

Universidad Complutense - Facultad de Ciencias
Matemáticas - Madrid

SEMINARIO DE ASTRONOMIA Y GEODESIA
(Coordinado con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas,
Departamento de Mecánica y Astronomía)

Publicación núm. 102

DETERMINACION DE LA LONGITUD
POR EL METODO DE MAYER

Programas de Cálculo Automático

por

M. J. SEVILLA y A. NUÑEZ



PUBLICADO EN EL «BOLETÍN DE INFORMACIÓN» NÚM. 42
DEL SERVICIO GEOGRÁFICO DEL EJÉRCITO

M A D R I D
1 9 7 9

DETERMINACION DE LA LONGITUD POR EL METODO DE MAYER

PROGRAMAS DE CALCULO AUTOMATICO

Por

M. J. SEVILLA y A. NUÑEZ

(Cátedra de Astronomía y Geodesia.
Facultad de Ciencias Matemáticas.
Universidad Complutense. Madrid)

Abstract: The method of Mayer (Transit Times) for the determination of longitude is studied, analysing automatic preparation of observing list and reduction of observations. Corresponding calculus programs and one example calculated are included.

Resumen: Se estudia el método de Mayer (pasos meridianos) para la determinación de la longitud, analizando la preparación automática de listas puntero y la reducción de las observaciones. Se acompañan los correspondientes programas de cálculo y un ejemplo calculado.

1. PRINCIPIO DEL METODO. GENERALIDADES.

Se define la *longitud astronómica* de un lugar P como el ángulo Λ que forman el plano meridiano astronómico de P con un plano meridiano astronómico tomado como origen (meridiano de Greenwich), se mide de 0° a 360° o de 0^h a 24^h positiva hacia el Este en el plano del Ecuador.

Se define el *ángulo horario* de un astro S como el ángulo H que forman el plano meridiano astronómico (círculo horario) de S con el plano meridiano astronómico del lugar de observación, se mide de 0° a 360° o de 0^h a 24^h positivo hacia el Oeste en el plano del Ecuador.

Se define el *tiempo sidéreo aparente local* como el ángulo horario θ del equinoccio vernal verdadero γ referido al meridiano astronómico del lugar de observación.

Se define la *ascensión recta aparente* de un astro S como el ángulo α que forman el círculo horario (meridiano astronómico) de S con el círculo horario (meridiano astronómico) del equinoccio vernal aparente γ , se mide desde γ de 0° a 360° o de 0^h a 24^h positivo hacia el Este.

Según estas definiciones se verifica:

$$\theta = \alpha + H \quad [1]$$

Se tiene, además, que la longitud astronómica de un lugar P es la diferencia entre la hora sidérea aparente local en P y la hora sidérea en Greenwich para un mismo instante.

$$\Lambda = \theta - \theta_G$$

de donde

$$\theta = \theta_G + \Lambda$$

de manera que si se supone θ_G perfectamente conocida,

$$d\theta = d\Lambda \quad [2]$$

Por consiguiente, un error en la longitud del lugar produce un error en la hora sidérea local de cualquier fenómeno astronómico observado y vice-versa.

En el instante del paso de una estrella por el meridiano del lugar, el ángulo horario se anula

$$H = 0$$

y, por tanto [1], queda

$$\alpha = \theta = \theta_G + \Lambda \quad [3]$$

Si Λ no se conoce con exactitud, entonces la hora sidérea determinada, T, no coincidirá con α ,

$$T = \theta_G + \Lambda_o \neq \alpha \quad [4]$$

siendo Λ_0 un valor aproximado de Λ . Lo que dicho de otra manera puede interpretarse como que el reloj que nos da la hora sidérea local adolece de un cierto error, ΔT , equivalente al error $\Delta\Lambda$ en la longitud supuesta, pues

$$T + \Delta T = \alpha = \theta_G + \Lambda_0 + \Delta T = \theta_G + \Lambda_0 + \Delta\Lambda \quad [5]$$

El propósito del método consiste en determinar con la mayor exactitud posible la hora sidérea θ en el lugar cuya longitud astronómica se quiere determinar, para lo cual será preciso conocer previamente un cierto valor aproximado Λ_0 de dicha longitud. Si éste no es el caso se efectuará una determinación de Λ_0 mediante algún método de segundo orden.

La hora sidérea, tomada directa o indirectamente de nuestro reloj o cronógrafo, según lo indicado anteriormente, no coincidirá con la hora sidérea local $\theta = \alpha$, lo que es equivalente a decir que el reloj tiene un cierto estado que llamaremos ΔE .

Luego

$$\theta = T + \Delta E$$

Por lo general se conoce un cierto valor del estado del reloj, sea este ΔE_0 ; se tendrá, pues:

$$\Delta E = \Delta E_0 + \Delta e$$

entonces,

$$\theta = T + \Delta E_0 + \Delta e \quad [6]$$

siendo Δe el residual del estado del reloj.

Sustituyendo [6] en la ecuación [3] se tiene que:

$$\Lambda = T + \Delta E_0 + \Delta e - \theta_G \quad [7]$$

y, como $T + \Delta E_0 - \theta_G$ no es otra cosa que Λ_0 , se obtiene finalmente,

$$\Lambda = \Lambda_0 + \Delta e \quad [8]$$

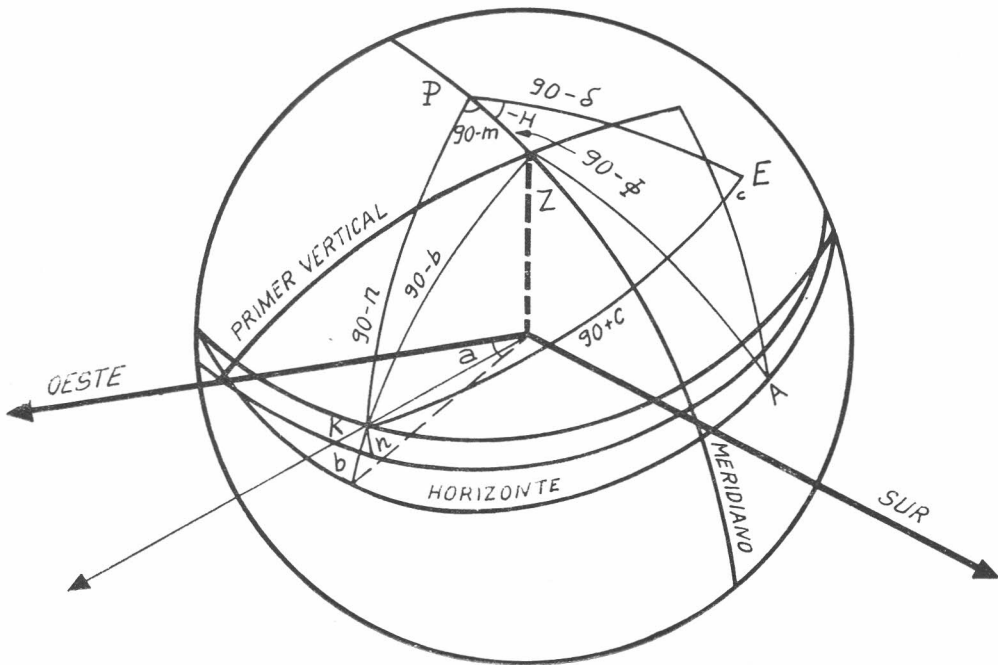
El método de Mayer se basa en la determinación del estado residual del reloj Δe , que es lo mismo que el incremento de longitud expresado en unidades de tiempo $\Delta\Lambda$ que debe añadirse a la longitud provisional Λ_0 .

Se procederá, pues, a la observación de pasos de estrellas por el meridiano del lugar de observación y a determinar con la mayor precisión posible los tiempos correspondientes a dichos pasos.

2. CORRECCIONES INSTRUMENTALES. CONDICIONES IDEALES DE OBSERVACION. FORMULA DE MAYER.

Según las ideas generales esbozadas en el apartado anterior, las estrellas han de ser observadas en sus pasos por el meridiano del lugar de observación, o lo que es lo mismo, el eje de colimación del instrumento ha de describir el meridiano del lugar al girar en altura el antejo. Ahora bien, en la práctica esto no va a ser posible, como tampoco la perfecta verticalidad del eje principal ni su ortogonalidad con el eje de muñones. Esto nos dice que la estrella no será observada en el instante de paso por el meridiano, sino antes o después del paso ideal.

Consideremos la esfera celeste centrada en el lugar de observación, y sobre ella el punto K, resultante de la intersección de la semirrecta que contiene al eje de muñones hacia el Oeste con la esfera.



Sean $270-a$ y b las coordenadas acimut y altura, respectivamente, del punto K, y sean $90-m$ y n las coordenadas ángulo horario y declinación respectivamente del mismo punto. Consideremos el triángulo esférico PKZ,

donde P es el polo Norte, Z el cenit del lugar de observación y K el punto anterior. Los elementos de dicho triángulo son, como puede verse en la figura,

$$\begin{aligned} \text{PZ} &= 90 - \Phi & \text{Z} &= 90 + a \\ \text{PK} &= 90 - n & \text{P} &= 90 - m \\ \text{ZK} &= 90 - b \end{aligned}$$

siendo Φ la latitud astronómica del lugar de observación, y estando los acimutes contados desde el Norte.

Aplicando al triángulo anterior las dos primeras fórmulas de Bessel, se tiene

$$\text{sen } n = \text{sen } b \text{ sen } \Phi - \text{cos } b \text{ cos } \Phi \text{ sen } a \quad [9]$$

$$\text{cos } n \text{ sen } m = \text{sen } b \text{ cos } \Phi + \text{cos } b \text{ sen } \Phi \text{ sen } a \quad [10]$$

Consideremos una estrella de coordenadas E (α , δ), siendo α la ascensión recta y δ la declinación. El triángulo PKE tiene por elementos:

$$\begin{aligned} \text{PK} &= 90 - n \\ \text{PE} &= 90 - \delta & \text{P} &= 90 - (m + H) \\ \text{KE} &= 90 + c \end{aligned}$$

Teóricamente, el lado KE tendría que ser 90° , pero introduciendo la colimación inherente al instrumento, que designamos por c , será $90 + c$. H es el ángulo horario de la estrella.

La primera fórmula de Bessel, aplicada al triángulo PKE, nos dice:

$$- \text{sen } c = \text{sen } n \text{ sen } \delta + \text{cos } n \text{ cos } \delta \text{ sen } (m + H) \quad [11]$$

Si se supone que la nivelación del instrumento es perfecta, es decir, que el eje de muñones estuviese perfectamente horizontal, y que el instrumento careciese de colimación, tendríamos $b = 0$ y $c = 0$, y las fórmulas [9] y [10] se reducen a:

$$\text{sen } n = - \text{cos } \Phi \text{ sen } a \quad [12]$$

$$\text{cos } n \text{ sen } m = \text{sen } \Phi \text{ sen } a \quad [13]$$

Además de la [11], se sigue:

$$0 = \text{sen } n \text{ sen } \delta + \text{cos } n \text{ cos } \delta \text{ sen } (m + H) \quad [14]$$

Sustituyendo las expresiones [12] y [13] en [14] se obtiene:

$$0 = -\cos \Phi \operatorname{sen} a \operatorname{sen} \delta + \frac{\operatorname{sen} a \operatorname{sen} \Phi}{\operatorname{sen} m} \cos \delta \operatorname{sen} (m + H)$$

equivalente a

$$\operatorname{tag} \delta \operatorname{sen} m = \operatorname{tag} \Phi \operatorname{sen} (m + H) \quad [15]$$

Diferenciando esta última expresión, manteniendo m constante:

$$\frac{d\delta}{\cos^2 \delta} \operatorname{sen} m = \frac{d\Phi}{\cos^2 \Phi} \operatorname{sen} (m + H) + \cos (m + H) \operatorname{tag} \Phi dH \quad [16]$$

Dividiendo miembro a miembro las expresiones [16] y [15], resulta:

$$\frac{d\delta}{\operatorname{sen} \delta \cos \delta} = \frac{d\Phi}{\operatorname{sen} \Phi \cos \Phi} + \operatorname{cotag} (m + H) dH.$$

Despejando, por último, dH queda

$$dH = \frac{2 d\delta}{\operatorname{sen} 2 \delta \operatorname{cotag} (m + H)} - \frac{2 d\Phi}{\operatorname{sen} 2 \Phi \operatorname{cotag} (m + H)} \quad [17]$$

Esta expresión nos permite analizar la influencia que sobre H tienen los errores cometidos en δ y Φ . El error cometido en δ , dado por $d\delta$, será pequeño al tomar las declinaciones de las estrellas de un catálogo. Ahora bien, con la latitud Φ no va a pasar lo mismo, puesto que en algunos casos se va a obtener interpolando de un mapa o bien por un método de segundo orden. El error dH será mínimo cuando $\operatorname{sen} 2\delta$ y $\operatorname{cotag} (m + H)$ sean máximos; puesto que la latitud nos viene fijada *a priori* por el lugar de observación, puede únicamente decirse que los mejores resultados se obtendrán en lugares de latitudes próximas a los 45° . Por otra parte, $\operatorname{sen} 2\delta$ será máximo cuando $\delta = 45^\circ$; interesará, pues, observar estrellas próximas a los 45° de declinación, siendo poco aconsejables aquellas que están próximas al polo, es decir, de declinación grande. Para estudiar el máximo de $\operatorname{cotag} (m + H)$ hagamos primero unas transformaciones elementales:

$$\operatorname{cotag}^2 (m + H) = \frac{1 - \operatorname{sen}^2 (m + H)}{\operatorname{sen}^2 (m + H)} = \frac{1}{\operatorname{sen}^2 (m + H)} - 1.$$

Ahora bien, de la fórmula [15]

$$\operatorname{sen}^2 (m + H) = \frac{\operatorname{tag}^2 \delta \operatorname{sen}^2 m}{\operatorname{tag}^2 \Phi}$$

Luego:

$$\operatorname{cotag}^2 (m + H) = \frac{\operatorname{tag}^2 \Phi}{\operatorname{tag}^2 \delta \operatorname{sen}^2 m} - 1 \quad [18]$$

Para que esta expresión sea máxima ha de ser $\operatorname{sen} m$ mínimo, o lo que es equivalente, $m = 0$ ó $m = 180^\circ$. Esto se traduce en que la observación se ha de realizar en el meridiano del lugar, según afirmábamos en el apartado precedente.

La imposibilidad de observar exactamente en el meridiano obliga a introducir una corrección que se denominará "acimutal", y que va a ser el ángulo que formen los planos: meridiano del lugar y el que contiene al eje de colimación nula y al hilo central del retículo del instrumento. Igualmente se había supuesto que $b = 0$ y $c = 0$; en la práctica estas condiciones tampoco se van a verificar, lo que habrá que tener en cuenta.

La desviación acimutal la designamos por a . Se supone que los valores a , b y c son lo suficientemente pequeños como para poder considerarlos como infinitésimos de primer orden y hacer las simplificaciones oportunas en nuestros desarrollos posteriores. En la práctica, efectivamente, dichos valores son muy pequeños, luego el error cometido en las aproximaciones que realicemos será despreciable. Además, m y n son cantidades del mismo orden de magnitud que a y b . En estas condiciones y recordando las fórmulas [9] y [10] a las que aplicamos estas aproximaciones, resulta:

$$\begin{aligned} n &= b \operatorname{sen} \Phi - a \operatorname{cos} \Phi \\ m &= b \operatorname{cos} \Phi + a \operatorname{sen} \Phi \end{aligned} \quad [19]$$

La fórmula [11] puede expresarse de la forma

$$\begin{aligned} \operatorname{sen} (m + H) &= - \operatorname{tag} n \operatorname{tag} \delta - \operatorname{sen} c \operatorname{sec} n \operatorname{sec} \delta = \\ &= - n \operatorname{tag} \delta - c \operatorname{sec} \delta, \end{aligned}$$

de donde

$$\begin{aligned} m + H &= \operatorname{sen}^{-1} (- n \operatorname{tag} \delta - c \operatorname{sec} \delta) = \\ &= - n \operatorname{tag} \delta - c \operatorname{sec} \delta \end{aligned}$$

Finalmente, despejando H se obtiene:

$$H = -m - n \operatorname{tag} \delta - c \operatorname{sec} \delta$$

Esta fórmula se conoce como *fórmula de Bessel*, y se utiliza para el cálculo de la corrección que es preciso añadir al tiempo sidéreo observado para obtener el tiempo real del tránsito de las estrellas por el meridiano.

El término en c , cuando la observación se realiza en el centro del retículo, o se reduzcan las observaciones al hilo central, puede despreciarse.

Sustituyendo n y m por los valores [19] en esta última ecuación, resulta:

$$H = -b \cos \Phi - a \operatorname{sen} \Phi - (b \operatorname{sen} \Phi - a \cos \Phi) \operatorname{tag} \delta - c \operatorname{sec} \delta$$

Agrupando términos llegamos fácilmente a:

$$H = - \frac{\cos (\Phi - \delta)}{\cos \delta} b - \frac{\operatorname{sen} (\Phi - \delta)}{\cos \delta} a - \frac{1}{\cos \delta} c \quad [20]$$

que es la *fórmula de Mayer*.

Al analizar el retículo del aparato surgen otro tipo de correcciones que vamos a comentar brevemente.

Consideraremos en nuestra discusión un retículo impersonal, del que va equipado el teodolito universal Wild T4. El campo de vista está atravesado por una serie de hilos fijos y uno móvil que permite el seguimiento de la estrella y que, en su cruce con los hilos fijos, conecta el sistema de impulsos que hacen que el cronógrafo marque la hora de cruce por los mismos según su propio sistema de impresión, variable de un tipo de cronógrafo a otro.

