	21-8	19-20	17-32	15-46	13-59	12-15	10-33	8-48	7-1	5-17	3-30	1-46
P.I.	" 21	26-20	24-45	22-51	21-6	19-22	17-29	15-56	14-9	12-23	10-37	8-49	7-1	5-15	3-30	1-45
P.S.	" 21	26-44	24-52	23-7	21-18	19-31	17-43	15-57	14-10	12-23	10-37	8-49	6-59	5-19	3-30	1-42
P.I.	" 23	27-2	25-11	23-22	21-33	19-43	17-55	16-4	14-20	12-35	10-43	8-57	7-10	5-22	3-35	1-46
P.S.	" 23	26-20	24-34	22-48	21-5	19-20	17-33	15-49	14-3	12-18	10-31	8-47	7-3	5-15	3-30	1-46
Promedio		26 <sup>m</sup> 36 <sup>s</sup> .4	24-50.3	23-3.1	21-17.3	19-30.1	17-43.3	15-57.8	14-11.3	12-25.3	10-39.0	8-52.3	7-5.8	5-19.1	3-32.9	1-46.1

Valor de cada revol <sup>o</sup>	15-14	14-13	13-12	12-11	11-10	10-9	9-8	8-7	7-6	6-5	5-4	4-3	3-2	2-1	1-0
+	2 <sup>s</sup> .245	2.240	2.213	2.242	2.295	2.211	2.232	2.223	2.230	2.239	2.236	2.240	2.231	2.249	2.229
-	2.266	2.252	2.268	2.276	2.272	2.264	2.280	2.250	2.252	2.266	2.263	2.253	2.229	2.252	2.251

Fechas		-0 <sup>o</sup> -1	-2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	-15 <sup>o</sup> -0
P.S.	Oct. 29	1 <sup>m</sup> 51 <sup>s</sup>	3 <sup>m</sup> 40 <sup>s</sup>	5 <sup>m</sup> 27 <sup>s</sup>	7 <sup>m</sup> 17 <sup>s</sup>	9 <sup>m</sup> 07 <sup>s</sup>	10 <sup>m</sup> 55 <sup>s</sup>	12 <sup>m</sup> 43 <sup>s</sup>	14 <sup>m</sup> 33 <sup>s</sup>	16 <sup>m</sup> 23 <sup>s</sup>	18 <sup>m</sup> 15 <sup>s</sup>	20-63	21 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup>	23-42 <sup>s</sup>	25-32	27 <sup>m</sup> 23
P.I.	" 30	1-47	3-34	5-20	7-13	9-4	10-52	12-41	14-29	16-17	18-7	19-58	21-53	23-40	25-29	27-17
P.I.	Nov. 17	1-45	3-31	5-18	7-5	8-55	10-45	12-29	14-16	16-7	17-52	19-43	21-28	23-19	25-5	26-54
P.S.	" 17	1-44	3-31	5-17	7-2	8-48	10-39	12-30	14-17	16-6	17-55	19-41	21-33	23-22	25-10	26-58
P.I.	" 18	1-47	3-33	5-17	7-6	8-50	10-40	12-29	14-20	16-9	17-58	19-46	21-39	23-28	25-13	27-2
P.S.	" 19	1-45	3-32	5-19	7-5	8-51	10-37	12-26	14-11	16-0	17-49	19-39	21-28	23-18	25-9	26-58
P.I.	" 21	1-46	3-35	5-19	7-5	8-54	10-33	12-31	14-18	16-6	17-55	19-43	21-32	23-21	25-10	26-57
P.S.	" 21	1-46	3-33	5-19	7-4	8-51	10-36	12-21	14-5	15-54	17-38	19-22	21-5	22-51	24-36	26-24
P.I.	" 23	1-46	3-33	5-20	7-5	8-54	10-40	12-26	14-11	15-58	17-43	19-31	21-19	23-3	24-50	26-38
P.S.	" 23	1-45	3-32	5-19	7-6	8-52	10-39	12-24	14-12	16-0	17-49	19-37	21-24	23-15	25-3	26-52
Promedio		1-46.2	3-33.4	5-19.5	7-6.8	8-54.6	10-42.6	12-29.9	14-17.2	16-6.0	17-54.1	19-42.6	21-31.4	23-19.9	25-7.7	26-56.3

Valor medio de la revolución ... 2<sup>s</sup>.245 ... Valor medio de la revolución positiva ... 2<sup>s</sup>.230 ... Valor m. de la revolución negativa ... 2<sup>s</sup>.260