Ahora bien, los hilos del retículo no son líneas geométricas, sino reales, con un cierto grosor que se denomina espesor de contacto. Cabe, pues, la posibilidad de tomar el contacto de la estrella con los hilos antes o después del verdadero instante en que la estrella atraviesa las líneas imaginarias de los hilos del retículo.

Por otra parte, la construcción mecánica del sistema de movimiento del tornillo y del micrómetro hace que aparezca una diferencia entre el contacto mecánico y el contacto electrónico, que constituye el llamado tiempo muerto.

Tanto el espesor de contacto como el tiempo muerto se determinan experimentalmente y serán unos ciertos parámetros del retículo micrométrico (Mueller, I. I., 1969).

Por estos motivos los tiempos observados deben sufrir una corrección, que viene dada por

$$L = 0.5 R (k + s) \sec \delta \quad [21]$$

en segundos de tiempo, siendo R el valor en segundos de tiempo (dividido por 100) de una revolución del tornillo micrométrico; k , el espesor del contacto, y s , el tiempo muerto. El factor $\sec \delta$ reduce a la declinación de la estrella el valor ecuatorial de R .

En lo que respecta a la colimación c , ésta puede eliminarse si se opera del siguiente modo, por ejemplo: Al irse moviendo la estrella por el campo del anteojo se tomarán los pasos por los hilos del retículo, registrándose en el cronógrafo los tiempos respectivos de dichos pasos y procurando observar siempre en hilos simétricos del central.

Si se observa en los hilos i , j , simétricos del central, en i antes del tránsito por el meridiano y en j después, el instante de paso por el meridiano del instrumento será:

$$T_m = \frac{T_i + T_j}{2}$$

siendo T_i y T_j los tiempos de paso por los hilos i y j , respectivamente. Todo esto es cierto siempre que el retículo esté perfectamente construido y que al hilo central le corresponda colimación nula.

En general, si el retículo es de 20 hilos, agrupados en 10 pares, tomaremos como tiempo de paso por el meridiano

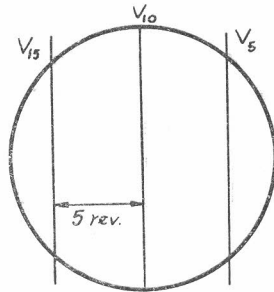
$$T = \frac{\sum T_m}{10} = \frac{\sum T_i}{20} \quad [22]$$

Al instante T así determinado se le denomina reducido al hilo central.

De esta manera se consigue: reducir el posible error en la toma del instante de paso de la estrella y, al observar en hilos simétricos, suponiendo despreciable el error de colimación en el centro del retículo, el error de colimación se anula.

Otra alternativa, empleada en la práctica de la observación, consiste en observar antes del paso por el meridiano, tomando tiempos en una cierta región del retículo que incluye varios hilos, pero antes de llegar al hilo central, dar vuelta de campana al instrumento, mientras la estrella cruza el meridiano; después observar la salida del campo tomando tiempos en la

misma región del retículo que a la entrada, y, por tanto, en el cruce con los mismos hilos. Así se pierde el paso por el hilo central y quizá los adyacentes, pero se elimina la colimación perfectamente por la inversión del instrumento. En este caso será preciso, lógicamente, tomar lectura de niveles en ambas posiciones. En el caso de utilizar un Wild T4, la estrella se sigue aproximadamente dos revoluciones y media del tornillo, según se aproxima al meridiano instrumental; se comienza el seguimiento cuando aparece cerca de los hilos V_{05} o V_{15} , dependiendo de la posición del instrumento.



Cuando la estrella se aproxima a la división 7.5 o a la 12.5 se deja el seguimiento y se invierte el instrumento, seguidamente se reemprende el seguimiento otra vez cuando la estrella se encuentre cerca de los mismos hilos 7.5 ó 12.5, es decir, se observa la salida por la misma parte del retículo que se observó la entrada. A los tiempos obtenidos se les aplica entonces la fórmula [22].

La inclinación del eje de muñones, b , se determina de la forma usual con el nivel caballero o suspendido, tomándose dos lecturas, una antes y otra después del paso de la estrella por el meridiano. Si las lecturas son L_w y L'_w con el cero del nivel al Oeste y L_e y L'_e con el cero del nivel al Este, la inclinación se determina por

$$b = \frac{\mu}{4} \left[L_e + L'_e - L_w - L'_w \right] = \frac{\mu}{4} \left[\Sigma L_e - \Sigma L_w \right] \quad [23]$$

siendo μ el valor en segundos de una división del nivel.

Recordando las expresiones [1] y [6] se ve que el ángulo horario H no es otra cosa que

$$H = \theta - \alpha = T + \Delta E_o + \Delta_e - \alpha$$

Igualando ésta a la expresión [20], e introduciendo la corrección L se obtiene finalmente la fórmula de Mayer en la forma

$$\alpha = T + \Delta E_0 + \Delta e + \frac{\cos(\Phi - \delta)}{\cos \delta} b + \frac{\text{sen}(\Phi - \delta)}{\cos \delta} a + \frac{c}{\cos \delta} + L \quad [24]$$

y esto para el paso superior (P. S.) considerado; en el caso de que la estrella atraviere el meridiano en un paso inferior (P. I.), poco probable en nuestras latitudes, el ángulo P del triángulo PKE se convierte en $90 - (m - H)$. Introduciéndose los cambios pertinentes en los desarrollos anteriores se llega sin ninguna dificultad a la fórmula de Mayer para un paso inferior, dada por

$$\alpha = T + \Delta E_0 + \Delta e + \frac{\cos(\Phi + \delta)}{\cos \delta} b + \frac{\text{sen}(\Phi + \delta)}{\cos \delta} a + \frac{c}{\cos \delta} + L \quad [24-a]$$

3. EL TIEMPO OBSERVADO Y COORDENADAS DE ESTRELLAS.

Sea t_0 el tiempo obtenido en la observación, es un tiempo universal observado que deberá transformarse en tiempo sidéreo para entrar en las ecuaciones de observación.

En primer lugar, deberá determinarse el UTC (tiempo universal coordinado) correspondiente, que será:

$$\text{UTC} = t_0 + \Delta t_0$$

donde Δt_0 es el estado del crono con respecto al UTC, que consta generalmente de dos términos; uno, debido a la corrección por distancia de la estación emisora a la estación receptora, si se controla el cronógrafo con señales de radio, y otro, debido a la deriva del cronómetro desde la sincronización, si es que se consigue, al momento de la observación; es decir, es la diferencia entre la señal de radio y la señal de crono.

En segundo lugar, habrá que determinar el UT 1 a partir del UTC anterior; esto se hace añadiendo al UTC la corrección

$$\text{DUT 1} = \text{UT 1} - \text{UTC},$$

que se obtiene de la circular D del B. I. H., o bien de la circular SH del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando (Cádiz). Es decir:

$$\text{UT 1} = \text{UTC} + \text{DUT 1}$$

El tiempo sidéreo local correspondiente se obtiene inmediatamente por

$$T = T_G + UT1 (1 + 1/365.2422) + \Lambda_0$$

donde T_G es la hora sidérea aparente en Greenwich a 0^h de tiempo universal que puede tomarse de las tablas habituales.

Las coordenadas de las estrellas observadas, ascensión recta α y declinación δ , son coordenadas aparentes para el instante y lugar de la observación, es decir, corregidas de aberración diurna. Estos datos pueden obtenerse también de las tablas habituales, o bien, como en nuestro caso, a partir de posiciones medias 1975.0, a las que se les aplica un proceso de reducción a aparentes (Sevilla, M. J., 1976).

4. PREPARACION DE LA LISTA PUNTERO.

La elección de estrellas y la preparación de la lista puntero debe seguir las siguientes consideraciones:

1. Las estrellas elegidas no deben tener una magnitud inferior a siete, a fin de poderlas observar sin dificultad.
2. El factor A , que multiplica a la desviación acimutal a (ver fórmula [27]), no debe sobrepasar, en valor absoluto, la cantidad 0.6. Esta condición (2) viene impuesta por dos motivos. Primeramente, según se dijo en el apartado segundo, no interesan aquellas estrellas que estén próximas al Polo; es decir, las que tengan declinación próxima a 90° , ya que luego, al intervenir en A el coseno de la declinación dividiendo, pueden hacer muy grande el factor A ; así pues, las declinaciones, según se dijo, no pueden estar muy alejadas de los 45° . El segundo motivo consiste en no hacer demasiado preponderante el término en A en el sistema de ecuaciones, que más tarde discutiremos.
3. Para una serie, la suma de los factores A_i , es decir, $\sum_i A_i$ no debe sobrepasar la unidad y debe acercarse a cero lo más posible, lo cual se consigue eligiendo parecido número de estrellas que culminen al Norte y que lo hagan al Sur. Esta condición se debe a que el término preponderante del sistema de ecuaciones antes considerado sea $\Delta\Lambda$.
4. Para una determinación global de longitud, es decir, para todas las series, se ha de verificar igualmente que $\sum A_i < 1$ y lo más cerca a cero posible.

5. Se intentará, como se ha dicho en la condición (3), observar en cada serie igual número de estrellas que culminen al Norte y al Sur. Puesto que en el primer caso el factor A será negativo y en el segundo caso será positivo, y se verificará con más facilidad la condición del apartado (3).

La condición (2) nos dice que:

$$|A| < 0.6,$$

luego

$$-0.6 < \text{sen } (\Phi \mp \delta) / \cos \delta < 0.6$$

$$-0.6 < \frac{\text{sen } \Phi \cos \delta \mp \cos \Phi \text{sen } \delta}{\cos \delta} < 0.6$$

luego

$$-0.6 < \text{sen } \Phi \mp \cos \Phi \text{tag } \delta < 0.6,$$

llegando, finalmente, a la expresión:

$$\frac{-0.6 + \text{sen } \Phi}{\cos \Phi} < \text{tag } \delta < \frac{0.6 + \text{sen } \Phi}{\cos \Phi} \quad [25]$$

Las estrellas que se tomen del catálogo han de cumplir la condición [25]. Así, por ejemplo, para una latitud $\Phi = 45^\circ$, se tiene:

$$0.1514 < \text{tag } \delta < 1.8485$$

$$8^\circ.609 < \delta < 61^\circ.5875 \quad [26]$$

6. Los límites en ascensión recta los impondrán las horas de comienzo y final de la observación. Si son θ_c y θ_f las horas sidéreas de comienzo y final de la observación, la ascensión recta debe cumplir

$$\theta_c < \alpha < \theta_f,$$

pues si $\alpha < \theta_c$ ya habría pasado por el meridiano al comenzar la observación, y si $\alpha > \theta_f$ no llegaría a alcanzarlo.

Para más detalles, ver el listado que se presenta (Apéndice 2).

5. EJECUCION DE LA OBSERVACION.

La técnica de observación que se sugiere es la siguiente:

1. El instrumento ha de estar en el meridiano, dándose un posible margen de error de unos tres segundos angulares, para lo cual se ha de efectuar de antemano una determinación de primer orden del acimut de una referencia.
2. El micrómetro ocular (Wild T-4) ha de estar preparado para el paso de la primera estrella.
3. El cronómetro o cronógrafo ha de estar en funcionamiento y controlado.
4. El círculo vertical dispuesto para la observación, es decir, el nivel de eclímetro ha de estar calado.
5. Se ajusta el círculo vertical a la cenital puntero de la primera estrella.
6. Consultar con la lista puntero la hora de paso de la primera estrella por el meridiano.
7. Una vez que la estrella esté dentro del campo del anteojo, se situará el hilo móvil en la posición correspondiente al hilo del retículo V_{05} , o bien V_{15} , se la seguirá con el hilo móvil hasta dos revoluciones del tornillo micrométrico.
8. Realícese la lectura del nivel caballero adosado al instrumento.
9. Dar vuelta de campana y situar nuevamente el instrumento en el meridiano.
10. Se situará de nuevo el círculo vertical a la cenital puntero correspondiente; puesto que se tienen anotadas las cenitales recíprocas en la lista puntero.
11. Se seguirá la salida de la estrella por el campo del anteojo entre los hilos indicados en 7.
12. Se efectuará la lectura del nivel caballero correspondiente a la nueva posición del anteojo.
13. Repítase el mismo proceso con todas las estrellas de la serie.

6. ECUACIONES DE OBSERVACION. RESOLUCION.

La fórmula de Mayer, deducida en la sección 2, se puede escribir en la forma siguiente:

$$\Delta\Lambda + Aa - (\alpha - t) = 0, \quad [27]$$

siendo $\Delta\Lambda = \Delta e$ y A y t toman los siguientes valores:

a) Paso superior de la estrella.

$$A = \frac{\text{sen } (\Phi - \delta)}{\cos \delta}$$

$$t = (T + \Delta E_o + Bb + Cc + L)$$

con

$$B = \frac{\cos (\Phi - \delta)}{\cos \delta}$$

$$C = \frac{1}{\cos \delta}$$

b) Paso inferior de la estrella

$$A = \frac{\text{sen } (\Phi + \delta)}{\cos \delta}$$

$$t = (T + \Delta E_o + B'b + Cc + L - 12^h)$$

con

$$B' = \frac{\cos (\Phi + \delta)}{\cos \delta}$$

Según lo expuesto en las secciones anteriores, todos los coeficientes que intervienen en [27] son conocidos, de manera que el problema reside en determinar $\Delta\Lambda$ y a .

La observación de m estrellas en su paso por el meridiano dará lugar a m ecuaciones de observación de la forma:

$$\Delta\Lambda + A_i a - (\alpha_i - t_i) = v_i \quad [28]$$

con dos incógnitas $\Delta\Lambda$ y a . En cada serie de observaciones m suele variar entre 8 y 16 (4 a 8 pares Norte-Sur). Así pues, el sistema de ecuaciones de observación resultante se resuelve por el método de mínimos cuadrados y se obtienen los valores más probables de las incógnitas junto a las medidas de la precisión correspondientes.

Si hemos observado n series, habremos así obtenido para $j = 1, \dots, n$, Λ_j incrementos de longitud, de manera que:

$$\begin{aligned} \Lambda_j &= \Lambda_0 + \Delta\Lambda_j, \\ a_j &\text{ desviaciones acimutales,} \\ \sigma_j &\text{ error medio cuadrático de la serie} \\ m_j &\text{ error medio cuadrático de } \Lambda_j, \\ m'_j &\text{ error medio cuadrático de } a_j. \end{aligned} \quad [29]$$

Los valores Λ_j se corrigen por movimiento del polo para cada serie individualmente.

Entonces los resultados finales de las n series se obtendrán por

$$\Lambda = \frac{\sum p_j \Lambda_j}{\sum p_j} \quad [30]$$

$$a = \frac{\sum p'_j a_j}{\sum p'_j} \quad [31]$$

y los errores medios cuadráticos correspondientes por:

$$M_\Lambda = \sqrt{\frac{\sum (\Lambda - \Lambda_j)^2 p_j}{(n-1) \sum p_j}} \quad [32]$$

$$M_a = \sqrt{\frac{\sum (a - a_j)^2 p'_j}{(n-1) \sum p'_j}} \quad [33]$$

siendo p_j y p'_j los pesos correspondientes determinados como los inversos de los cuadrados de los errores medios cuadráticos.

Si se adopta la hipótesis de considerar todas las series de igual confianza, independientemente de los errores medios cuadráticos obtenidos, los resultados finales de las n series se obtienen simplemente por:

$$\Lambda = \frac{\sum \Lambda_j}{n} \quad [30']$$

$$a = \frac{\sum a_j}{n} \quad [31']$$

y los errores medios cuadráticos correspondientes por

$$M_{\Lambda} = \sqrt{\frac{\Sigma (\Lambda - \Lambda_j)^2}{n (n - 1)}} \quad [32']$$

$$M_a = \sqrt{\frac{\Sigma (a - a_j)^2}{n (n - 1)}} \quad [33']$$

En el ejemplo dado al final se obtienen los resultados en las dos hipótesis. Se obtiene de esta manera la longitud final corregida por movimientos del polo. En el apartado siguiente veremos otras correcciones que hay que aplicar.

7. CORRECCIONES A LA LONGITUD OBSERVADA.

a) *Corrección por movimiento del polo.*

A fin de eliminar el efecto producido por la oscilación del meridiano del lugar debido al movimiento del polo terrestre instantáneo, es preciso introducir una corrección a la longitud dada por (M. J. Sevilla, 1975):

$$\Delta\Lambda_p = \Lambda^p - \Lambda = - (x_p \text{ sen } \Lambda + y_p \text{ cos } \Lambda) \text{ tag } \Phi$$

Siendo Φ la latitud astronómica del lugar de observación, x_p e y_p las coordenadas del polo instantáneo interpoladas para el instante de la observación y que son publicadas en el "Bulletin International de l'Heure", circular D, así como en la circular SH del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando (Cádiz).

La longitud observada corregida por movimiento del polo es,

$$\Lambda^p = \Lambda - (x_p \text{ sen } \Lambda + y_p \text{ cos } \Lambda) \text{ tag } \Phi \quad [34]$$

b) *Corrección por curvatura de la plomada.*

La observación ha sido efectuada sobre la superficie terrestre, a fin de referir dicha observación a una superficie determinada, que va a ser el geoide, se efectúa la corrección trasladando el punto sobre la superficie terrestre al

geoide, según la línea de la plomada. Viene dada dicha corrección por (M. J. Sevilla, 1975):

$$\Delta\Lambda \cos \Phi = -\frac{H}{g_m} \frac{\delta g_m}{\delta y} + \frac{g - g_m}{g_m} \operatorname{tag} \beta_2 \quad [35]$$

Siendo $\operatorname{tag} \beta_2 = \frac{\delta n}{\delta y}$ la tangente del ángulo de inclinación del perfil Este-Oeste, donde se mide el gradiente horizontal de g $\left(\frac{\delta g}{\delta y}\right)$; g_m es el valor medio de la gravedad entre P y P_0 , y H la altitud ortométrica del punto. Evidentemente esta corrección es nula si se toma el campo de la gravedad normal.

c) *Corrección por excentricidad de la estación.*

Si la observación no se ha efectuado en la estación propiamente dicha, sino en una excéntrica, la longitud obtenida ha de sufrir una corrección para referirla al punto de estación.

Dicha corrección viene dada por (M. J. Sevilla, 1975):

$$\Delta\Lambda_E = \Lambda^E - \Lambda = 0.032376 d_o \operatorname{sen} \beta \sec \Phi$$

Siendo d_o la distancia de la excéntrica al punto de estación y β el acimut tomado desde la excéntrica y contado desde el Norte. La longitud corregida de excéntrica será, por tanto,

$$\Lambda^E = \Lambda + 0.032376 d_o \operatorname{sen} \beta \sec \Phi \quad [36]$$

8. PROGRAMAS DE CALCULO AUTOMATICO.

a) *Programa PUNTEROS en Fortran IV-H.*

En el número I del apéndice figura el listado del programa PUNTEROS, que confecciona las listas punteros para la observación siguiendo lo dicho en la sección 4. Este mismo programa sirve para efectuar la ordenación por pares de estrellas para la observación por el método de Horrebow Talcott para determinación de la latitud (R. Parra, M. J. Sevilla); esta posibilidad no

se utiliza en los resultados que se incluyen, pues sólo se pretende determinación de la longitud.

Las sentencias 1 a 4 dimensionan y definen las matrices:

NUM.	Número de las estrellas en el catálogo.
AMAG	Magnitudes de las estrellas seleccionadas.
T	Tiempos de paso por el meridiano.
A	Ascensiones rectas aparentes.
D	Declinaciones aparentes de las estrellas.
J	Matriz de índices de ordenación.
DERA	Constante para pasar grados a radianes.

Los datos de entrada se leen con las sentencias siguientes:

7: Lee los datos de estación, instrumento, fecha e intervalo de tiempo previsto de observación.

Si $VMC = 0$ no efectúa la ordenación por pares para el método de Horrebow-Talcott, como ocurre en nuestro ejemplo.

42: Lee los elementos astronómicos para la reducción de posiciones de estrellas.

86: Lee los elementos de la matriz C (12) que corresponden a las coordenadas medias 1975.0 de las estrellas del catálogo en cinta magnética.

Las sentencias 9 a la 41 preparan datos, calculan las horas sidéreas del comienzo HSC y final HSF del intervalo previsto de observación y escriben títulos de salida.

Las sentencias 44 a 83 calculan las constantes astronómicas para la reducción de posiciones de estrellas (M. J. Sevilla, 1976).

Las sentencias 88 a 101 efectúan la selección de las estrellas que cumplen las condiciones establecidas en la sección 4.

Las sentencias 102 a 141 calculan las posiciones aparentes de las estrellas para el instante medio del intervalo elegido, así como los tiempos (universal) de paso por el meridiano.

Las sentencias 142 a la 176 ordenan las matrices por tiempos y escriben los resultados de pasos meridianos con indicación de la cenital puntero, sentencias 153 y 154 y cálculo del factor de acimut (sentencia 163).

El resto del programa ordena los pares para el método de Horrebow-Talcott. La subrutina ORDEN, ordena, según los tiempos T, la matriz de índices que servirá para ordenar las matrices A y D del programa principal.

La subrutina GRMS pasa de grados y fracción de grados a grados, minutos y segundos.

En el número II del apéndice se da un listado de resultados cuya interpretación no ofrece dificultad.

Por último, diremos que con una ficha en blanco se indica el final de la lectura de datos de estrellas, y con dos en blanco el final del programa.

b) Programa LONMAYER en Fortran IV-G.

En el número III del apéndice figura el listado del programa LONMAYER, que es la programación del método descrito.

Las sentencias de 1 a 4 dimensionan los datos y su significado es el siguiente:

ØNØ	Nombre del observador u observadores.
ENØ	Nombre de la estación.
INØM	Nombre del instrumento utilizado.
DMS... ..	Duración en días de los meses del año, acumulándose.
EALØ..	E. M. C. de una serie en longitud.
EACI..	E. M. C. de una serie en desviación acimutal.
AR	Ascensión recta media.
DE	Declinación media.
AMPA	Movimiento propio en ascensión recta.
AMPD	Movimiento propio en declinación.
AMAG	Magnitud.
PARA	Paralaje.
NEC... ..	Número de la estrella en el catálogo.
ALØ	Longitud corregida por movimiento del polo.
ACI	Incremento de longitud.
PAL	Peso de la serie en incremento de longitud.
PAC... ..	Peso de la serie en desviación acimutal.
PES	Peso de la serie.
AIL	Desviación acimutal.
RES	Residuos de cada observación.
A	Matriz de los coeficientes de las ecuaciones de observación.
S, XX, EX, B...	Son matrices auxiliares en la solución del sistema por mínimos cuadrados.
NNE... ..	Número de estrellas utilizadas en cada serie.
CTL... ..	Controles de las series.

Los datos de entrada se leen en las siguientes sentencias: 5, 23, 45, 53, 76, que corresponden ordenadamente a los elementos que figuran en el estadillo de observación del núm. IV del apéndice, cuya designación está allí escrita.

Como control se tiene: Con una ficha en blanco se termina la lectura de datos por la sentencia 76, dos fichas en blanco finaliza los datos de las series, tres en blanco finaliza el programa.

Una en blanco, después de las estrellas 23, indica el fin de datos de estrellas. Si las estrellas de una de las series son las mismas que las de otra anterior, no es preciso volverlas a leer, siendo solamente necesario poner la tarjeta en blanco correspondiente.

Las sentencias 22 a 36 almacenan las coordenadas medias de las estrellas en matrices.

Las sentencias 55 a 64 preparan las constantes astronómicas para la posterior reducción a aparentes de las coordenadas medias de las estrellas observadas.

Las sentencias 89 a 168 efectúan la reducción a aparentes.

La sentencia 169 calcula la corrección por nivel, según [23].

La sentencia 179 calcula la corrección debida al espesor de los hilos del retículo del instrumento y tiempo muerto, según [21].

Las sentencias 180 a 187 preparan la matriz de los coeficientes de las ecuaciones de observación [27] y [28].

Las sentencias 192 a 218 aplican el método de los mínimos cuadrados, haciendo uso en la sentencia 192 de la subrutina MINI22 de mínimos cuadrados para un sistema de dos incógnitas. Los valores más probables vienen dados por el vector XX , expresados en radianes; las sentencias 197 y 198 los pasan a segundos de arco. EX es el vector de desviaciones típicas, y ETA es la desviación típica de la serie. Las sentencias 199 y 200 expresan las componentes del vector EX en segundos de arco, y la 201 hace lo propio con ETA . Los pesos se calculan en las sentencias 203 a 205.

La sentencia 210 corrige por movimiento del polo, según la expresión [34].

La sentencia 216 calcula el control explicado en 4, apartado 3.

Las sentencias 233 a 271 calculan los valores más probables del conjunto de las series, tanto de la longitud como de la desviación acimutal, así como los residuales y los errores medios cuadráticos, en las dos hipótesis de medias ponderadas y aritméticas.

Por último, las sentencias 279 y 289 corrigen por excentricidad.

9. EJEMPLO DE CALCULO.

En el número V del apéndice figuran los resultados de siete series de observaciones efectuadas los días 23, 24 y 25 de julio de 1975 en el vértice Mola por personal del Instituto Geográfico y Catastral, con teodolito Wild T-4 y equipo de tiempo Cronocord.

Se han obtenido los siguientes resultados:

Ponderados: $1^{\circ} 32' 11''.905$ E. M. C. 0.093.

Medios: $1^{\circ} 32' 11''.847$ E. M. C. 0.096.

En el conjunto de las series se han observado 80 estrellas, y el control es -0.5715 , que garantiza los resultados.

Como aclaración a los listados, diremos que CONTROL indica la suma de las desviaciones acimutales calculadas por la fórmula [27], términos A; éstas aparecen en la columna A de cada serie particular. La columna T corresponde a los términos independientes de las ecuaciones de observación calculadas con [29] y con α . INCL es la columna de inclinaciones observadas expresadas en segundos de arco y calculadas con la fórmula [23]. Los números siguientes a control, excepto el primero, que va entre paréntesis y corresponde a la suma antes mencionada, son los errores residuales calculados con las ecuaciones de observación y con los valores más probables obtenidos, sirven para detectar observaciones aberrantes.

Por último, los RESIDUOS que aparecen en la hoja 2.^a, de resumen de soluciones, son los calculados con respecto a la media ponderada o aritmética, según el caso, de todas las series con los valores resultantes de cada una de ellas.

En el número II del apéndice figuran los resultados del programa PUNTEROS, calculando para la fecha de observación y cuya interpretación no ofrece dificultad.

REFERENCIAS

- MUELLER, I. I.: "Spherical and Practical Astronomy". F. Ungar Co. New York, 1969.
- PARRA, R., y SEVILLA, M. J.: "Determinación de la latitud por el método de Horrebow-Talcott". Sem. de Astr. y Geod., publ. núm. 98. En prensa.
- SEVILLA, M. J.: "Nuevas constantes para la reducción automática de posiciones de estrellas". Sem. de Astr. y Geod., publ. núm. 90. Madrid, 1976.
- SEVILLA, M. J.: "Coordenadas astronómicas y geodésicas. Desviaciones relativas de la vertical". Sem. de Astr. y Geod., publ. núm. 88. Madrid, 1975.

COMPILER OPTIONS - NAME= MAIN,OPT=00,LINECNT=60,SIZE=0000K,
SOURCE,BCD,NOLIST,NOJACK,LOAD,MAP,NCEDIT,IO,NOXREF

C PREPARACION DE LISTAS PUNTEROS PARA METODOS DE MAYER Y TALCCIT
C

ISN 0002 IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
ISN 0003 COMMON NUM(300),AMAG(300),T(300),A(300),D(300,2)
ISN 0004 DIMENSION ENCM(2),INOM(2),J(300),DMS(12),C(12)
ISN 0005 DATA DMS/-1.,30.,53.,89.,119.,150.,180.,211.,242.,272.,303.,333./
ISN 0006 DERA=1.7453292519D-2

C
C LECTURA DE DATOS DE ESTACION Y TIEMPOS
C

ISN 0007 2 READ 106,ENCM,LAG,LAM,LAS,LGMS,ALT,INOM,VMC,IDA,MES,NA,IHC,
*IMC,IHF,IMF,TSH,TSM,TSS
ISN 0008 106 FORMAT(2A8,3I2,17,F6.1,2A4,F7.3,7I2,2F3.0,F7.4)
ISN 0009 IF(LAG.EQ.0) GO TO 76
ISN 0010 LOG=IABS(LGMS)/10000
ISN 0011 MLO=IABS(LGMS)-LOG*10000
ISN 0012 LOM=MLO/100
ISN 0013 LOS=MLO-LOM*100
ISN 0014 AF=DFLOAT(LAG)+DFLOAT(LAM)/60.+DFLOAT(LAS)/3600.
ISN 0015 AL=DFLOAT(LOG)+DFLOAT(LOM)/60.+DFLOAT(LOS)/3600.
ISN 0016 IF(LGMS.LT.0) AL=-AL
ISN 0017 IF(LGMS.LT.0) LOG=-LOG
ISN 0018 TSG=TSH+TSM/60.+TSS/3600.
ISN 0019 HC=DFLOAT(IHC)+DFLOAT(IMC)/60.
ISN 0020 HF=DFLOAT(IHF)+DFLOAT(IMF)/60.
ISN 0021 HSC=(TSG+HC+HC/365.2422)*15.+AL
ISN 0022 HSF=(TSG+HF+HF/365.2422)*15.+AL
ISN 0023 IF(HSC.GT.360.) HSC=HSC-360.
ISN 0024 IF(HSF.GT.360.) HSF=HSF-360.
ISN 0025 TU=(HF-HC)/2.+HC
ISN 0026 DO 70 N=1,300
ISN 0027 DO 70 L=1,2
ISN 0028 70 D(N,L)=0.
ISN 0029 PRINT 200
ISN 0030 200 FORMAT(1H1,1X,'UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID',/,2X,'FACULTAD D
*E CIENCIAS MATEMATICAS',/,2X,'CATEDRA DE ASTRONOMIA Y GEODESIA',//
*/)
ISN 0031 PRINT 201
ISN 0032 201 FORMAT(1H0,10X,'LISTA PUNTERO DE PASOS DE ESTRELLAS POR EL MERIDIA
*NO. ORDENACION POR PARES PARA EL METODO DE HCRREBOW-TALCCIT',//)
ISN 0033 PRINT 202,ENOM,LAG,LAM,LAS,LOG,LOM,LOS,ALT
ISN 0034 202 FORMAT(1H0,10X,'ESTACION:',2X,2A8,5X,'COORDENADAS PREVISICNALES: L
*ATITUD',3I3,2X,'LONGITUD',3I3,2X,'ALTITUD',F8.1,//)
ISN 0035 PRINT 203,INOM,IDA,MES,NA,IHC,IMC,IHF,IMF
ISN 0036 203 FORMAT(1H0,10X,'LISTA PREPARADA PARA OBSERVAR CON EL INSTRUMENTO',
*2X,2A4,5X,'EL DIA',3I3,2X,'DESDE LAS',2I3,2X,'A LAS',2I3,//)

C
C CALCULO DE CONSTANTES ASTRONOMICAS
C

ISN 0042 READ 103,SG1,SM1,SS1,SG2,SM2,SS2,ANL1,ANL2,ANL1,ANL2
ISN 0043 103 FORMAT(2(F4.0,F3.0,F5.2),2F7.3,2F6.3)
ISN 0044 ALD1=SG1+SM1/60.+SS1/3600.
ISN 0045 ALD2=SG2+SM2/60.+SS2/3600.
ISN 0046 AN=DFLOAT(NA)
ISN 0047 FA=DMS(MES)+DFLOAT(IDA)
ISN 0048 IF(DMOD(AN,4.D0).EQ.0..AND.MES.GT.2) FA=FA+1.

```

ISN 0050      PRINT 205,TSH,TSM,TSS,FA,SG1,SM1,SS1,SG2,SM2,SS2,ANL1,ANL2,
              *ANO1,ANO2
ISN 0051      205 FORMAT(1H0,1X,'ELEMENTOS ASTRONOMICOS',//,2X,'TSG:',1X,2F3.0,
              *F6.3,2X,'FA:',F5.0,2X,'SOL1:',F5.0,F3.0,F5.2,1X,'SOL2:',F5.0,F3.0
              *,F5.2,2X,'NL1:',F7.3,1X,'NL2:',F7.3,2X,'NC1:',F6.3,1X,'NC2:',
              *F6.3,/)
ISN 0052      FD=FU/24.
ISN 0053      DJ=(6612.+4N)*365.25000-13.
ISN 0054      FJ=IDINT(DJ)
ISN 0055      IF(DMOD(AN,4.00).EQ.0.) FJ=FJ-1.
ISN 0057      FS=(FJ+0.5-2415020.)/36525.
ISN 0058      DAT=365.24219870000-6.14D-6*FS
ISN 0059      CAT=280.-(279.69667778000+36000.768925000*FS+3.025D-4*F5*FS-
              -5.69327778D-3)
              CAT=(CAT+360.*AN)*1.014601000
ISN 0061      FAT=(FA+FD-CAT)/DAT
ISN 0062      AT=AN+FAT
ISN 0063      TR=AT-75.
ISN 0064      PHI=(174.6356917000-2.4161667D-3*TR)*DERA
ISN 0065      SP=DSIN(PHI)
ISN 0066      CP=DCOS(PHI)
ISN 0067      AK=(1.30713D-4-9.24D-10*TR)*TR*DERA
ISN 0068      SK=DSIN(AK)
ISN 0069      CK=DCOS(AK)
ISN 0070      ANUTL # %ANL1&%ANL2-ANL1<*FD<*DERA/3600.
ISN 0071      PREC=(1.396474534D-2+3.08804D-8*TR)*TR*DERA
ISN 0072      PN=PHI+ANUTL+PREC
ISN 0073      SPN=DSIN(PN)
ISN 0074      CPN=DCOS(PN)
ISN 0075      SOL=(AL01+(AL02-AL01)*FD)*DERA+ANUTL
ISN 0076      SS=DSIN(SOL)
ISN 0077      CS=DCOS(SOL)
ISN 0078      CAB=5.69327778D-3*DERA
ISN 0079      ANUTOB=(ANO1+(ANO2-ANO1)*FD)*DERA/3600.
ISN 0080      OM=(23.4522944444000-1.30125D-4*AT)*DERA+ANLTCB
ISN 0081      SO=DSIN(OM)
ISN 0082      CO=DCOS(OM)
ISN 0083      TR=TR/100.
ISN 0084      N=0

```

C
 CC ELECCION DE ESTRELLAS OBSERVABLES EN EL INTERVALO DE TIEMPO DADO
 C

```

ISN 0085      DO 1 LK=1,1535
ISN 0086      READ(11,105) C
ISN 0087      105 FORMAT(F5.0,F12.9,F13.9,F7.3,F7.2,F5.2,r6F12.9)
ISN 0088      IF(C(6).GT.7.) GO TO 1
ISN 0090      DCE=C(3)-AF
ISN 0091      IF(DABS(DCE).GT.30.) GO TO 1
ISN 0093      AR=C(2)*15.
ISN 0094      IF(HSC.LT.HSF) GO TO 33
ISN 0096      IF((AR.GT.HSF).AND.(AR.LT.HSC)) GO TO 1
ISN 0098      GO TO 32
ISN 0099      33 IF((HSC.GT.AR).OR.(HSF.LT.AR)) GO TO 1