	+15° 0	+14-0	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
L. I	3.21019	3.18004	3.14753	3.11247	3.07401	3.03238	2.98646	2.93510	2.87703	2.80936	2.72989	2.63266	2.50880	2.35183	2.03100
len S	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265
C. l. k	9.99899	9.99913	9.99924	9.99936	9.99947	9.99955	9.99964	9.99972	9.99978	9.99984	9.99989	9.99993	9.99996	9.99998	9.99999
Li	1.53177	1.50482	1.46942	1.43488	1.39613	1.35458	1.30875	1.25747	1.19946	1.13185	1.05243	0.95524	0.83141	0.65446	0.35364
i	34°023	31°258	29°473	27°116	24°896	22°625	20°359	18°092	15°829	13°547	11°283	9°021	6°303	4,513	2,258

	-15° 0	14-0	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
LI	3.20135	3.17124	3.13912	3.10442	3.06677	3.02592	2.98087	2.92967	2.87163	2.80482	2.72558	2.62583	2.50352	2.32777	2.02694
len S	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265	8.22265
Clk	9.99903	9.99916	9.99927	9.99938	9.99948	9.99957	9.99965	9.99972	9.99979	9.99984	9.99989	9.99993	9.99996	9.99998	9.99999
Li	1.52303	1.49315	1.46104	1.42645	1.38890	1.34814	1.30317	1.25204	1.19407	1.12731	1.04812	0.94841	0.82613	0.65040	0.34958
i	33°345	31.128	28°909	26°696	24,485	22,292	20,099	17.867	15.624	13°406	11,172	8,880	6,701	4,471	2,237

Diferencias +	2,263	2,283	2,297	2,280	2,271	2,266	2,267	2,263	2,282	2,264	2,262	2,258	2,270	2,255	2,258
-	2,217	2,219	2,213	2,211	2,199	2,193	2,202	2,203	2,228	2,234	2,292	2,179	2,179	2,230	2,207

Hornillo I

	+15° 0	14-0	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
LI	3.20314	3.17327	3.14085	3.10629	3.06822	3.02666	2.98127	2.92008	2.87203	2.80550	2.72616	2.62921	2.50393	2.32818	2.02572
len S	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234
Clk	9.99903	9.99915	9.99927	9.99937	9.99947	9.99957	9.99965	9.99972	9.99979	9.99984	9.99989	9.99993	9.99997	9.99998	9.99999
Li	1.52451	1.49476	1.46246	1.42800	1.39003	1.34857	1.30326	1.25214	1.19446	1.12768	1.04839	0.95148	0.82624	0.65050	0.34805
i	33°459	31.244	29.004	26.791	24.569	22.314	20.102	17.821	15.648	13.418	11.179	8.943	6.709	4.472	2.229

	-15° 0	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
LI	3.20852	3.17831	3.14610	3.11106	3.07284	3.03104	2.98498	2.93308	2.87500	2.80794	2.72803	2.62022	2.50447	2.32919	2.02612
len S	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234	8.22234
Clk	9.99899	9.99917	9.99925	9.99936	9.99947	9.99955	9.99964	9.99972	9.99979	9.99984	9.99989	9.99993	9.99996	9.99998	9.99999
Li	1.52985	1.49978	1.46769	1.43276	1.39465	1.35299	1.30696	1.25514	1.19713	1.13012	1.05026	0.95249	0.82677	0.65151	0.34845
i	33°873	31.607	29.355	27.087	24.811	22.539	20.275	17.995	15.745	13.493	11.227	8.964	6.711	4.482	2.231



Equatorial de Grubb. Cálculo de las constantes  $I'$ ,  $\bar{z}$  y  $\gamma$ . (Cuaderno 3. pag. 18)