```

C
 C CALCULO DE POSICIONES APARENTES DE LAS ESTRELLAS SELECCIONADAS
 C

```

ISN 0101      32 UVW=C(10)**2+C(11)**2+C(12)**2
ISN 0102      X=C(7)+C(10)*TR-0.5*UVW*C(7)*TR*TR

```

```

ISN 0103      Y=C(8)+C(11)*TR-0.5*UVW*C(8)*TR*TR
ISN 0104      Z=C(9)+C(12)*TR-0.5*UVW*C(9)*TR*TR
ISN 0105      U=X*(CPN*CP&SPN*SP*CK)+Y*(CPN*SP-SPN*CP*CK)-Z*SPN*SK
ISN 0106      V=X*(SPN*CP-CPN*SP*CK)+Y*(SPN*SP&CPN*CP*CK)+Z*CPN*SK
ISN 0107      W=X*SP*SK-Y*CP*SK+Z*CK
ISN 0108      X=U+CAB*SS
ISN 0109      Y=V-CAB*CS
ISN 0110      DEN=DSQRT(X*X+Y*Y+W*W)
ISN 0111      X=X/DEN
ISN 0112      Y=Y/DEN
ISN 0113      Z=W/DEN
ISN 0114      XA=X
ISN 0115      YA=Y*CO-Z*SO
ISN 0116      ZA=Y*SO+Z*CO
ISN 0117      EE=DSQRT(XA*XA+YA*YA)
ISN 0118      DE=DATAN2(ZA,EE)
ISN 0119      AR=DATAN2(YA,XA)
ISN 0120      IF(AR.LT.0.) AR=AR+6.2831852000
ISN 0122      DE=DE/DERA
ISN 0123      DCE=DE-AF
ISN 0124      M=2
ISN 0125      IF(DCE.GT.0.) M=1
ISN 0127      AR=AR/DERA/15.
ISN 0128      TG=AR-AL/15.-TSG
ISN 0129      IF(TG.LT.0.) TG=TG+24.
ISN 0131      IF(TG.LT.12.) TG=TG+24.
ISN 0133      TE=TG*365.2422000/366.2422000
ISN 0134      N=N+1
ISN 0135      NUM(N)=C(1)
ISN 0136      A(N)=AR
ISN 0137      D(N,M)=DE
ISN 0138      AMAG(N)=C(6)
ISN 0139      J(N)=N
ISN 0140      T(N)=TE
ISN 0141      I CONTINUE

```

C
C
C

ORDENACION DE LAS ESTRELLAS POR TIEMPOS DE PASC POR EL MERI SUPERIOR

```

ISN 0142      3 CALL ORDEN(N,J,T)
ISN 0143      NPAG=1
ISN 0144      PRINT 208,IDA,MES,NA,NPAG
ISN 0145      208 FORMAT(1H1,20X,'P A S O  D E  E S T R E L L A S  P O R  E L  M E R
* I D I A N C S U P E R I O R. (MAYER)',//6X,'DIA',2I3,2EX,'CORDE
*NADAS APARENTES',50X,'PAGINA',I4//)
ISN 0146      PRINT 209
ISN 0147      209 FORMAT(3X,'NUM',3X,'MAG',4X,'ASCEN RECTA',4X,'DECLINACION',8X,
*'TU DEL PASO',3X,'DISTANCIA CENITAL MERIDIANA',6X,'A',10X,
*'ANOTACIONES'//)
ISN 0148      DO 65 K=1,N
ISN 0149      34 K1=J(K)
ISN 0150      DE=D(K1,1)
ISN 0151      IF(DE.EQ.0.) DE=D(K1,2)
ISN 0153      DCE=DABS(DE-AF)
ISN 0154      DCW=360.-DCE
ISN 0155      TUP=T(K)
ISN 0156      IF(TUP.GT.24.) TUP=TUP-24.
ISN 0158      CALL GRMS(A(K1),I1,M1,S1)
ISN 0159      CALL GRMS(DE,I2,M2,S2)

```

```

ISN 0160      CALL GRMS(TUP,I3,M3,S3)
ISN 0161      CALL GRMS(DCE,I4,M4,S4)
ISN 0162      CALL GRMS(DCW,I5,M5,S5)
ISN 0163      FAZ=DSIN((AF-DE)*DERA)/DCOS(DE*DERA)
ISN 0164      IF((DE-AF).LE.0.) GO TO 11
ISN 0166      10 PRINT 206,NUM(K1),AMAG(K1),I1,M1,S1,I2,M2,S2,I3,M3,S3,I4,M4,S4,
              *I5,M5,S5,FAZ
ISN 0167      206 FORMAT(1H0,I5,F6.1,3X,2(2I3,F7.3,2X),4X,2I3,F7.3,2X,2I3,F5.1,
              *1X,'E',2X,2I3,F5.1,1X,'W',F8.3,1X,'N',3X,10(' '))
ISN 0168      GO TO 4
ISN 0169      11 PRINT 207,NUM(K1),AMAG(K1),I1,M1,S1,I2,M2,S2,I3,M3,S3,I5,M5,S5,
              *I4,M4,S4,FAZ
ISN 0170      207 FORMAT(1H0,I5,F6.1,3X,2(2I3,F7.3,2X),4X,2I3,F7.3,2X,2I3,F5.1,
              *1X,'E',2X,2I3,F5.1,1X,'W',F8.3,1X,'S',3X,10(' '))
ISN 0171      4 IF(MOD(K,25).NE.0) GO TO 65
ISN 0173      NPAG=NPAG+1
ISN 0174      PRINT 208,IDA,MES,NA,NPAG
ISN 0175      PRINT 209
ISN 0176      65 CONTINUE
ISN 0177      IF(VMC.EQ.0.) GO TO 15

```

C
CC E L E C C I O N D E P A R E S D E E S T R E L L A S
C

```

ISN 0179      NPAG=1
ISN 0180      PRINT 210,IDA,MES,NA,NPAG
ISN 0181      210 FORMAT(1H1,28X,'P A R E S   D E   E S T R E L L A S   C E S E R V A B
              * L E S   (TALCOTT)//10X,'DIA',3I3,90X,'PAGINA',I4,/,1X,'FAR',3X,
              *'ESTR',2X,'MAG',7X,'TIEMPO',7X,'ASCEN RECTA',4X,'DECLINACION',4X,
              *'DIS CENITAL',2X,'EST',1X,'CCJ',7X,'PUNTERC',5X,'MICROMETRO'/)
ISN 0182      NPAR=1
ISN 0183      K=1
ISN 0184      IOC=1
ISN 0185      DO 18 LL=1,N
ISN 0186      L=J(LL)
ISN 0187      IF(D(L,1).EQ.0.) GO TO 18
ISN 0189      DO 19 MM=1,N
ISN 0190      M=J(MM)
ISN 0191      IF(D(M,2).EQ.0.) GO TO 19
ISN 0193      DT=T(MM)-T(LL)
ISN 0194      IF((DABS(DT).LT.0.033).OR.(DABS(DT).GT.0.33)) GC TC 19
ISN 0196      CHM=(2.*AF-D(L,1)-D(M,2))*1800./VMC
ISN 0197      IF(DABS(CHM).GT.6.0) GO TO 19
ISN 0199      PUN=DABS(D(L,1)-D(M,2))/2.
ISN 0200      12 IF((DT.GE.0.).AND.(IOC.EQ.1)) CALL ESPAR(1,1,L,LL,CHM,PUN,AF,NPAR)
ISN 0202      IF((DT.LT.0.).AND.(IOC.EQ.1)) CALL ESPAR(2,1,M,MM,CHM,PLN,AF,NPAR)
ISN 0204      IF((DT.GE.0.).AND.(IOC.EQ.2)) CALL ESPAR(1,2,L,LL,CHM,PLN,AF,NPAR)
ISN 0206      IF((DT.LT.0.).AND.(IOC.EQ.2)) CALL ESPAR(2,2,M,MM,CHM,PLN,AF,NPAR)
ISN 0208      I=K/4
ISN 0209      IF((I*4+1).EQ.K) IOC=2
ISN 0211      IF((I*4+3).EQ.K) IOC=1
ISN 0213      K=K+1
ISN 0214      DT=-DT
ISN 0215      IF(MOD(K,2).EQ.0) GO TO 12
ISN 0217      IF(MOD(NPAR,9).NE.0) GO TO 13
ISN 0219      NPAG=NPAG+1
ISN 0220      PRINT 210,IDA,MES,NA,NPAG
ISN 0221      13 NPAR=NPAR+1
ISN 0222      PRINT 204
ISN 0223      204 FORMAT(1H0)
ISN 0224      19 CONTINUE
ISN 0225      18 CONTINUE
ISN 0226      15 REWIND 11
ISN 0227      GO TO 2
ISN 0228      76 STOP
ISN 0229      END

```

COMPILER OPTIONS - NAME= MAIN,OPT=00,LINECNT=60,SIZE=0C0CK,
SOURCE,BCD,NOLIST,NODECK,LOAD,MAP,NCEDIT,LD,NQXREF

```
ISN 0002      SUBROUTINE CRDEN(N,I,T)
ISN 0003      REAL*8 T,R
ISN 0004      DIMENSION T(200),I(200)
ISN 0005      N1=N-1
ISN 0006      DO 1 L=1,N1
ISN 0007      K=L
ISN 0008      3 IF(T(K).LE.T(K+1)) GO TO 1
ISN 0010      R=T(K)
ISN 0011      T(K)=T(K+1)
ISN 0012      T(K+1)=R
ISN 0013      M=I(K)
ISN 0014      I(K)=I(K+1)
ISN 0015      I(K+1)=M
ISN 0016      K=K-1
ISN 0017      IF(K.NE.0) GO TO 3
ISN 0019      1 CONTINUE
ISN 0020      RETURN
ISN 0021      END
```

COMPILER OPTIONS - NAME= MAIN,OPT=GO,LINECNT=60,SIZE=0000K,
SOURCE,BCD,NOLIST,NOJEC,LOAD,MAP,NCEDIT,IC,NCXREF

```
ISN 0002      SUBROUTINE GRMS(X,IG,MI,SE)
ISN 0003      REAL*8 X,AM,SE,Y
ISN 0004      K=0
ISN 0005      IF(X.LT.0.) K=1
ISN 0007      Y=DABS(X)
ISN 0008      IG=Y
ISN 0009      AM=(Y-DFLOAT(IG))*60.
ISN 0010      MI=AM
ISN 0011      SF=(AM-DFLOAT(MI))*60.
ISN 0012      IF((K.EQ.1).AND.(IG.EQ.0).AND.(MI.EQ.0.))SE=-SE
ISN 0014      IF((K.EQ.1).AND.(IG.EQ.0))MI=-MI
ISN 0016      IF(K.EQ.1) IG=-IG
ISN 0018      RETURN
ISN 0019      END
```

COMPILER OPTIONS - NAME= MAIN,OPT=00,LINECNT=60,SIZE=CCOCK,
SOURCE,BCD,NOLIST,NODECK,LOAD,MAP,NCEDIT,IC,NCXREF

```
ISN 0002      SUBROUTINE ESPAR(J,K,L,LL,CH,PU,AF,N)
ISN 0003      IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
ISN 0004      DIMENSION IPE(2),IPO(2)
ISN 0005      COMMON NUM(300),AMAG(300),T(300),A(300),D(300,2)
ISN 0006      DATA IPE/'N','S'/,IPO/'E','W'/
ISN 0007      CHM=10.-CH
ISN 0008      P=PU
ISN 0009      IF(K.EQ.2) CHM=20.-CHM
ISN 0011      CALL GRMS(T(LL),I0,M0,S0)
ISN 0012      CALL GRMS(A(L),I1,M1,S1)
ISN 0013      CALL GRMS(D(L,J),I2,M2,S2)
ISN 0014      DZ=DABS(D(L,J)-AF)
ISN 0015      CALL GRMS(DZ,I3,M3,S3)
ISN 0016      IF(((J.EQ.1).AND.(K.EQ.2)).OR.((J.EQ.2).AND.(K.EQ.1))) P=360.-P
ISN 0018      CALL GRMS(P,I4,M4,S4)
ISN 0019      PRINT 700,N,NUM(L),AMAG(L),I0,M0,S0,I1,M1,S1,I2,M2,S2,I3,M3,S3,
* IPE(J),IPO(K),I4,M4,S4,CHM
700 FORMAT(1H0,I3,I7,F5.1,4X,4(2I3,F6.2,3X),2A4,2X,2I3,F6.2,F12.2)
ISN 0020      RETURN
ISN 0021      END
ISN 0022
```

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS
CATEDRA DE ASTRONOMIA Y GEODESIA

APENDICE II

LISTA PUNTERO DE PASOS DE ESTRELLAS POR EL MERIDIANO. ORDENACION POR PARES PARA EL METODO DE HORREBCW-TALCOTT

ESTACION: VERTICE MOLA COORDENADAS PROVISIONALES: LATITUD 38 40 1 LONGITUD 1 32 15 ALTITUD 0.0

LISTA PREPARADA PARA OBSERVAR CON EL INSTRUMENTO WILD T-4 EL DIA 24 7 75 DESDE LAS 19 0 A LAS 25 6

ELEMENTOS ASTRONOMICOS

TSG: 20. 4.23.432 FA: 204. SOL1: 120.30.11.43 SOL2: 121.27.28.18 NL1: 16.045 NL2: 16.030 NU1:-5.141 NU2:-5.100

PASO DE ESTRELLAS POR EL MERIDIANO SUPERIOR (MAYER)

DIA 24 7 75

COORDENADAS APARENTES

NUM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	TU DEL PASO	DISTANCIA CENITAL	MERIDIANA	A	ANCTACIONES
565	5.2	15 14 21.799	67 26 40.218	19 0 41.979	26 46 39.2 E	331 13 20.8 W	-1.255 N	.....
563	3.5	15 14 32.102	33 24 32.353	19 0 52.254	354 44 31.4 E	5 15 28.6 W	0.110 S	.....
1400	5.7	15 17 19.924	20 39 51.008	19 3 39.617	341 55 50.0 E	18 0 10.0 W	0.330 S	.....
1401	6.7	15 17 32.808	10 31 4.980	19 3 52.467	331 51 4.0 E	28 8 56.0 W	0.480 S	.....
568	4.5	15 23 35.118	37 27 58.284	19 9 53.787	358 47 57.3 E	1 12 2.7 W	0.026 S	.....
571	3.5	15 24 23.937	59 3 22.393	19 10 42.473	20 23 21.4 E	339 36 38.6 W	-0.678 N	.....
570	5.5	15 24 40.608	15 30 56.102	19 10 59.099	336 50 55.1 E	23 9 4.9 W	0.408 S	.....
572	3.7	15 26 50.442	29 11 33.792	19 13 8.578	350 31 32.8 E	9 28 27.2 W	0.189 S	.....
573	5.2	15 30 4.180	40 55 11.839	19 16 21.787	2 15 10.8 E	357 44 49.2 W	-0.052 N	.....
576	4.2	15 31 57.819	31 26 40.202	19 18 15.116	352 46 39.2 E	7 13 20.8 W	0.147 S	.....
578	2.3	15 33 40.404	26 47 58.438	19 19 57.420	348 7 57.4 E	11 52 2.6 W	0.230 S	.....
580	5.4	15 36 58.083	40 26 11.711	19 23 14.559	1 46 10.7 E	358 13 49.3 W	-0.041 N	.....
1412	5.8	15 37 30.345	46 52 55.930	19 23 46.734	8 12 54.9 E	351 47 5.1 W	-0.209 N	.....
583	3.7	15 45 4.930	15 30 0.142	19 31 20.077	336 49 59.1 E	23 10 0.9 W	0.408 S	.....
587	5.1	15 46 18.547	62 40 47.499	19 32 33.493	24 0 46.5 E	335 59 13.5 W	-0.887 N	.....
584	4.3	15 47 39.721	18 13 8.445	19 33 54.445	339 33 7.4 E	20 26 52.6 W	0.368 S	.....
1414	4.8	15 50 19.929	35 44 11.223	19 36 34.216	357 4 10.2 E	2 55 49.8 W	0.063 S	.....
1416	4.6	15 51 51.068	42 31 25.181	19 38 5.107	3 51 24.2 E	356 8 35.8 W	-0.091 N	.....
591	3.9	15 55 20.827	15 44 35.530	19 41 34.293	337 4 34.5 E	22 55 25.5 W	0.405 S	.....
593	4.2	15 56 35.884	26 57 4.827	19 42 49.145	348 17 3.8 E	11 42 56.2 W	0.228 S	.....
595	5.0	15 57 13.792	54 49 56.640	19 43 26.949	16 9 55.6 E	343 50 4.4 W	-0.483 N	.....
598	4.1	16 1 27.028	58 38 6.571	19 47 39.494	15 58 5.6 E	340 1 54.4 W	-0.656 N	.....
1421	5.3	16 6 59.792	17 6 50.377	19 53 11.350	338 26 49.4 E	21 33 10.6 W	0.384 S	.....
601	4.3	16 8 1.302	45 0 10.295	19 54 12.691	6 20 9.3 E	353 39 50.7 W	-0.156 N	.....
1423	4.9	16 8 6.034	36 33 22.691	19 54 17.410	357 53 21.7 E	2 6 38.3 W	0.046 S	.....

DIA 24 7 75

COORDENADAS APARENTES

NUM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	TJ DEL PASO	DISTANCIA CENITAL MERIDIANA			A	ANCTACIONES
1425	6.6	16 15 15.651	23 11 9.434	20 1	25.854	344 31 8.4 E	15 28 51.6 W	0.290 S	. . . . .
608	3.9	16 19 1.765	46 22 31.900	20 5	11.351	7 42 30.9 E	252 17 29.1 W	-0.194 N	. . . . .
609	3.8	16 20 52.088	16 12 45.012	20 7	1.373	337 32 44.0 E	22 27 16.0 W	0.398 S	. . . . .
1428	6.3	16 22 1.652	32 23 35.313	20 8	10.747	353 43 34.3 E	6 16 25.7 W	0.129 S	. . . . .
614	5.7	16 23 54.672	55 15 54.288	20 10	3.459	16 35 53.3 E	343 24 6.7 W	-0.501 N	. . . . .
613	4.5	16 24 18.832	14 5 28.765	20 10	27.552	335 25 27.8 E	24 34 32.2 W	0.429 S	. . . . .
618	2.8	16 29 11.703	21 32 42.819	20 15	19.624	342 52 41.8 E	17 7 18.2 W	0.317 S	. . . . .
1432	5.9	16 32 6.390	60 52 45.188	20 18	13.833	22 12 44.2 E	337 47 15.8 W	-0.777 N	. . . . .
621	4.3	16 33 20.423	42 29 28.189	20 19	27.665	3 49 27.2 E	356 10 32.8 W	-0.090 N	. . . . .
1434	5.1	16 38 6.595	48 58 49.006	20 24	13.055	10 18 48.0 E	349 41 12.0 W	-0.273 N	. . . . .
626	3.6	16 42 5.064	38 58 20.331	20 28	10.873	0 18 19.3 E	359 41 40.7 W	-0.007 N	. . . . .
627	4.9	16 44 51.590	56 49 47.958	20 30	56.944	18 9 47.0 E	341 50 13.0 W	-0.570 N	. . . . .
1440	5.2	16 50 46.130	24 42 0.657	20 36	50.516	346 1 59.7 E	13 58 0.3 W	0.266 S	. . . . .
629	6.4	16 50 59.761	15 1 1.932	20 37	4.110	336 21 0.9 E	23 38 59.1 W	0.415 S	. . . . .
1441	5.4	16 52 4.066	31 44 42.675	20 38	8.239	353 4 41.7 E	6 55 18.3 W	0.142 S	. . . . .
1442	4.3	16 52 52.801	10 12 25.997	20 38	56.841	331 32 25.0 E	28 27 35.0 W	0.484 S	. . . . .
633	3.4	16 56 32.413	9 24 52.823	20 42	35.854	230 44 51.8 E	29 15 8.2 W	0.495 S	. . . . .
634	3.9	16 59 22.952	30 57 55.697	20 45	25.927	352 17 54.7 E	7 42 5.3 W	0.156 S	. . . . .
1446	5.3	17 0 43.898	33 36 24.514	20 46	46.652	354 56 23.5 E	5 3 36.5 W	0.106 S	. . . . .
635	4.9	17 4 16.438	12 46 34.703	20 50	18.612	334 6 33.7 E	25 53 26.3 W	0.448 S	. . . . .
1443	6.4	17 4 22.004	43 50 57.104	20 50	24.163	5 10 56.1 E	354 49 3.9 W	-0.125 N	. . . . .
636	6.3	17 7 0.588	40 33 5.605	20 53	2.314	1 53 4.6 E	358 6 55.4 W	-0.043 N	. . . . .
639	3.2	17 8 44.956	65 44 58.293	20 54	46.397	27 4 57.3 E	332 55 2.7 W	-1.108 N	. . . . .
641	3.2	17 14 3.432	24 52 14.622	21 0	4.003	346 12 13.6 E	13 47 46.4 W	0.263 S	. . . . .
643	3.4	17 14 13.517	36 50 24.187	21 0	14.061	358 10 23.2 E	1 49 36.8 W	0.040 S	. . . . .

P A S O D E E S T R E L L A S P O R E L M E R I D I A N O S U P E R I O R (M A Y E R)

DIA 24 7 75

COORDENADAS APARENTES

NJM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	TU DEL PASO	DISTANCIA CENITAL MERIDIANA			A	ANOTACIONES
1454	5.2	17 19 16.035	18 5 4.229	21 5 15.753	339 25	3.2 E	20 34 56.8 W	0.370 S	.....
1456	5.4	17 19 46.454	32 30 8.151	21 5 46.089	353 50	7.2 E	6 9 52.8 W	0.127 S	.....
650	5.8	17 26 7.267	48 17 3.874	21 12 5.862	9 37	2.9 E	350 22 57.1 W	-0.251 N	.....
1460	4.5	17 29 46.878	26 7 54.728	21 15 44.873	347 27	53.7 E	12 32 6.3 W	0.242 S	.....
653	3.0	17 29 54.796	52 16 24.513	21 15 52.769	13 36	23.5 E	346 23 36.5 W	-0.384 N	.....
655	5.0	17 31 43.697	55 12 18.264	21 17 41.373	16 32	17.3 E	343 27 42.7 W	-0.499 N	.....
657	5.0	17 31 49.149	55 11 37.175	21 17 46.810	16 31	36.2 E	343 28 23.8 W	-0.498 N	.....
659	5.2	17 32 6.166	68 9 19.301	21 18 3.781	29 29	18.3 E	330 30 41.7 W	-1.323 N	.....
1462	5.8	17 32 22.608	41 15 51.239	21 18 20.178	2 35	50.2 E	357 24 9.8 W	-0.060 N	.....
656	2.1	17 33 49.878	12 34 47.397	21 19 47.210	333 54	46.4 E	26 5 13.6 W	0.451 S	.....
663	3.8	17 38 48.455	46 1 22.819	21 24 44.972	7 21	21.8 E	352 38 38.2 W	-0.184 N	.....
667	3.5	17 45 32.057	27 44 16.277	21 31 27.471	349 4	15.3 E	10 55 44.7 W	0.214 S	.....
1465	5.8	17 47 23.754	20 34 33.765	21 33 18.863	341 54	32.8 E	18 5 27.2 W	0.332 S	.....
1466	6.8	17 49 1.794	9 51 27.585	21 34 56.636	331 11	26.6 E	28 48 33.4 W	0.489 S	.....
671	3.9	17 53 8.623	56 52 49.629	21 39 2.791	18 12	48.6 E	341 47 11.4 W	-0.572 N	.....
1468	5.5	17 54 27.966	26 3 23.965	21 40 21.917	347 23	23.0 E	12 36 37.0 W	0.243 S	.....
672	4.0	17 55 26.878	37 15 25.098	21 41 20.669	358 35	24.1 E	1 24 35.9 W	0.031 S	.....
676	2.4	17 56 4.480	51 29 44.035	21 41 58.167	12 49	43.0 E	347 10 17.0 W	-0.357 N	.....
674	3.8	17 56 50.876	29 15 12.293	21 42 44.437	350 35	11.3 E	9 24 48.7 W	0.187 S	.....
1469	4.7	17 59 0.109	16 45 16.425	21 44 53.317	338 5	15.4 E	21 54 44.6 W	0.390 S	.....
680	3.7	18 6 13.472	9 33 44.494	21 52 5.496	330 53	43.5 E	29 6 16.5 W	0.493 S	.....
681	3.8	18 6 37.346	28 45 43.109	21 52 29.306	350 5	42.1 E	9 54 17.9 W	0.196 S	.....
685	5.0	18 13 48.147	64 23 34.959	21 59 38.930	25 43	34.0 E	334 16 26.0 W	-1.004 N	.....
684	5.4	18 14 55.307	42 9 15.275	22 0 45.907	3 29	14.3 E	356 30 45.7 W	-0.082 N	.....
1477	4.3	18 19 2.397	36 3 23.819	22 4 52.322	357 23	22.8 E	2 36 37.2 W	0.056 S	.....

PASO DE ESTRELLAS POR EL MERIDIANO SUPERIOR (MAYER)

DIA 24 7 75

COORDENADAS APARENTES

NUM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	TJ DEL PASO	DISTANCIA CENITAL MERIDIANA		A	ANOTACIONES
690	3.9	18 22 41.441	21 45 40.103	22 8 30.768	342 5 39.1 E	16 54 20.9 W	0.313 S	.....
1479	5.7	18 25 4.301	29 49 3.674	22 10 53.238	351 9 2.7 E	8 50 57.3 W	0.177 S	.....
1431	5.7	18 30 1.277	16 54 50.145	22 15 49.403	338 14 49.1 E	21 45 10.9 W	0.387 S	.....
1433	6.7	18 33 8.533	46 12 11.456	22 18 56.148	7 32 10.5 E	252 27 49.5 W	-0.189 N	.....
1484	5.4	18 35 19.965	9 6 19.100	22 21 7.221	330 26 18.1 E	29 33 41.9 W	0.500 S	.....
699	0.1	18 36 8.869	38 45 50.078	22 21 55.992	0 5 49.1 E	359 54 10.9 W	-0.002 N	.....
701	6.0	18 36 11.797	65 28 14.280	22 21 58.911	26 48 13.3 E	333 11 46.7 W	-1.086 N	.....
703	4.3	18 44 38.718	20 31 31.453	22 30 24.449	341 51 30.5 E	18 8 29.5 W	0.332 S	.....
1483	4.9	18 45 7.520	26 38 18.956	22 30 53.171	347 58 18.0 E	12 1 42.0 W	0.233 S	.....
1491	4.4	18 45 58.628	18 9 23.950	22 31 44.140	339 29 23.0 E	20 30 37.0 W	0.369 S	.....
1492	5.8	18 46 12.856	52 57 51.973	22 31 58.330	14 17 51.0 E	345 42 9.0 W	-0.410 N	.....
705	3.4	18 49 12.838	33 20 13.601	22 34 57.820	354 40 12.6 E	5 19 47.4 W	0.111 S	.....
707	4.9	18 50 53.288	59 21 42.797	22 36 37.995	20 41 41.8 E	339 18 18.2 W	-0.693 N	.....
711	4.0	18 54 37.837	43 55 0.946	22 40 21.932	5 14 59.9 E	354 45 0.1 W	-0.127 N	.....
713	3.3	18 58 3.963	32 39 31.457	22 43 47.495	353 59 30.5 E	6 0 29.5 W	0.124 S	.....
712	4.2	18 58 32.950	15 2 14.606	22 44 16.403	336 22 13.6 E	23 37 46.4 W	0.415 S	.....
716	3.0	19 4 19.369	13 49 45.860	22 50 1.876	335 9 44.9 E	24 50 15.1 W	0.433 S	.....
1498	5.5	19 5 41.743	28 35 34.057	22 51 24.024	349 55 33.1 E	10 4 26.9 W	0.199 S	.....
719	5.1	19 6 28.046	36 3 52.655	22 52 10.202	357 23 51.7 E	2 36 8.3 W	0.056 S	.....
723	3.2	19 12 36.763	67 37 18.908	22 58 17.912	28 57 17.9 E	321 2 42.1 W	-1.272 N	.....
724	4.5	19 15 33.504	38 5 34.414	23 1 14.170	359 25 33.4 E	0 34 26.6 W	0.013 S	.....
726	4.0	19 16 34.992	53 19 34.639	23 2 15.490	14 39 33.6 E	345 20 26.4 W	-0.424 N	.....
725	5.1	19 16 42.348	11 33 13.044	23 2 22.826	332 53 12.0 E	27 6 48.0 W	0.465 S	.....
1503	5.2	19 23 50.481	11 53 39.544	23 9 29.790	333 13 38.5 E	26 46 21.5 W	0.460 S	.....
1506	6.7	19 25 14.356	44 53 6.039	23 10 53.436	6 13 5.0 E	353 46 55.0 W	-0.153 N	.....

P A S O D E E S T R E L L A S P O R E L M E R I D I A N O S U P E R I O R (MAYER)

DIA 24 7 75

COORDENADAS APARENTES

NUM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	TU DEL PASO	DISTANCIA CENITAL MERIDIANA			A	ANOTACIONES
1507	6.5	19 25 23.191	57 58 51.464	23 11 2.247	19 18 50.5 E	340 41 9.5 W	-0.624 N	.....
1505	6.0	19 25 26.719	19 50 43.087	23 11 5.765	341 10 42.1 E	18 49 17.9 W	0.343 S	.....
1508	4.6	19 27 43.539	24 37 4.445	23 13 22.212	345 57 3.4 E	14 2 56.6 W	0.267 S	.....
733	3.9	19 29 8.099	51 40 49.489	23 14 46.541	13 0 48.5 E	346 59 11.5 W	-0.363 N	.....
732	3.2	19 29 46.411	27 54 38.820	23 15 24.749	349 14 37.8 E	10 45 22.2 W	0.211 S	.....
1511	4.9	19 30 54.124	34 24 12.788	23 16 32.277	355 44 11.8 E	4 15 48.2 W	0.090 S	.....
738	4.6	19 35 49.829	50 10 1.284	23 21 27.174	11 30 0.3 E	348 29 59.7 W	-0.311 N	.....
1513	4.5	19 39 59.302	17 25 18.164	23 25 35.966	338 45 17.2 E	21 14 42.8 W	0.380 S	.....
1515	5.5	19 42 44.209	25 42 57.078	23 28 20.423	347 2 56.1 E	12 57 3.9 W	0.249 S	.....
740	5.0	19 43 26.086	37 17 51.787	23 29 2.185	358 37 50.8 E	1 22 9.2 W	0.030 S	.....
741	2.8	19 45 8.096	10 33 21.728	23 30 43.917	331 53 20.7 E	28 6 39.3 W	0.479 S	.....
743	3.8	19 46 20.116	18 28 34.722	23 31 55.740	339 48 33.7 E	20 11 26.3 W	0.364 S	.....
745	0.9	19 49 37.691	8 43 21.869	23 35 12.775	330 8 20.9 E	29 51 39.1 W	0.504 S	.....
1521	4.0	19 55 25.725	35 1 14.888	23 40 59.860	356 21 13.6 E	3 38 46.1 W	0.078 S	.....
752	3.7	19 57 42.458	19 25 41.184	23 43 16.219	340 45 40.2 E	19 14 19.8 W	0.349 S	.....
1523	4.7	20 0 7.950	27 41 18.229	23 45 41.314	345 1 17.2 E	10 58 42.8 W	0.215 S	.....
1525	4.8	20 8 33.561	36 46 11.553	23 54 5.544	358 6 10.6 E	1 53 49.4 W	0.041 S	.....
758	4.3	20 12 52.892	56 29 42.059	23 58 24.167	17 49 41.1 E	342 10 18.9 W	-0.555 N	.....
757	4.0	20 12 54.371	46 40 9.532	23 58 25.642	8 0 8.5 E	351 59 51.5 W	-0.203 N	.....
1526	5.0	20 13 1.018	15 7 31.355	23 53 42.244	336 27 30.4 E	23 32 29.6 W	0.414 S	.....
760	5.5	20 15 46.622	24 35 53.006	0 1 17.423	345 55 52.0 E	14 4 8.0 W	0.267 S	.....
765	2.3	20 21 23.560	40 10 49.821	0 6 53.441	1 30 48.8 E	358 29 11.2 W	-0.035 N	.....
1534	4.1	20 28 26.150	30 17 20.660	0 13 54.877	351 37 19.7 E	8 22 40.3 W	0.169 S	.....
1535	5.9	20 28 26.876	36 22 30.648	0 13 55.601	357 42 29.6 E	2 17 30.4 W	0.050 S	.....
767	4.3	20 29 13.960	62 54 49.407	0 14 42.557	24 14 48.4 E	335 45 11.0 W	-0.902 N	.....

PASO DE ESTRELLAS POR EL MERIDIANO SUPERIOR (MAYER)

DIA 24 7 75

COORDENADAS APARENTES

NUM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	TU DEL PASO	DISTANCIA CENITAL MERIDIANA			A	ANCTACIONES
763	4.0	20 32 4.955	11 13 21.279	0 17 33.084	332 33 20.3 E	27 26 39.7 W	0.470 S	.....
1539	4.8	20 37 28.092	21 7 3.433	0 22 55.339	342 27 2.4 E	17 32 57.6 W	0.323 S	.....
772	5.2	20 37 58.777	10 0 8.755	0 23 25.940	331 20 7.8 E	28 39 52.2 W	0.487 S	.....
774	3.9	20 38 32.416	15 49 41.075	0 23 59.487	337 9 40.1 E	22 50 19.9 W	0.403 S	.....
777	1.3	20 40 38.558	45 11 41.120	0 26 5.285	6 31 40.1 E	353 28 19.9 W	-0.161 N	.....
778	4.5	20 42 21.313	14 59 20.954	0 27 47.760	336 19 20.0 E	23 40 40.0 W	0.416 S	.....
782	4.6	20 44 47.927	57 29 36.810	0 30 13.974	18 49 35.8 E	241 10 24.2 W	-0.601 N	.....
783	3.6	20 44 51.175	61 44 43.232	0 30 17.212	23 4 42.2 E	336 55 17.8 W	-0.828 N	.....
780	2.6	20 45 15.719	33 52 50.074	0 30 41.690	355 12 49.1 E	4 47 10.9 W	0.101 S	.....
1541	4.5	20 45 33.689	16 2 18.451	0 30 59.611	337 22 17.5 E	22 37 42.5 W	0.400 S	.....
1544	6.4	20 45 41.603	52 54 28.239	0 31 7.503	14 14 27.2 E	345 45 32.8 W	-0.408 N	.....
786	5.2	20 53 33.421	27 57 59.892	0 38 58.032	349 17 58.9 E	10 42 1.1 W	0.210 S	.....
783	4.0	20 56 18.240	41 4 29.001	0 41 42.401	2 24 28.0 E	357 35 32.0 W	-0.056 N	.....
1549	5.6	20 57 13.038	22 14 0.645	0 42 37.050	343 33 59.6 E	16 26 0.4 W	0.306 S	.....
1551	4.9	20 59 2.376	47 25 37.192	0 44 26.089	8 45 36.2 E	351 14 23.8 W	-0.225 N	.....
792	3.9	21 4 5.091	43 49 54.466	0 49 27.977	5 5 53.5 E	254 50 6.5 W	-0.125 N	.....
793	6.3	21 5 51.277	38 37 38.809	0 51 13.874	359 57 37.8 E	0 2 22.2 W	0.001 S	.....
1555	4.8	21 9 11.418	10 2 7.640	0 54 33.468	331 22 6.6 E	28 37 53.4 W	0.487 S	.....
797	3.4	21 11 56.066	30 7 42.493	0 57 17.667	351 27 41.5 E	8 32 18.5 W	0.172 S	.....