Estrellas	$D_d$	$D_i$	$D_d - D_i$	$I'$	$\frac{1}{2}(D_d + D_i)$	$R$	$\frac{1}{2}(D_d + D_i) - R$	$\delta$	Lecciones	$v$	$v^2$
$\zeta$ Capricor.	- 22° 48' 0.0	- 22° 47' 45.0	- 15.0	- 7.5	- 22° 47' 52.5	1' 46.7	- 22° 49' 39.2	- 22° 47' 36.5	$\bar{z} + 0.84\gamma = + 2.7$		
$\delta$ Capricor.	- 16 - 22 - 15.0	- 16 - 22 - 0.0	- 15.0	- 7.5	- 16 - 32 7.5	1 22.0	- 16 - 33 - 29.5	- 16° 25' 43.8	$\bar{z} + 0.84\gamma = - 1.8$		
$\alpha$ Argus	- 0 - 46 - 45.0	- 0 - 46 - 15.0	- 30.0	- 15.0	- 0 - 46 - 30.0	59.0	- 0 - 47 - 29.3	- 0 - 47 - 3.0	$\bar{z} + 0.66\gamma = + 26.3$		
$\alpha$ Equulei	+ 4 - 51 - 15.0	+ 4 - 51 - 15.0	0.0	0.0	+ 4 - 51 - 15.0	38.8	+ 4 - 50 - 36.2	+ 4 - 51 - 13.8	$\bar{z} + 0.58\gamma = + 37.6$		
$\zeta$ Pegasi	+ 10 - 21 - 0.0	+ 10 - 20 - 45.0	+ 15.0	+ 7.5	+ 10 - 20 - 52.5	31.3	+ 10 - 20 - 21.2	+ 10 - 19 - 57.7	$\bar{z} + 0.50\gamma = - 23.5$		
$\pi^2$ Cygni	+ 48 - 52 - 15.0	+ 48 - 51 - 30.0	+ 45.0	+ 22.5	+ 48 - 51 - 52.5	8.0	+ 48 - 52 - 0.5	+ 48 - 52 - 15.2	$\bar{z} + 0.15\gamma = + 14.7$		
$\zeta$ Cephei	+ 57 - 43 - 45.0	+ 57 - 42 - 45.0	+ 60.0	+ 30.0	+ 57 - 43 - 15.0	15.9	+ 57 - 43 - 30.9	+ 57 - 42 - 1.7	$\bar{z} + 0.27\gamma = + 30.8$		
$\zeta$ Cephei	+ 65 - 42 - 0.0	+ 65 - 41 - 45.0	+ 15.0	+ 7.5	+ 65 - 41 - 52.5	25.7	+ 65 - 42 - 18.2	+ 65 - 42 - 2.2	$\bar{z} + 0.43\gamma = - 16.0$		
(P.I) $v$ Orsa maj.	+ 120 - 26 - 45.0	+ 120 - 25 - 45.0	+ 60.0	+ 30.0	+ 120 - 26 - 15.0	4' 58.8	+ 120 - 31 - 13.8	120 - 30 - 50.7	$\bar{z} + 0.99\gamma = - 25.1$		

$I'$  - Error de índice del círculo de declinación.

$I' = - 15.0$

$\bar{z}$  - Distancia de los polos, proyectada sobre el meridiano.

$\bar{z} = + 2.0$

$\gamma$  - Flexión del tubo.

$\gamma = + 8.8$

lecciones normales

$$\left\{ \begin{array}{l} 9\bar{z} + 1.63\gamma = 35.2 \\ 1.63\bar{z} + 3.78\gamma = 37.0 \end{array} \right.$$

Enatorial de Grubb. - Cálculo de las constantes  $I'$ ,  $\xi$  y  $\gamma$ . (Cuad. 2.º pag. 21)

Estrellas	$D_d$	$D_i$	$D_d - D_i$	$I'$	$\frac{1}{2}(D_d + D_i)$	$R$	$\frac{1}{2}(D_d + D_i) - R$	$\delta$	Enaciones	$v$	$v^2$
$\pi$ Ceti	-14° 14' 37".5	-14° 14' 52".5	+ 15".0	7".5	-14° 14' 45".0	1' 17".9	-14° 16' 2".9	-14° 16' 0".3	$\xi + 0.816\gamma = +2".6$		
$\delta$ Ceti	0 - 4' 15.0	0 - 4' 52.5	+ 37.5	18.7	0 - 4' 33.7	47.3	0 - 5' 21.0	0 - 5' 11.9	$\xi + 0.649\gamma = +9".1$		
$\zeta^2$ Ceti	8 - 2' 15.0	8 - 1' 52.5	+ 22.5	11.3	8 - 2' 3.8	35.1	8 - 1' 28.7	8 - 1' 45.9	$\xi + 0.596\gamma = +17.2$		
$f$ Fouri	12 - 36' 22.5	12 - 35' 52.5	+ 30.0	15.0	12 - 36' 7.5	28".8	12 - 35' 38.7	12 - 36' 24.7	$\xi + 0.466\gamma = +46.0$		
$\alpha$ Bootis	19 - 41' 26.2	19 - 40' 52.5	+ 33.7	16.8	19 - 41' 9.3	20".5	19 - 40' 48.8	19 - 41' 3.7	$\xi + 0.354\gamma = +14.9$		
2 Camelop.	59 - 36' 7.5	59 - 35' 52.5	+ 15.0	7.5	59 - 36' 0.0	18.1	59 - 36' 48.4	59 - 36' 9.0	$\xi - 0.329\gamma = -9.1$		
$\epsilon$ Cassiop.	63 - 11' 37.5	63 - 10' 37.5	+ 60.0	20.0	63 - 11' 7.5	23.5	63 - 11' 31.0	63 - 11' 57.2	$\xi - 0.387\gamma = +26.2$		
50 Cassiop.	71 - 57' 15.0	71 - 56' 22.5	+ 52.5	26.3	71 - 56' 48.8	34.0	71 - 57' 22.8	71 - 57' 30.7	$\xi - 525\gamma = +7.9$		
P.I. $\beta$ Ursa min.	105 - 25' 37.5	105 - 24' 52.5	+ 45.0	22.5	105 - 25' 15.0	1' 56.9	105 - 27' 11.9	105 - 27' 5.1	$\xi - 0.907\gamma = -6.8$		
P.I. $\alpha$ Draconis	115 - 7' 0.0	115 - 6' 7.5	+ 52.5	26.2	115 - 6' 33.7	3' 17".2	115 - 9' 50.9	115 - 9' 56.3	$\xi - 0.965\gamma = +5.4$		

$I'$  - Error de índice del círculo de declinación.

$$I' = -18".2$$

$\xi$  - Distancia de los polos proyectada sobre el meridiano.

$$\xi = +11".6'$$

$\gamma$  - Flexión del tubo.

$$\gamma = +9".3$$

Enaciones normales

$$\left\{ \begin{array}{l} 10\xi - 0.290\gamma = +113.40 \\ -0.290\xi + 4.002\gamma = +33.64 \end{array} \right\}$$

Senatorial de Grubb. Cálculo de  $\eta, I, b, c, \beta$

47 H. Gephin		10 Paris		12 Brindani	
$A_d$	2 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> 45.0	$A'_d$	3 - 22 - 29.00	$A''_d$	3 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup> 27.75
$A_i$	2 47 46.5	$A'_i$	3 - 21 - 4.00	$A''_i$	3 7 11.50
$\frac{A_d + A_i}{2}$	2 52 25.25	$\frac{A'_d + A'_i}{2}$	3 - 21 - 46.50	$\frac{A''_d + A''_i}{2}$	3 - 7 - 49.62
$A$	2 - 53 - 22.77	$A'$	3 - 21 - 59.24	$A''$	3 - 8 - 0.05
$D$	79° 2' 36".5	$D'$	0° 5' 39".4	$D''$	-29° 22' 13".4

$$\eta = \frac{A \cdot A' - \left( \frac{A_d + A_i}{2} - \frac{A'_d + A'_i}{2} \right)}{\text{tg} \cdot D - \text{tg} \cdot D'}$$

$$A \cdot A' = 2316,47 \cdot \frac{A_d + A_i}{2} - \frac{A'_d + A'_i}{2} = -2751,25 \dots \text{Dif} = 44,78 \dots \text{tg} \cdot D = 5,165 \dots \text{tg} \cdot D' = 0,002 \dots \text{Dif}^a = 5,163$$

$$\eta = \frac{44,78}{5,163} = +8,673$$

$$I = A - \frac{A_d + A_i}{2} - \eta \text{tg} \cdot D = A' - \frac{A'_d + A'_i}{2} - \eta \text{tg} \cdot D'$$

$$A - \frac{A_d + A_i}{2} = 57,52 \dots \eta \text{tg} \cdot D = 44,80 \dots \text{Dif}^a = +12,72 \dots A' - \frac{A'_d + A'_i}{2} = 12,74 \dots \eta \text{tg} \cdot D' = 0,02 \dots \text{Dif}^a = +12,72$$

$$I = +12,72$$

$$\left. \begin{aligned} -\beta + b \text{tg} \cdot D + c \text{sec} \cdot D &= \frac{A_i - A_d}{2} \\ -\beta + b \text{tg} \cdot D' + c \text{sec} \cdot D' &= \frac{A'_i - A'_d}{2} \\ -\beta + b \text{tg} \cdot D'' + c \text{sec} \cdot D'' &= \frac{A''_i - A''_d}{2} \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} \beta &= 7,448 = +1^m 51,72 \\ b &= -16,858 = -4^m 12,87 \\ c &= -35,018 = -8^m 45,24 \end{aligned} \right\}$$

$$\left\{ \begin{aligned} -\beta + 5,165 b + 5,261 c &= -27,875 \\ -\beta + 0,002 b + c &= -42,50 \\ -\beta - 0,563 b + 1,147 c &= -28,12 \end{aligned} \right.$$