APENDICE III

FORTRAN IV G LEVEL 21

MAIN

DATE = 78179

20/20/51

C DETERMINACION DE LA LONGITUD POR EL METODO DE MAYER

C

```

0001      IMPLICIT REAL*(A-H,O-Z)
0002      DIMENSION ENC(2),OND(2),INOM(2),DMS(12),EALC(30),EACI(30),AR(60),
      *DE(60),AMPA(60),AMPD(60),AMAG(60),PARA(60),NEC(60),ALC(30),ACI(30)
      *,PAL(30),PAC(30),PES(30),AIL(30),RES(30),A(20,3),S(3,3),XX(2),
      *EX(2),B(2,3),NNE(30),CTL(30)
0003      DATA DMS/-1.,30.,58.,89.,119.,150.,180.,211.,242.,272.,303.,333./
0004      DERA=1.7453292519D-2
0005      14 READ 100, ENC,LAG,LAM,SLA,GMSLO,HALT,DEX,LXG,LXM,XS
0006      100 FORMAT(2A8,2I2,F5.2,F10.2,F7.2,F6.2,I3,I2,F5.2)
0007      IF(LAG.EQ.0) GO TO 15
0008      LOG=DABS(GMSLO)/10000
0009      AMLO=DABS(GMSLO)-DFLOAT(LOG*10000)
0010      LOM=AMLO/100
0011      SLO=AMLO-DFLOAT(LOM*100)
0012      AF=(DFLOAT(LAG)+DFLOAT(LAM)/60.+SLA/3600.)*DERA
0013      AL=DFLOAT(LOG)+DFLOAT(LOM)/60.+SLO/3600.
0014      IF(GMSLO.LT.0.) AL=-AL
0015      IF(GMSLO.LT.0.) LOG=-LOG
0016      CF=DCOS(AF)
0017      XE=(DFLOAT(LXG)+DFLOAT(LXM)/60.+XS/3600.)*DERA
0018      PRINT 222
0019      222 FORMAT(1H1)
0020      PRINT 200
0021      200 FORMAT(35X,'DETERMINACION DE LA LONGITUD POR EL METODO DE MAYER',/
      */)

```

C

C LECTURA DE COORDENADAS MEDIAS DE ESTRELLAS OBSERVADAS

C

```

0022      IOC=0
0023      1 READ 101, NUMC,ARH,ARM,ARS,DEG,DEM,DES,AMUA,AMUC,AMG,PAR
0024      101 FORMAT(I4,2F3.0,F6.3,F4.0,F3.0,F5.2,F7.3,F7.2,F5.2,F7.3)
0025      IF(NUMC.EQ.0) GO TO 2
0026      IOC=IOC+1
0027      NEC(IOC)=NUMC
0028      AR(IOC)=ARH+ARM/60.+ARS/3600.
0029      DE(IOC)=DABS(DEG)+DABS(DEM)/60.+DABS(DES)/3600.
0030      IF(DEG.LT.0..OR.DEM.LT.0..OR.DES.LT.0.) DE(IOC)=-DE(IOC)
0031      AMPA(IOC)=AMUA
0032      AMPD(IOC)=AMUC
0033      AMAG(IOC)=AMG
0034      PARA(IOC)=PAR
0035      NELE=IOC
0036      GO TO 1

```

C

C LECTURA DE DATOS DE CADA SERIE

C

```

0037      2 SAL=0.
0038      SAM=0.
0039      SAC=0.
0040      SAN=0.
0041      SPAL=0.
0042      SPAC=0.
0043      CTRL=0.
0044      N=0
0045      10 READ 102, NS,IDA,MES,NA,CXP,CYP,DTU1,ONC,INCM,VNC,TM,EC,VE
0046      102 FORMAT(4I2,2F5.3,F7.4,2A8,2A4,F5.3,F6.3,F5.3,F6.4)

```

```

0047     IF(NS.EQ.0) GO TO 9
0048     DO 8 I=1,20
0049     DO 8 J=1,3
0050     8 A(I,J)=0.
0051     SSA=0.
0052     N=N+1
0053     READ 104, TSH,TSM,TSS,SG1,SM1,SS1,SG2,SM2,SS2,ANL1,ANL2,ANCL1,AN02
0054 104  FORMAT(2F3.0,F6.3,2(F4.0,F3.0,F5.2),2F7.3,2F6.3)
0055     AN=DFLOAT(NA)
0056     FA=DMS(MES)+IDA
0057     IF(DMOD(AN,4.00).EQ.0..AND.MES.GT.2) FA=FA+1.
0058     TS=TSH+TSM/60.+TSS/3600.
0059     AL01=SG1+SM1/60.+SS1/3600.
0060     AL02=SG2+SM2/60.+SS2/3600.
0061     EP=23.4425345975000*DERA
0062     SE=DSIN(EP)
0063     CE=DCOS(EP)
0064     CAB=5.69327778D-3*DERA
0065     PRINT 201,NS,IDA,MES,NA,BND
0066 201  FORMAT(1H0,15X,'SERIE NUMERO',I4,15X,'FECHA CESERVACION',3I3,
*12X,'OBSERVADORES',2X,2A8,/)
0067     PRINT 215, INCM,VNC,TM,EC,VD,DTU1,CXP,CYP
0068 215  FORMAT(1H0,1X,'INSTRUMENTO:',1X,2A4,3X,'NIVEL:',1X,F5.3,2X,'T.M.:',
*,F6.3,3X,'E.C.:',F6.3,3X,'D.T.M.:',F7.4,3X,'DTU1:',F8.4,3X,'CXP:',
*F6.3,3X,'CYP:',F6.3,/)
0069     PRINT 214, TSH,TSM,TSS,FA,SG1,SM1,SS1,SG2,SM2,SS2,ANL1,ANL2,ANCL1,
*AND2
0070 214  FORMAT(1H0,1X,'ELEMENTOS ASTRONOMICOS',/,2X,'TSG:',1X,2F3.0,F6.3,
*2X,'FA:',F5.0,2X,'SOL1:',F5.0,F3.0,F5.2,1X,'SCL2:',F5.0,F3.0,F5.2,
*2X,'NL1:',F7.3,1X,'NL2:',F7.3,2X,'N01:',F6.3,1X,'NC2:',F6.3,/)
0071     PRINT 202
0072 202  FORMAT(1H0,49X,'ESTRELLAS OBSERVADAS',/)
0073     PRINT 203
0074 203  FORMAT(1H0,4X,'NUM',4X,'MAG',4X,'ASCEN RECTA',5X,'DECLINACION',5X,
* 'TIEMPOS',6X,'ESTADO',4X,'LECTURAS NIVEL CAEALLERC',5X,'A',11X,'T'
*,8X,'INCL')
0075     K=0
0076     5 READ 103, NES,TUH,TUM,TUS,ENE1,ENE2,ENW1,ENW2,ECCRN,IFE
0077 103  FORMAT(I4,2F3.0,F6.3,4F4.1,F6.3,I1)
0078     IF(NES.EQ.0) GO TO 6
0079     K=K+1
0080     DO 3 JJ=1,NELE
0081     IF(NEC(JJ).EQ.NES) GO TO 4
0082     3 CONTINUE
0083     4 DELTA=DE(JJ)*DERA
0084     ALFA=AR(JJ)*DERA*15.
0085     AMUA=AMPA(JJ)
0086     AMUD=AMPD(JJ)
0087     AMA=AMAG(JJ)
0088     PAR=PARA(JJ)
C
C   REDUCCION A APARENTES
C
0089     TU=TUH+TUM/60.+TUS/3600.+(ECCRN+DTU1)/3600.
0090     FD=TU/24.
0091     FAT=FA+FD
0092     DJ=(6612.+AN)*365.25-13.
0093     FJ=IDINT(DJ)

```



```

0094      IF(DMOD(AN,4.D0).EQ.0.) FJ=FJ-1.
0095      FS=(FJ+0.5-2415020.)/36525.
0096      CAT=365.24219879C00-6.14D-6*FS
0097      CAT=280.-(279.69667778D00+36000.768925D00*FS+3.025D-4*FS*FS-5.6932
          *7778D-3)
0098      CAT=(CAT+360.*AN)*(1.014601001D00+3.0556C-10*FS)
0099      FAT=(FAT-CAT)/DAT
0100      AT=AN+FAT
0101      TR=AT-75.
0102      PHI=(174.635691667D00-(2.4161566789D-3-8.333C-10*TR)*TR)*CERA
0103      SP=DSIN(PHI)
0104      CP=DCOS(PHI)
0105      AK=(1.307130434D-4-(9.242361D-10-1.3889D-14*TR)*TR)*TF*DERA
0106      SK=DSIN(AK)
0107      CK=DCOS(AK)
0108      ANUTL=(ANL1+(ANL2-ANL1)*FD)*DERA/3600.
0109      PREC=(1.396474534D-2+(3.0880417D-8+2.778C-14*TR)*TR)*TF*[ERA
0110      PN=PHI+ANUTL+PREC
0111      SPN=DSIN(PN)
0112      CPN=DCOS(PN)
0113      SOL=(AL01+(AL02-AL01)*FD)*DERA+ANUTL
0114      SS=DSIN(SOL)
0115      CS=DCOS(SOL)
0116      ANUTOB=(AN01+(AN02-AN01)*FD)*DERA/3600.
0117      OM=(23.452294444D00-(1.30125D-4+(1.63889D-1C-5.0278C-13*AT)*AT)*
          *AT)*DERA+ANUTOB
0118      SO=DSIN(OM)
0119      CO=DCOS(OM)
0120      TR=TR/100.
0121      SA=DSIN(ALFA)
0122      CA=DCOS(ALFA)
0123      SD=DSIN(DELTA)
0124      CD=DCOS(DELTA)
0125      X=CA*CD
0126      Y=SA*CD
0127      Z=SD
0128      AMUA=AMUA*15.*DERA/3600.
0129      AMUD=AMUD*DERA/3600.
0130      UMU=-AMUA*SA*CD-AMUD*CA*SD
0131      VMU=AMUA*CA*CD-AMUD*SA*SD
0132      WMU=AMUD*CD
0133      U=X
0134      V=Y*CE+Z*SE
0135      W=-Y*SE+Z*CE
0136      XMU=UMU
0137      YMU=VMU*CE+WMU*SE
0138      ZMU=-VMU*SE+WMU*CE
0139      UUU=XMU*XMU+YMU*YMU+ZMU*ZMU
0140      X=U+XMU*TR-0.5*UUU*TR*TR
0141      Y=V+YMU*TR-0.5*UUU*V*TR*TR
0142      Z=W+ZMU*TR-0.5*UUU*W*TR*TR
0143      U=X*(CPN*CP+SPN*SP*CK)+Y*(CPN*SP-SPN*CP*CK)-Z*SPN*SK
0144      V=X*(SPN*CP-CPN*SP*CK)+Y*(SPN*SP+CPN*CP*CK)+Z*CPN*SK
0145      W=X*SP*SK-Y*CP*SK+Z*CK
0146      PAR=(PAR/3600.)*CERA
0147      X=U+CAB*SS+PAR*CS
0148      Y=V-CAB*CS+PAR*SS
0149      Z=W

```

```

0150      R=DSQRT(X*X+Y*Y+Z*Z)
0151      X=X/R
0152      Y=Y/R
0153      Z=Z/R
0154      U=X
0155      V=Y*CO-Z*SO
0156      W=Y*SO+Z*CO
0157      ALF=DATAN2(V,U)
0158      AB=DSQRT(U*U+V*V)
0159      DELT=DATAN2(W,AB)
0160      TSG=(TS+TU+TU/365.2422)*15.
0161      TSLG=TSG+AL
0162      IF(TSLG.GT.360.) TSLG=TSLG-360.
0163      TSL=TSLG*DERA
0164      DAL=3.2D-1*CF*DCOS(TSL-ALF)/DCOS(DELT)
0165      DEL=3.2C-1*CF*DCOS(TSL-ALF)*DSIN(DELT)
0166      ASR=ALF+DAL*DERA/3600.
0167      DCL=DELT+DEL*DERA/3600.
0168      IF(ASR.LT.0.) ASR=ASR+6.283185308D00
C
C CORRECCION DEL NIVEL
C
0169      FCN=0.25*VNC*(ENE1+ENE2-ENW1-ENW2)/3600.
0170      AS=ASR/(15.*DERA)
0171      DC=DCL/DERA
0172      ITH=TUH
0173      ITM=TUM
0174      FNIV=FCN*3600.
0175      CALL GRMS(AS,I1,M1,S1)
0176      CALL GRMS(DC,I2,M2,S2)
C
C CALCULO DE LOS COEFICIENTES. SE LE ASIGNA AL PASC SUPERIOR VALCR 0.
C AL PASO INFERIOR +1
C
0177      AS=AS*15.
0178      CDC=DCOS(DCL)
0179      FL=.5*VD*(TM+EC)/CDC/3600.*15.
0180      A(K,1)=1.
0181      IF(IPE.GT.0) GO TO 7
0182      A(K,2)=DSIN(AF-DCL)/CDC
0183      A(K,3)=- (AS-TSLG-FCN*DCOS(AF-DCL)/CDC-FL)*DERA
0184      GO TO 13
0185      7 A(K,2)=DSIN(AF+DCL)/CDC
0186      A(K,3)=- (AS+180.-TSLG-FCN*DCOS(AF+DCL)/CDC-FL)*DERA
0187      13 SSA=SSA+A(K,2)
0188      PRINT 204, NES,AMA,I1,M1,S1,I2,M2,S2,ITH,ITM,TLS,ECRCN,ENE1,ENE2,
*ENW1,ENW2,A(K,2),A(K,3),FNIV
0189      204 FORMAT(1H0,1X,I6,F7.2,3X,3(2I3,F7.3,2X),1X,F6.3,4X,'E',2F5.1,2X,'H
*',2F5.1,F9.4,D13.4,F8.3)
0190      GO TO 5
0191      6 CONTINUE
C
C RESOLUCION DEL SISTEMA POR MINIMOS CUADRADOS
C
0192      CALL MINI22(K,A,S,B,XX,EX,ETA)
0193      DO 12 I=1,K
0194      12 RES(I)=(XX(I)+A(I,2)*XX(2)+A(I,3))*3600./DERA
0195      PRINT 213,SSA,(RES(I),I=1,K)

```

```

0196      213 FORMAT(1H0,1X,'CCNTROL:(',F6.3,')',19F6.2,/)
0197      AIL(N)=XX(1)*3600./DERA
0198      ACI(N)=XX(2)*3600./DERA
0199      EALO(N)=EX(1)*3600./DERA
0200      EACI(N)=EX(2)*3600./DERA
0201      EME=ETA*3600./DERA
0202      ALON=AL+XX(1)/DERA
0203      PAL(N)=1./(EALO(N)*EALO(N))
0204      PAC(N)=1./(EACI(N)*EACI(N))
0205      PES(N)=1./(EME*EME)
0206      SPAL=SPAL+PAL(N)
0207      SPAC=SPAC+PAC(N)
0208      ALONR=ALON*DERA
0209      CALL GRMS(ALON,I1,M1,S1)
0210      ALO(N)=ALON-(CXP*DSIN(ALONR)+CYP*DCOS(ALONR))*DTAN(AF)/3600.
0211      CALL GRMS(ALO(N),I2,M2,S2)
0212      SAL=SAL+ALO(N)*PAL(N)
0213      SAM=SAM+ALO(N)
0214      SAC=SAC+ACI(N)*PAC(N)
0215      SAN=SAN+ACI(N)
0216      CTRL=CTRL+SSA
0217      NNE(N)=K
0218      CTL(N)=SSA
0219      PRINT 208,AIL(N),EALO(N),ACI(N),EACI(N),I1,M1,S1,EME,I2,M2,S2
0220      208 FORMAT(1H0,5X,'INCREMENTO DE LONGITUD:',F11.3,3X,'E.M.C.:',F7.3,
*5X,'DESVIACION ACIMUTAL:',F9.3,3X,'E.M.C.:',F7.3,/,6X,
*'LONGITUD DE LA SERIE:',2I3,F7.3,3X,'E.M.C.:',F7.3,5X,
*'LONGITUD OCI:',2I3,F7.3/)
0221      PRINT 222
0222      PRINT 200
0223      GO TO 10
0224      9 CONTINUE
0225      ALFIN=SAL/SPAL
0226      ALFIM=SAM/DFLOAT(N)
0227      ACFIN=SAC/SPAC
0228      ACFIM=SAN/DFLOAT(N)
0229      PRINT 305
0230      305 FORMAT(1H0,' RESUMEN RESULTADOS MEDIA PONDERADA ',/)
0231      PRINT 205
0232      205 FORMAT(1H0,5X,'SERIE',2X,'INCR.LGN',3X,'RESIDUC',2X,'EMC',6X,
*'DESV.ACIMUT',2X,'RESIDUO',2X,'EMC',9X,'LONGITUD',5X,
*'PESO SERIE',2X,'ESTRELLAS',3X,'CCNTROL',/)
0233      DAL=0.
0234      DAC=0.
0235      NTE=0.
0236      DO 11 K=1,N
0237      NTE=NTE+NNE(K)
0238      DAL=(ALFIN-ALO(K))*3600.
0239      DAC=ACFIN-ACI(K)
0240      CALL GRMS(ALO(K),I1,M1,S1)
0241      PRINT 206,K,AIL(K),DAL,EALO(K),ACI(K),DAC,EACI(K),I1,M1,S1,PES(K)
* ,NNE(K),CTL(K)
0242      206 FORMAT(5X,14,F11.3,F10.3,F7.3,F14.3,F10.3,F7.2,6X,2I3,F7.3,F9.2,8X
* ,I2,7X,F7.4)
0243      DAL=DAL+PAL(K)*DAL
0244      DAC=DACS+PAC(K)*DAC
0245      EMAL=DSQRT(DAL/(DFLOAT(N)-1.))
0246      EMAC=DSQRT(DACS/(DFLOAT(N)-1.))