Observatorio de Grubb... cálculos de  $\eta, I, b, c, y \beta$

$\gamma$ Cephei		$\pm$ Pise.	$\gamma$ Sculpt.		
$A_d$	29 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 34 <sup>s</sup> .25	$A'_d$	29 - 35 - 15.1	$A''_d$	29 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 50 <sup>s</sup> .1
$A_i$	29 - 30 - 31.75	$A'_i$	29 - 39 <sup>m</sup> 45 <sup>s</sup> .6	$A''_i$	29 - 12 - 35.6
$\frac{A_d + A_i}{2}$	29 - 34 - 33.00	$\frac{A'_d + A'_i}{2}$	29 - 34 - 30.35	$\frac{A''_d + A''_i}{2}$	29 - 15 - 12.85
$A$	29 - 35 - 26.50	$A'$	29 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> .60	$A''$	29 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 37 <sup>s</sup> .73
$D$	77° 6' 7".2	$D'$	5° 6' 24".1	$D''$	- 39° 3' 27".5

$$\eta = \frac{A - A' - \left( \frac{A_d + A_i}{2} - \frac{A'_d + A'_i}{2} \right)}{\text{tg. } D - \text{tg. } D'}$$

$A - A' = 25^s.90$  ..  $\frac{A_d + A_i}{2} - \frac{A'_d + A'_i}{2} = 2^s.65$  ..  $\text{Dif}^a = + 23^s.25$  ..  $\text{tg. } D = 4.367$  ..  $\text{tg. } D' = 0.089$  ..  $\text{Dif}^a = 4.278$

$$\eta = \frac{23^s.25}{4.278} = + 5^s.435$$

$$I = A - \frac{A_d + A_i}{2} - \eta \text{tg. } D = A' - \frac{A'_d + A'_i}{2} - \eta \text{tg. } D'$$

$A - \frac{A_d + A_i}{2} = 53^s.50$  ..  $\eta \text{tg. } D = 29^s.733$  ..  $\text{Dif}^a = 29^s.767$  ..  $A' - \frac{A'_d + A'_i}{2} = 30^s.25$  ..  $\eta \text{tg. } D' = 0.484$  ..  $\text{Dif}^a = 29.766$

$$I = + 29^s.77$$

$$\left. \begin{aligned} -\beta + b \text{tg. } D + c \text{sec. } D &= \frac{A_i - A_d}{2} \\ -\beta + b \text{tg. } D' + c \text{sec. } D' &= \frac{A'_i - A'_d}{2} \\ -\beta + b \text{tg. } D'' + c \text{sec. } D'' &= \frac{A''_i - A''_d}{2} \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} \beta &= 9^s.435 = + 2^m 21^s.52 \\ b &= -18^s.677 = - 4^m 40^s.15 \\ c &= -33.677 = - 8^m 25^s.15 \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} -\beta + 4.367b + 4.480c &= -241^s.25 \\ -\beta + 0.089b + 1.004c &= -44.75 \\ -\beta - 0.651b + 1.193c &= -37.25 \end{aligned} \right\}$$

Matrerial de Grubb. balculo de  $\eta, I, b, c, \beta$ .

$r$ Lephe		12 lets		a Pin. Ant.	
$A_d$	22 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 24 <sup>s</sup> 25	$A'_d$	0 - 25 - 24.00	$A''_d$	22 - 52 - 28.00
$A_i$	22 - 30 - 21.75	$A'_i$	0 - 24 - 6.50	$A''_i$	22 - 51 - 22.25
$\frac{A_d + A_i}{2}$	22 - 34 - 22.00	$\frac{A'_d + A'_i}{2}$	0 - 24 - 45.25	$\frac{A''_d + A''_i}{2}$	22 - 52 - 0.12
$A$	23 - 25 - 26.50	$A'$	0 - 25 - 8.45	$A''$	22 - 52 - 19.98
$D$	77° 06' 7".2	$D'$	-4° 29' 18".6	$D''$	-30° 8' 0".0

$$\eta = \frac{A - A' - \left( \frac{A_d + A_i}{2} - \frac{A'_d + A'_i}{2} \right)}{\text{tg. } D - \text{tg. } D'}$$

$$A - A' = -49^m 41^s 65'' \quad \frac{A_d + A_i}{2} - \frac{A'_d + A'_i}{2} = -50^m 12^s 25'' \quad \text{Dif.}^\circ = +20^s 40'' \quad \text{tg. } D = 4.367 \quad \text{tg. } D' = -0.078 \quad \text{Dif.}^\circ = 4.445$$

$$\eta = \frac{30,40}{4,445} = +6^s 839$$

$$I = A - \frac{A_d + A_i}{2} - \eta \text{tg. } D = A' - \frac{A'_d + A'_i}{2} - \eta \text{tg. } D' =$$