```

```

0247 PRINT 209, EMAL, EMAC, NTE
0248 209 FORMAT(1H0,10X,'E.M.C. INCREMENTO LONGITUD SERIES :',F6.3,10X,'E.
    *M.C. DESVIACION ACIMUTAL SERIES :',F6.3,10X,'ESTRELLAS :',14,/)
0249 PRINT 306
0250 306 FORMAT(1H0,' RESUMEN RESULTADOS MEDIA ARITMETICA ',//)
0251 PRINT 205
0252 DAMS=0.
0253 DANS=0.
0254 DO 31 K=1,N
0255 DAM=(ALFIM-ALO(K))*3600.
0256 DAN=ACFIM-ACI(K)
0257 CALL GRMS(ALC(K),I1,M1,S1)
0258 PRINT 206,K,AIC(K),DAM,EALG(K),ACI(K),DAN,EACI(K),I1,M1,S1,PES(K)
    *,NNE(K),CTL(K)
0259 DAMS=DAMS+DAM*DAM
0260 31 DANS=DANS+DAN*DAN
0261 EMAM=DSQRT(DAMS/(DFLOAT(N)-1.))
0262 EMAN=DSQRT(DANS/(DFLOAT(N)-1.))
0263 PRINT 209, EMAM, EMAN, NTE
0264 PRINT 222
0265 PRINT 207
0266 207 FORMAT(1H0,'UNIVERSIDAD COMPLUTENSE - MADRID',/,1X,'FACULTAD DE CI
    *ENCIAS MATEMATICAS',/,1X,'CATEDRA DE ASTRONCMIA Y GECCESIA',//)
0267 PRINT 200
0268 EMCAL=EMAL/DSQRT(SPAL)
0269 EMCAM=EMAM/DSQRT(DFLOAT(N))
0270 EMCAC=EMAC/DSQRT(SPAC)
0271 EMCAN=EMAN/DSQRT(DFLOAT(N))
0272 CALL GRMS(ALFIN,I1,M1,S1)
0273 PRINT 210, END,LAG,LAM,SLA,LOG,LOM,SLO,HALT
0274 210 FORMAT(1H0,10X,'ESTACION:',2X,2A8,5X,'LAT. APROX.:',2I3,F6.2,2X,'L
    *ON. APROX.:',2I3,F6.2,2X,'ALT.:',F7.2,//)
0275 PRINT 307
0276 307 FORMAT(1H0,' RESULTADOS PONDERADOS ',//)
0277 PRINT 211, I1,M1,S1,EMCAL,ACFIN,EMCAC
0278 211 FORMAT(1H0,10X,'LONGITUD CALCULADA:',1X,2I3,F7.3,6X,'E.M.C.:',F7.3
    *,10X,'DESVIACION ACIMUTAL:',F8.3,6X,'E.M.C.:',F7.3,/)
C
C CORRECCION POR EXCENTRICA
C
0279 CEX=3.2376D-2*DE*X*DSIN(XE)/DCOS(AF)
0280 CEXG=CEX/3600.
0281 ALFEX=ALFIM+CEXG
0282 CALL GRMS(ALFEX,I1,M1,S1)
0283 PRINT 212, CEX,I1,M1,S1,CTRL
0284 212 FORMAT(11X,'COR. EXCENTRICA :',7X,F7.3,/,11X,'LONGITUD DEFINITI
    *VA:',2I3,F7.3,30X,'CONTROL:',F7.4,/)
0285 CALL GRMS(ALFIM,I1,M1,S1)
0286 PRINT 308
0287 308 FORMAT(1H0,' RESULTADOS MEDIOS ',//)
0288 PRINT 211, I1,M1,S1,EMCAM,ACFIM,EMCAN
0289 ALFEX=ALFIM+CEXG
0290 CALL GRMS(ALFEX,I1,M1,S1)
0291 PRINT 212, CEX,I1,M1,S1,CTRL
0292 GO TO 14
0293 15 STOP
0294 END

```

```
C  MINIMOS CUADRADOS CCN SOLO DCS INCOGNITAS
SUBROUTINE MINI22 (NN,A,S,B,X,EX,ETA)
DOUBLE PRECISION S(3,3),B(2,3),X(2),EX(2),ETA
REAL*8 A(20,3)
DO 1 I=1,3
DO 1 J=1,3
S(I,J)=0.
DO 1 L=1,NN
1 S(I,J)=S(I,J)+A(L,I)*A(L,J)
DO 2 I=1,2
DO 2 J=2,3
K=I+1
B(I,1)=-S(I,3)
B(I,J)=0.
2 B(I,K)=1.
S(1,1)=DSQRT(S(1,1))
S(1,2)=S(1,2)/S(1,1)
S(2,2)=DSQRT(S(2,2)-S(1,2)*S(1,2))
B(1,1)=B(1,1)/S(1,1)
B(1,2)=B(1,2)/S(1,1)
DO 3 J=1,3
B(2,J)=(B(2,J)-S(1,2)*B(1,J))/(S(2,2)*S(2,2))
3 B(1,J)=(B(1,J)-S(1,2)*B(2,J))/S(1,1)
DO 4 I=1,2
DO 4 J=1,2
4 X(I)=B(I,1)
Z=NN-2
ETA=S(3,3)
DO 5 J=1,2
5 ETA=ETA+S(J,3)*X(J)
ETA=DSQRT(ETA/Z)
DO 6 I=1,2
J=I+1
6 EX(I)=(DSQRT(B(I,J)))*ETA
RETURN
END
```

```
0001      SUBROUTINE GRMS(X,IG,MI,SE)
0002      REAL*8 X,AM,SE,Y
0003      K=0
0004      IF(X.LT.0.) K=1
0005      Y=DABS(X)
0006      IG=Y
0007      AM=(Y-DFLOAT(IG))*60.
0008      MI=AM
0009      SE=(AM-DFLOAT(MI))*60.
0010      IF((K.EQ.1).AND.(IG.EQ.0).AND.(MI.EQ.0)) SE=-SE
0011      IF((K.EQ.1).AND.(IG.EQ.0)) MI=-MI
0012      IF(K.EQ.1) IG=-IG
0013      RETURN
0014      END
```


UNIVERSIDAD COMPLUTENSE - MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS
CATEDRA DE ASTRONOMIA Y GEODESIA

APENDICE V

DETERMINACION DE LA LONGITUD POR EL METODO DE MAYER

ESTACION: VERTICE MOLA LAT. APROX.: 38 40 1.00 LCN. AFECX.: 1 32 15.00 ALT.: 0.0

RESULTADOS PONDERADOS

LONGITUD CALCULADA: 1 32 11.905 E.M.C.: 0.093 DESVIACION ACIMUTAL: 1.157 E.M.C.: 0.499
COR. EXCENTRICA : 0.0
LONGITUD DEFINITIVA: 1 32 11.905 CENTIFCL:-0.5715

RESULTADOS MEDIOS

LONGITUD CALCULADA: 1 32 11.847 E.M.C.: 0.096 DESVIACION ACIMUTAL: 0.556 E.M.C.: 0.578
COR. EXCENTRICA : 0.0
LONGITUD DEFINITIVA: 1 32 11.847 CENTIFCL:-0.5715

DETERMINACION DE LA LONGITUD POR EL METODO DE MAYER

SERIE NUMERO 1

FECHA OBSERVACION 23 7 75

OBSERVADORES G.PINTO-LUJAN

INSTRUMENTO: WILD T-4 NIVEL: 1.120 T.M.: -0.001 E.C.: 0.940 D.T.M.: 0.1024 DTU1: 0.1577 CXP: 0.135 CYP: 0.211

ELEMENTOS ASTRONOMICOS

TSG: 20. 0.26.875 FA: 203. SOL1: 119.32.39.77 SOL2: 120.30.11.43 AL1: 16.023 NL2: 16.045 NQ1: -5.183 NQ2: -5.141

ESTRELLAS OBSERVADAS

NUM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	TIEMPOS	ESTAD	LECTURAS NIVEL CABALLERO	A	T	INCL
568	4.47	15 23 35.161	37 27 58.340	19 13 49.073	0.773	E 28.2 66.5 W 31.7 70.2	0.0264	0.11260-04	-2.016
572	3.72	15 26 50.480	29 11 33.819	19 17 3.875	0.772	E 27.2 66.0 W 31.8 70.2	0.1886	0.10777-04	-2.464
580	5.41	15 36 58.127	40 26 11.764	19 27 9.914	0.772	E 26.5 66.1 W 30.4 69.5	-0.0406	0.16270-04	-1.932
584	4.28	15 47 39.754	18 13 8.429	19 37 49.713	0.772	E 26.6 66.0 W 31.2 70.7	0.3678	0.96618-05	-2.604
1416	4.61	15 51 51.114	42 31 25.224	19 42 0.535	0.772	E 26.4 66.0 W 30.5 70.0	-0.0913	0.19140-04	-2.268
595	4.96	15 57 13.852	54 49 56.714	19 47 22.465	0.772	E 26.3 66.1 W 30.3 70.2	-0.4834	0.22320-04	-2.268
1423	4.94	16 8 6.074	36 33 22.705	19 58 12.839	0.772	E 25.8 65.7 W 30.1 70.2	0.0458	0.19170-04	-2.464
1425	6.59	16 15 15.684	23 11 9.414	20 5 21.101	0.772	E 26.5 66.5 W 30.3 70.4	0.2904	0.97490-05	-2.156
608	3.91	16 19 1.812	46 22 31.929	20 9 6.757	0.772	E 26.0 66.2 W 30.7 71.0	-0.1944	0.14050-04	-2.660
614	5.66	16 23 54.732	55 15 54.333	20 13 58.907	0.772	E 26.2 66.7 W 30.4 70.8	-0.5013	0.16930-04	-2.324
618	2.81	16 29 11.735	21 32 42.789	20 19 15.031	0.772	E 23.5 64.4 W 31.3 72.1	0.3165	0.11390-04	-4.228
621	4.25	16 33 20.466	42 29 28.196	20 23 23.109	0.772	E 25.2 66.0 W 31.1 71.8	-0.0904	0.13860-04	-3.270
1434	5.14	16 38 6.644	48 58 49.023	20 28 8.606	0.772	E 25.2 66.0 W 31.4 72.2	-0.2728	0.18030-04	-3.472
626	3.61	16 42 5.104	38 58 20.324	20 32 6.307	0.772	E 26.6 67.2 W 32.1 72.9	-0.0069	0.15040-04	-3.136
1441	5.35	16 52 4.100	31 44 42.648	20 42 3.662	0.772	E 25.5 66.2 W 32.2 73.1	0.1417	0.12220-04	-3.808
634	3.92	16 59 22.986	30 57 55.664	20 49 21.337	0.771	E 24.0 65.2 W 30.7 71.8	0.1563	0.11920-04	-3.724

CONTROL: (-0.148) -0.58 -0.29 0.29 -0.10 0.76 0.48 1.10 -0.26 -0.53 -0.67 0.14 -0.32 0.10 0.12 -0.11 -0.14

INCREMENTO DE LONGITUD: -2.966 E.M.C.: 0.125 DESVIACION ACIMUTAL: 2.386 E.M.C.: 0.497

LONGITUD DE LA SERIE: 1 32 12.034 E.M.C.: 0.501 LONGITUD CC: 1 32 11.862

DETERMINACION DE LA LONGITUD POR EL METODO DE MAYER

SERIE NUMERO 2

FECHA OBSERVACION 24 7 75

OBSERVADORES G.PINTO-LUJAN

INSTRUMENTO: WILD T-4 NIVEL: 1.120 T.M.: -0.001 E.C.: 0.940 C.T.M.: 0.1024 DTU1: 0.1559 CXP: 0.135 CYP: 0.210

ELEMENTOS ASTRONOMICOS

TSG: 20. 4.23.432 FA: 204. SOL1: 120.30.11.43 SOL2: 121.27.28.18 NL1: 16.045 NL2: 16.030 NO1: -5.141 NO2: -5.100

ESTRELLAS OBSERVADAS

NUM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	TIEMPOS	ESTADG	LECTURAS NIVEL CABALLERO	A	T	INCL
568	4.47	15 23 35.142	37 27 58.428	19 9 53.154	0.757	E 27.5 66.1 W 31.0 70.2	0.0264	0.10050-04	-2.128
572	3.72	15 26 50.464	29 11 33.907	19 13 7.887	0.757	E 28.0 68.0 W 31.1 70.5	0.1886	0.10080-04	-1.568
580	5.41	15 36 58.108	40 26 11.865	19 23 13.859	0.757	E 26.0 67.5 W 28.4 69.5	-0.0406	0.10400-04	-1.232
584	4.28	15 47 39.741	18 13 8.517	19 33 53.708	0.757	E 26.2 68.6 W 27.8 70.4	0.3678	0.10580-04	-0.924
1416	4.61	15 51 51.094	42 31 25.341	19 38 4.457	0.757	E 24.8 67.8 W 27.1 70.0	-0.0913	0.13780-04	-1.260
595	4.96	15 57 13.824	54 49 56.836	19 43 26.337	0.756	E 24.6 67.8 W 27.2 70.8	-0.4834	0.12870-04	-1.568
1423	4.94	16 8 6.057	36 33 22.832	19 54 16.775	0.756	E 25.1 69.1 W 27.7 71.8	0.0458	0.13850-04	-1.484
1425	6.59	16 15 15.672	23 11 9.526	20 1 25.187	0.756	E 23.8 68.1 W 26.5 70.7	0.2904	0.12590-04	-1.484
608	3.91	16 19 1.792	46 22 32.073	20 5 10.781	0.756	E 23.7 68.1 W 27.0 71.4	-0.1944	0.15170-04	-1.848
618	2.81	16 29 11.723	21 32 42.906	20 15 19.023	0.756	E 23.0 67.6 W 27.4 72.2	0.3165	0.12410-04	-2.520
621	4.25	16 33 20.449	42 29 28.350	20 19 27.083	0.756	E 23.2 68.1 W 26.3 71.0	-0.0905	0.15950-04	-1.680
1434	5.14	16 38 6.623	48 58 49.187	20 24 12.512	0.756	E 22.4 68.3 W 26.8 71.7	-0.2728	0.16310-04	-1.904
626	3.61	16 42 5.088	38 58 20.481	20 28 10.289	0.756	E 23.2 68.2 W 26.6 71.5	-0.0069	0.14950-04	-1.876

CONTROL: (0.056) -0.59 -0.44 -0.58 -0.15 0.07 -0.49 0.22 0.19 0.26 0.17 0.52 0.42 0.39

INCREMENTO DE LONGITUD: -2.684 E.M.C.: 0.116 DESVIACION ACIMUTAL: 0.945 E.M.C.: 0.492

LONGITUD DE LA SERIE: 1 32 12.316 E.M.C.: 0.418 LONGITUD CCI: 1 32 12.145

DETERMINACION DE LA LONGITUD POR EL METODO DE MAYER

SERIE NUMERO 3

FECHA OBSERVACION 24 7 75

OBSERVADOR G. PINTO-LUJAN

INSTRUMENTO: WILD T-4 NIVEL: 1.120 T.M.: -0.001 E.C.: 0.940 D.T.M.: 0.1024 DTU1: 0.1558 CXP: 0.135 CYP: 0.210

ELEMENTOS ASTRONOMICOS

TSG: 20. 4.23.432 FA: 204. SOL1: 120.30.11.43 SOL2: 121.27.28.18 NL1: 14.045 NL2: 16.030 NO1: -5.141 NO2: -5.100

ESTRELLAS OBSERVADAS

NUM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	TIEMPOS	ESTAD	LECTURAS NIVEL CABALLERO	A	T	INCL
1441	5.35	16 52 4.087	31 44 42.801	20 38 7.745	0.756	E 21.6 67.0 W 28.5 73.6	0.1417	0.12060-04	-3.696
634	3.92	16 59 22.974	30 57 55.821	20 45 25.431	0.756	E 23.0 68.1 W 28.2 73.4	0.1563	0.16356-04	-2.940
1448	6.36	17 4 22.030	43 50 57.272	20 50 23.720	0.756	E 22.0 67.3 W 27.7 72.9	-0.1252	0.16008-04	-3.164
636	6.27	17 7 0.612	40 33 5.763	20 53 1.745	0.756	E 23.7 68.7 W 27.6 72.7	-0.0433	0.13766-04	-2.212
643	3.36	17 14 13.540	36 50 24.332	21 0 13.608	0.756	E 24.0 69.1 W 29.3 74.5	0.0398	0.18060-04	-2.996
1456	5.36	17 19 46.476	32 30 8.283	21 5 45.663	0.756	E 22.5 67.5 W 29.1 74.3	0.1273	0.16566-04	-3.752
650	5.81	17 26 7.294	48 17 4.057	21 12 5.484	0.756	E 22.7 67.9 W 28.9 74.0	-0.2511	0.17470-04	-3.444
653	2.99	17 29 54.825	52 16 24.708	21 15 52.355	0.756	E 23.7 69.0 W 28.5 73.6	-0.3845	0.19608-04	-2.632