$$A - \frac{A_d + A_i}{2} = 53^s 50'' \quad \eta \text{tg. } D = 29^s 866'' \quad \text{Dif.} = +23.63'' \quad A' - \frac{A'_d + A'_i}{2} = 23^s 20'' \quad \eta \text{tg. } D' = -0.54'' \quad \text{Dif.}^\circ = 23.74''$$

$$I = +23^s 69''$$

$$\left. \begin{aligned} -\beta + b \text{tg. } D + c \text{sec. } D &= \frac{A_d - A'_d}{2} \\ -\beta + b \text{tg. } D' + c \text{sec. } D' &= \frac{A_i - A'_i}{2} \\ -\beta + b \text{tg. } D'' + c \text{sec. } D'' &= \frac{A''_d - A''_i}{2} \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} \beta &= +23.607 = +39'' 1 \\ b &= -16.365 = -2^s 05^s 5 \\ c &= -37.316 = -9^s 19'' 7 \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} -\beta + 4.367b + 4.460c &= -241.25 \\ -\beta - 0.078b + 1.009c &= -38.75 \\ -\beta - 0.580b + 1.156c &= -37.88 \end{aligned} \right\}$$



Exenatorial de Grubb - Cálculo de  $\eta, I, b, c, \gamma$

43 Lepus		32 Ceti		v Ceti	
$A_d$	1 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup> 22 <sup>s</sup> .20	$A'_d$	2 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 52 <sup>s</sup> .70	$A''_d$	1 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> 38 <sup>s</sup> .2
$A_i$	0 42 51.70	$A'_i$	2 21 47.95	$A''_i$	1 54 20.7
$\frac{A_d+A_i}{2}$	0 54 6.95	$\frac{A'_d+A'_i}{2}$	2 22 20.82	$\frac{A''_d+A''_i}{2}$	1 54 59.95
$A$	0 55 49.99	$A'$	2 23 41.11	$A''$	1 55 29.50
$D$	85° 44' 44.5	$D'$	80 1' 45.8	$D''$	-21° 32' 42.5

$$\eta = \frac{A - A' - \left( \frac{A_d + A_i}{2} - \frac{A'_d + A'_i}{2} \right)}{\lg D - \lg D'}$$

$$A - A' = -1^m 27^s 14.82 \dots \frac{A_d + A_i}{2} - \frac{A'_d + A'_i}{2} = -1.28.13.87 \dots \text{Dif}^a = +59.75 \dots \lg D = 13.443 \quad \lg D' = 0.141 \quad \text{Dif}^a = 13.302$$

$$\eta = \frac{59.75}{13.302} = +4.51.92 = +1^m 7.4$$

$$A - \frac{A_d + A_i}{2} - \eta \lg D = A' - \frac{A'_d + A'_i}{2} - \eta \lg D'$$

$$A - \frac{A_d + A_i}{2} = +1^m 43.04 \dots \eta \lg D = 60.38 \dots \text{Dif}^a = +42.66 \dots A' - \frac{A'_d + A'_i}{2} = +43.29 \dots \eta \lg D' = 0.63 \dots \text{Dif}^a = +42.66$$

$$I = +42.66$$

$$\left. \begin{aligned} -\beta + b \lg D + c \sec D &= \frac{A_i - A_d}{2} \text{ in} \\ -\beta + b \lg D' + c \sec D' &= \frac{A'_i - A'_d}{2} \text{ ec} \\ -\beta + b \lg D'' + c \sec D'' &= \frac{A''_i - A''_d}{2} \text{ au.} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \beta &= +8^s 8.98 \\ b &= -30^s 12.0 \\ c &= -19^s 5.38 \end{aligned} \quad \left\{ \begin{aligned} -\beta + 13.443b + 13.451c &= -675^s 25 \\ -\beta + 0.141b + 6.060c &= -32.88 \\ -\beta - 0.395b + 1.075c &= -39.25 \end{aligned} \right.$$

11 Observatorio de Grubbi. - Calculo de  $\eta, I, b, c, \gamma, \beta$

750 Gr.			3 <sup>2</sup> Ceti			I <sup>2</sup> Lindani		
$A_d$	4 <sup>h</sup>	15 - 30.00	$A'_d$	2	20. 30.50	$A''_d$	2	47 - 0.75
$A_i$	3	54 - 2.00	$A'_i$	2	22 - 8.25	$A''_i$	2	45 - 58.00
$\frac{A_d + A_i}{2}$	4	4 - 46.50	$\frac{A'_d + A'_i}{2}$	2	22 - 49.37	$\frac{A''_d + A''_i}{2}$	2	46 - 29.37
$A$	4 <sup>h</sup>	6 - 29.15	$A'$	2	23 3.69	$A''$	2	46 41.38
$D$	85°	18' 15".2	$D'$	80	1' 42".3	$D''$	-21°	24' 15".3

$$\eta = \frac{A - A' - \left( \frac{A_d + A_i}{2} - \frac{A'_d + A'_i}{2} \right)}{t_f \cdot D - t_f \cdot D'}$$

$$A - A' = 6205^s 46 \quad \frac{A_d + A_i}{2} - \frac{A'_d + A'_i}{2} = 6117^s 19 \quad \text{Dif}^a = 88^s 33 \quad t_f \cdot D = 12.174 \quad t_f \cdot D' = 0.141 \quad \text{Dif}^a = 12.033$$

$$\eta = \frac{88^s 33}{12.033} = 7^s 34.1$$

$$I = A - \frac{A_d + A_i}{2} - \eta t_f \cdot D = A' - \frac{A'_d + A'_i}{2} - \eta t_f \cdot D'$$

$$A - \frac{A_d + A_i}{2} = 102^s 65 \quad \eta t_f \cdot D = 89.366 \quad \text{Dif}^a = 13^s 284 \quad A' - \frac{A'_d + A'_i}{2} = 14^s 32 \quad \eta t_f \cdot D' = 1.035 \quad \text{Dif}^a = 13^s 285$$

$$I = 13^s 28$$

$$- \beta + b t_f D + c t_f c D = \frac{A_i - A_d}{2}$$

$$- \beta + b t_f D' + c t_f c D' = \frac{A'_i - A'_d}{2}$$

$$- \beta + b t_f D'' + c t_f c D'' = \frac{A''_i - A''_d}{2}$$

$$\beta = +7^s 515$$

$$b = -21^s 922$$

$$c = -30^s 215$$

$$\left\{ \begin{aligned} - \beta + 12.174b + 12.216c &= -643^s 50 \\ - \beta + 0.141b + 0.010c &= -41.125 \\ - \beta - 0.3926b + 1.074c &= -31.375 \end{aligned} \right.$$

Leñatorial de Grubb - cálculo de  $\eta, I, b, c, p$ .

5 H. Camp.		10 Haini		12 Indani	
$A_d$	3 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup> .25	$A'_d$	3 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 24 <sup>s</sup> .50	$A''_d$	3 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup> 19 <sup>s</sup> .50
$A_i$	3 - 36 - 59.00	$A'_i$	3 - 31 - 8.50	$A''_i$	3 - 7 - 20.25
$\frac{A_d + A_i}{2}$	3 - 39 - 44.12	$\frac{A'_d + A'_i}{2}$	3 - 31 - 46.50	$\frac{A''_d + A''_i}{2}$	3 - 7 - 19.87
$A$	3 - 40 - 16.06	$A'$	3 - 31 - 59.22	$A''$	3 - 8 - 0.05
$D$	71° 2' 21".3	$D'$	0° 5' 39".2	$D''$	-29° 22' 13".8

$$\eta = \frac{A - A' \cdot \left( \frac{A_d + A_i}{2} - \frac{A'_d + A'_i}{2} \right)}{t_f \cdot D - t_f \cdot D'}$$

$$A - A' = 496.84 \quad \frac{A_d + A_i}{2} - \frac{A'_d + A'_i}{2} = 477.62 \quad Dif^a = +19.22 \quad t_f \cdot D = 2.911 \quad t_f \cdot D' = 0.002 \quad Dif^a = 2.909$$

$$\eta = \frac{19.22}{2.909} = 6.607$$

$$I = A - \frac{A_d + A_i}{2} - \eta t_f \cdot D = A' - \frac{A'_d + A'_i}{2} - \eta t_f \cdot D'$$

$$A - \frac{A_d + A_i}{2} = 31.74 \quad \eta t_f \cdot D = 19.23 \quad Dif^a = 12.71 \quad A' - \frac{A'_d + A'_i}{2} = 12.72 \quad \eta t_f \cdot D' = 0.01 \quad Dif^a = 12.71$$

$$I = 12.71$$

$$-B + b t_f \cdot D + c t_f \cdot D = \frac{A_i - A_d}{2}$$

$$-B + b t_f \cdot D' + c t_f \cdot D' = \frac{A'_d - A'_i}{2}$$

$$-B + b t_f \cdot D'' + c t_f \cdot D'' = \frac{A''_i - A''_d}{2}$$

$$\left. \begin{aligned} b &= +8.326 \\ b &= -22.537 \\ c &= 29.628 \end{aligned} \right\}$$

$$\left\{ \begin{aligned} -B + 2.911b + 3.078c &= -165.125 \\ -B + 0.002b + c &= -98.000 \\ -B - 0.563b + 1.147c &= -29.625 \end{aligned} \right.$$

Determinación de las constantes  $\beta$ ,  $b$  y  $c$  por el método de los mínimos cuadrados.

Ecuciones de condición	Normal en $\beta$	Normal en $b$	Normal en $c$
$-\beta + 5.165b + 5.261c + 278.750 = 0$	$\beta - 5.165b - 5.261c - 278.750 = 0$	$-5.165\beta + 26.677b + 27.173c + 1439.743 = 0$	$-5.261\beta + 27.173b + 27.678c + 1466.503 = 0$
$-\beta + 0.002b + 1.000c + 42.500 = 0$	$\beta - 0.002b - 1.000c - 42.500 = 0$	$-0.002\beta + 0.000b + 0.002c + 0.085 = 0$	$-1.000\beta + 0.002b + 1.000c + 42.500 = 0$
$-\beta - 0.563b + 1.147c + 38.120 = 0$	$\beta + 0.563b - 1.147c - 38.120 = 0$	$+0.563\beta + 0.317b - 0.646c - 21.462 = 0$	$-1.147\beta - 0.646b + 1.016c + 42.724 = 0$
$-\beta + 4.367b + 4.480c + 241.250 = 0$	$\beta - 4.367b - 4.480c - 241.250 = 0$	$-4.367\beta + 19.071b + 19.564c + 1053.535 = 0$	$-4.480\beta + 19.564b + 20.074c + 1080.800 = 0$
$-\beta + 0.089b + 1.004c + 44.750 = 0$	$\beta - 0.089b - 1.004c - 44.750 = 0$	$-0.089\beta + 0.008b + 0.089c + 3.983 = 0$	$-1.004\beta + 0.089b + 1.008c + 44.929 = 0$
$-\beta - 0.651b + 1.193c + 37.250 = 0$	$\beta + 0.651b - 1.193c - 37.250 = 0$	$+0.651\beta + 0.424b - 0.777c - 24.250 = 0$	$-1.193\beta - 0.777b + 1.423c + 44.439 = 0$
$-\beta + 4.367b + 4.480c + 241.250 = 0$	$\beta - 4.367b - 4.480c - 241.250 = 0$	$-4.367\beta + 19.071b + 19.564c + 1053.535 = 0$	$-4.480\beta + 19.564b + 20.074c + 1080.800 = 0$
$-\beta - 0.078b + 1.003c + 38.750 = 0$	$\beta + 0.078b - 1.003c - 38.750 = 0$	$+0.078\beta + 0.006b - 0.078c - 3.022 = 0$	$-1.003\beta - 0.078b + 1.006c + 38.866 = 0$
$-\beta - 0.580b + 1.156c + 37.880 = 0$	$\beta + 0.580b - 1.156c - 37.880 = 0$	$+0.580\beta + 0.336b - 0.670c - 21.970 = 0$	$-1.156\beta - 0.670b + 1.016c + 40.789 = 0$
$-\beta + 12.174b + 12.216c + 649.500 = 0$	$\beta - 12.174b - 12.216c - 649.500 = 0$	$-12.174\beta + 148.206b + 148.717c + 7833.921 = 0$	$-12.216\beta + 148.717b + 149.291c + 7851.004 = 0$
$-\beta + 0.141b + 1.010c + 41.125 = 0$	$\beta - 0.141b - 1.010c - 41.125 = 0$	$-0.141\beta + 0.020b + 0.142c + 5.799 = 0$	$-1.010\beta + 0.142b + 1.020c + 41.536 = 0$
$-\beta - 0.392b + 1.074c + 31.375 = 0$	$\beta + 0.392b - 1.074c - 31.375 = 0$	$+0.392\beta + 0.154b - 0.421c - 12.299 = 0$	$-1.074\beta - 0.421b + 1.150c + 33.697 = 0$
$-\beta + 2.911b + 3.078c + 165.125 = 0$	$\beta - 2.911b - 3.078c - 165.125 = 0$	$-2.911\beta + 8.474b + 8.960c + 480.678 = 0$	$-3.078\beta + 8.960b + 9.474c + 508.254 = 0$
$-\beta + 0.002b + 1.000c + 38.000 = 0$	$\beta - 0.002b - 1.000c - 38.000 = 0$	$-0.002\beta + 0.000b + 0.002c + 0.076 = 0$	$-1.000\beta + 0.002b + 1.000c + 38.000 = 0$
$-\beta - 0.563b + 1.147c + 29.625 = 0$	$\beta + 0.563b - 1.147c - 29.625 = 0$	$+0.563\beta + 0.317b - 0.646c - 16.679 = 0$	$-1.147\beta - 0.646b + 1.016c + 33.980 = 0$