CONTROL: (-0.339) -0.60 0.31 -0.17 -0.51 0.50 0.31 -0.05 0.20

INCREMENTO DE LONGITUD: -3.287 E.M.C.: 0.157 DESVIACION ACIMUTAL: 1.440 E.M.C.: 0.824

LONGITUD DE LA SERIE: 1 32 11.713 E.M.C.: 0.433 LONGITUD CCI: 1 32 11.542

DETERMINACION DE LA LONGITUD POR EL METODO DE MAYER

SERIE NUMERO 4

FECHA OBSERVACION 25 7 75

OBSERVADORES G.PINTO-LUJAN

INSTRUMENTO: WILD T-4 NIVEL: 1.120 T.M.: -0.001 E.C.: 0.940 C.T.M.: C.1024 DTU1: 0.1540 CXP: 0.135 CYP: 0.208

ELEMENTOS ASTRONOMICOS

TSG: 20. 8.19.986 FA: 205. SOL1: 121.27.28.18 SOL2: 122.24.45.64 NL1: 16.030 NL2: 15.984 NO1: -5.100 NO2: -5.064

ESTRELLAS OBSERVADAS

NUM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	TIEMPOS	ESTADO	LECTURAS NIVEL CABALLERO	A	T	INCL
568	4.47	15 23 35.122	37 27 58.524	19 5 57.103	0.739	E 35.3 65.5 W 34.0 64.2	0.0264	0.17088-04	0.728
572	3.72	15 26 50.446	29 11 34.002	19 9 11.867	0.739	E 34.9 65.1 W 35.4 65.8	0.1886	0.64250-05	-0.336
573	5.15	15 30 4.184	40 55 12.096	19 12 25.110	0.739	E 33.9 64.4 W 33.7 64.1	-0.0520	0.14260-04	0.140
584	4.28	15 47 39.726	18 13 8.614	19 29 57.780	0.739	E 33.5 64.5 W 34.3 65.0	0.3678	0.11450-64	-0.364
1416	4.61	15 51 51.073	42 31 25.464	19 34 8.581	0.739	E 34.0 65.0 W 35.5 66.3	-0.0913	0.19350-64	-0.784
595	4.96	15 57 13.795	54 49 56.963	19 39 30.296	0.739	E 35.0 66.0 W 33.9 64.8	-0.4834	0.21800-04	0.644
1423	4.94	16 8 6.039	36 33 22.964	19 50 20.797	0.739	E 34.5 65.6 W 35.0 65.9	0.0458	0.16310-04	-0.224

CONTROL: (0.002) 0.40 -0.90 -0.42 0.26 0.51 -0.15 0.30

INCREMENTO DE LONGITUD: -3.203 E.M.C.: 0.213 DESVIACION ACINTAL: 2.996 E.M.C.: 0.872

LONGITUD DE LA SERIE: 1 32 11.797 E.M.C.: 0.564 LONGITUD OCI: 1 32 11.628

DETERMINACION DE LA LONGITUD POR EL METODO DE MAYER

SERIE NUMERO 5

FECHA OBSERVACION 25 7 75

OBSERVADORES G.PINTO-LUJAN

INSTRUMENTO: WILD T-4 NIVEL: 1.120 T.M.: -0.001 E.C.: 0.940 L.T.M.: 0.1024 DTU1: 0.1540 CXP: 0.135 CYP: 0.208

ELEMENTOS ASTRONOMICOS

TSG: 20. 8.19.986 FA: 205. SOL1: 121.27.28.18 SOL2: 122.24.45.64 NL1: 16.030 NL2: 15.984 NG1: -5.100 NG2: -5.064

ESTRELLAS OBSERVADAS

NUM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	TIEMPOS	ESTAD	LECTURAS NIVEL CABALLERO	A	T	INCL
1425	6.59	16 15 15.657	23 11 9.645	19 57 29.315	0.738	E 32.5 63.5 W 36.2 67.3	0.2904	0.11720-C4	-2.100
608	3.91	16 19 1.770	46 22 32.221	20 1 14.709	0.738	E 32.7 64.0 W 34.1 65.3	-0.1944	0.10580-C4	-0.756
618	2.81	16 29 11.710	21 32 43.029	20 11 23.053	0.738	E 33.3 64.6 W 36.2 67.4	0.3165	0.12060-C4	-1.596
621	4.25	16 33 20.429	42 29 28.509	20 15 31.187	0.738	E 32.7 64.1 W 36.0 67.3	-0.0905	0.15870-C4	-1.820
1434	5.14	16 38 6.601	48 58 49.355	20 20 16.489	0.738	E 33.4 64.8 W 35.6 67.0	-0.2728	0.13000-C4	-1.232
626	3.61	16 42 5.071	38 58 20.643	20 24 14.325	0.738	E 32.4 63.8 W 34.7 66.0	-0.0069	0.14540-C4	-1.260
1441	5.35	16 52 4.073	31 44 42.959	20 34 11.680	0.738	E 32.0 63.6 W 34.1 65.5	0.1417	0.14630-C4	-1.120
634	3.92	16 59 22.959	30 57 55.982	20 41 29.426	0.738	E 31.6 63.2 W 34.8 66.5	0.1563	0.15140-C4	-1.820

CONTROL: (0.340) -0.35 -0.54 -0.28 0.48 -0.13 0.21 0.28 0.34

INCREMENTO DE LONGITUD: -2.791 E.M.C.: 0.146 DESVIACION ACINTAL: 0.078 E.M.C.: 0.698

LONGITUD DE LA SERIE: 1 32 12.209 E.M.C.: 0.404 LONGITUD CCI: 1 32 12.039

SERIE NUMERO 6

FECHA OBSERVACION 25 7 75

OBSERVADORES G. PINTO-LUJAN

INSTRUMENTO: WILD T-4 NIVEL: 1.120 T.M.: -0.001 E.C.: 0.940 D.Y.M.: 0.1024 DTU1: 0.1540 CXP: 0.135 CYP: 0.208

ELEMENTOS ASTRONOMICOS

TSG: 20. 8.19.986 FA: 205. SOL1: 121.27.28.18 SOL2: 122.24.45.64 NL1: 16.030 NL2: 15.984 NO1: -5.100 NO2: -5.064

ESTRELLAS OBSERVADAS

NUM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	TIEMPOS	ESTAD	LECTURAS NIVEL CABALLERO	A	T	INCL
1448	6.36	17 4 22.012	43 50 57.459	20 46 27.648	0.738	E 32.6 64.2 W 34.5 66.2	-0.1252	0.1779E-04	-1.052
636	6.27	17 7 0.596	40 33 5.947	20 49 5.766	0.738	E 32.5 64.7 W 35.0 66.8	-0.0433	0.1495E-04	-1.176
643	3.36	17 14 13.525	36 50 24.516	20 56 17.580	0.738	E 30.7 62.4 W 34.4 66.1	0.0398	0.1454E-04	-2.072
1456	5.36	17 19 46.463	32 30 8.458	21 1 49.695	0.738	E 30.5 62.2 W 35.9 67.7	0.1273	0.1570E-04	-3.052
650	5.81	17 26 7.276	48 17 4.268	21 3 9.333	0.737	E 32.8 64.7 W 35.0 66.8	-0.2511	0.1566E-04	-1.204
653	2.99	17 29 54.805	52 16 24.927	21 11 56.286	0.737	E 32.5 64.6 W 34.4 66.2	-0.3845	0.2141E-04	-0.868
1462	5.82	17 32 22.617	41 15 51.606	21 14 23.732	0.737	E 31.0 63.0 W 35.3 67.2	-0.0603	0.1444E-04	-2.380
663	3.79	17 38 48.465	46 1 23.216	21 20 48.523	0.737	E 32.6 64.5 W 35.7 67.6	-0.1844	0.1786E-04	-1.736
667	3.48	17 45 32.067	27 44 16.572	21 27 30.955	0.737	E 31.8 63.6 W 36.6 68.4	0.2142	0.5390E-05	-2.688
1465	5.77	17 47 23.765	20 34 34.012	21 29 22.456	0.737	E 32.8 64.6 W 36.0 67.8	0.3317	0.2271E-04	-1.792
671	3.90	17 53 8.635	56 52 50.082	21 35 6.322	0.737	E 31.8 63.6 W 35.1 67.0	-0.5721	0.1382E-04	-1.876
672	3.99	17 55 26.889	37 15 25.463	21 37 24.273	0.737	E 31.4 63.2 W 35.3 67.2	0.0309	0.1956E-04	-2.212
681	3.83	18 6 37.358	28 45 43.428	21 48 32.767	0.737	E 31.6 63.1 W 35.3 67.3	0.1962	0.9153E-05	-2.380
684	5.42	18 14 55.320	42 9 15.633	21 56 49.447	0.737	E 31.8 64.0 W 36.8 68.9	-0.0821	0.1644E-04	-2.772
1477	4.34	18 19 2.410	36 3 24.195	22 0 55.803	0.737	E 32.5 65.0 W 36.0 68.0	0.0563	0.1356E-04	-1.708
690	3.92	18 22 41.454	21 45 40.379	22 4 34.313	0.737	E 31.8 64.0 W 36.3 68.4	0.3131	0.1547E-04	-2.492
1479	5.71	18 25 4.315	29 45 4.012	22 6 56.301	0.737	E 31.4 63.6 W 35.6 67.8	0.1773	0.1645E-04	-2.352
1483	6.66	18 33 8.548	46 12 11.901	22 14 59.788	0.737	E 32.1 64.3 W 36.5 68.7	-0.1895	0.1888E-04	-2.464
699	0.14	18 36 8.884	38 45 50.484	22 17 59.623	0.737	E 31.5 63.8 W 37.0 69.3	-0.0022	0.1563E-04	-3.080
CONTROL: (-0.408) 0.39 -0.15 -0.20 0.08 -0.10 1.02 -0.28 0.38 -1.18 1.42 -0.63 0.83 -1.24 -1.10 -0.37 0.11 0.25 0.59 0.00									

INCREMENTO DE LONGITUD: -3.219 E.M.C.: 0.176 DESVIACION ACINTAL: 0.456 E.M.C.: 0.775
 LONGITUD DE LA SERIE: 1 32 11.761 E.M.C.: 0.764 LONGITUD CCI: 1 32 11.612

DETERMINACION DE LA LONGITUD POR EL METODO DE MAYER

SERIE NUMERO 7 FECHA OBSERVACION 25 7 75 OBSERVADORES G.PINTO-LUJAN

INSTRUMENTO: WILD T-4 NIVEL: 1.120 T.M.: -0.001 E.C.: 0.940 D.T.M.: 0.1024 DTU1: 0.1540 CXP: 0.135 CYF: 0.208

ELEMENTOS ASTRONOMICOS

TSG: 20. 8.19.986 FA: 205. SOL1: 121.27.28.18 SOL2: 122.24.45.64 NL1: 16.030 NL2: 15.984 NO1: -5.100 NO2: -5.064

ESTRELLAS OBSERVADAS

NUM	MAG	ASCEN RECTA	DECLINACION	TIEMPOS	ESTADO	LECTURAS NIVEL CABALLERO	A	T	INCL
1488	4.92	18 45 7.535	26 38 19.233	22 26 56.747	0.737	E 31.0 63.2 W 36.8 69.0	0.2331	0.12910-04	-3.248
705	3.40	18 49 12.854	23 20 13.980	22 31 1.368	0.737	E 32.0 64.2 W 36.1 68.3	0.1112	0.1510E-04	-2.296
711	4.00	18 54 37.854	43 55 1.395	22 36 25.437	0.736	E 31.7 63.9 W 37.3 69.6	-0.1270	0.8171E-05	-3.164
713	3.30	18 58 3.979	32 39 31.837	22 39 51.157	0.736	E 30.6 63.0 W 37.1 69.3	0.1243	0.16020-04	-3.584
719	5.13	19 6 28.064	36 3 53.063	22 48 13.904	0.736	E 25.5 62.1 W 37.4 69.6	0.0562	0.1438E-04	-4.200
724	4.46	19 15 33.523	38 5 34.842	22 57 17.861	0.736	E 30.9 63.1 W 37.7 70.0	0.0127	0.1516E-04	-3.836
1506	6.72	19 25 14.377	44 53 6.514	23 6 57.071	0.736	E 25.5 62.1 W 35.4 67.8	-0.1529	0.1367E-04	-3.136
733	3.94	19 29 8.122	51 40 50.003	23 10 50.155	0.736	E 31.0 63.4 W 36.5 68.8	-0.3632	0.10770-04	-3.052
740	5.02	19 43 26.108	37 17 52.225	23 25 5.832	0.736	E 30.1 62.6 W 36.8 69.3	0.0300	0.1238E-04	-3.752

CONTROL: (-0.075) -0.44 0.21 -0.84 0.37 0.15 0.36 0.34 0.08 -0.22

INCREMENTO DE LONGITUD: -2.729 E.M.C.: 0.149 DESVIACION ACINTAL: -1.610 E.M.C.: 0.883
 LONGITUD DE LA SERIE: 1 32 12.271 E.M.C.: 0.448 LONGITUD CCI: 1 32 12.101

DETERMINACION DE LA LONGITUD POR EL METODO DE MAYER

RESUMEN RESULTADOS MEDIA PONDERADA

SERIE	INCR.LON	RESIDUO	EMC	DESV.ACIMUT	RESIDUO	EMC	LONGITUD	PESO SERIE	ESTRELLAS	CCNTRCL
1	-2.966	0.043	0.125	2.386	-1.229	0.457	1 32 11.862	3.98	16	-0.1476
2	-2.684	-0.240	0.116	0.945	0.212	0.452	1 32 12.145	5.72	13	0.0558
3	-3.287	0.363	0.157	1.440	-0.283	0.824	1 32 11.542	5.33	8	-0.3389
4	-3.203	0.277	0.213	2.996	-1.339	0.872	1 32 11.628	3.14	7	0.0019
5	-2.791	-0.134	0.146	0.078	1.079	0.698	1 32 12.039	6.14	8	0.3404
6	-3.219	0.293	0.176	0.456	0.701	0.775	1 32 11.612	1.71	19	-0.4076
7	-2.729	-0.197	0.149	-1.610	2.767	0.883	1 32 12.101	4.98	9	-0.0755

E.M.C. INCREMENTO LONGITUD SERIES : 1.672

E. M.C. DESVIACION ACIMUTAL SERIES : 1.995

ESTRELLAS : 80

RESUMEN RESULTADOS MEDIA ARITMETICA

SERIE	INCR.LON	RESIDUO	EMC	DESV.ACIMUT	RESIDUO	EMC	LONGITUD	PESO SERIE	ESTRELLAS	CCNTRCL
1	-2.966	-0.015	0.125	2.386	-1.430	0.457	1 32 11.862	3.98	16	-0.1476
2	-2.684	-0.298	0.116	0.945	0.010	0.452	1 32 12.145	5.72	13	0.0558
3	-3.287	0.305	0.157	1.440	-0.484	0.824	1 32 11.542	5.33	8	-0.3389
4	-3.203	0.219	0.213	2.996	-2.040	0.872	1 32 11.628	3.14	7	0.0019
5	-2.791	-0.192	0.146	0.078	0.878	0.698	1 32 12.039	6.14	8	0.3404
6	-3.219	0.235	0.176	0.456	0.500	0.775	1 32 11.612	1.71	19	-0.4076
7	-2.729	-0.254	0.149	-1.610	2.566	0.883	1 32 12.101	4.98	9	-0.0755

E.M.C. INCREMENTO LONGITUD SERIES : 0.254

E. M.C. DESVIACION ACIMUTAL SERIES : 1.530

ESTRELLAS : 80

PUBLICACIONES DEL SEMINARIO DE ASTRONOMIA Y GEODESIA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE - MADRID

- 1.—Efe­mé­ri­des de 63 Asteroi­des para la opo­si­ción de 1950 (1949).
- 2.—E. PAJARES: Sobre el cálculo gráfico de valores medios (1949).
- 3.—J. PENSADO: Or­bi­ta del sistema visual σ^2 U Maj (1950).
- 4.—Efe­mé­ri­des de 79 Asteroi­des para la opo­si­ción de 1951 (1950).
- 5.—J. M. TORROJA: Corrección de la ór­bi­ta del Asteroide 1395 «Aribeda» (1950).
- 6.—R. CARRASCO y J. M. TORROJA: Rectificación de la ór­bi­ta del Asteroide 1371 «Resi» (1971).
- 7.—J. M. TORROJA y R. CARRASCO: Rectificación de la ór­bi­ta del Asteroide 1560 (1942 XB) y efe­mé­ri­des para la opo­si­ción de 1951 (1951).
- 8.—M. L. SIEGRIST: Or­bi­ta provisional del sistema visual Σ 728-32 Orionis (1951).
- 9.—Efe­mé­ri­des de 79 Asteroi­des para la opo­si­ción de 1952 (1951).
- 10.—J. PENSADO: Or­bi­ta provisional de Σ 1883 (1951).
- 11.—M. L. SIEGRIST: Or­bi­ta provisional del sistema visual Σ 2052 (1952).
- 12.—Efe­mé­ri­des de 88 Asteroi­des para la opo­si­ción de 1953 (1952).
- 13.—J. PENSADO: Or­bi­ta de ADS 9380 = Σ 1879 (1952).
- 14.—F. ALCÁZAR: Aplicaciones del Radar a la Geodesia (1952).
- 15.—J. PENSADO: Or­bi­ta de ADS 11897 = Σ 2438 (1952).
- 16.—B. RODRÍGUEZ-SALINAS: Sobre varias formas de proceder en la determi­na­ción de pe­rí­o­dos de las marcas y predicción de las mismas en un cierto lugar (1952).
- 17.—R. CARRASCO y M. PASCUAL: Rectificación de la ór­bi­ta del Asteroide 1528 «Conrada» (1953).
- 18.—J. M. GONZÁLEZ-ABOIN: Or­bi­ta de ADS 1709 = Σ 228 (1953).
- 19.—J. BALTÁ: Recientes progresos en Radioastronomía. Radiación solar hiperfrecuente (1953).
- 20.—J. M. TORROJA y A. VÉLEZ: Corrección de la ór­bi­ta del Asteroide 1452 (1938 DZ₁) (1953).
- 21.—J. M. TORROJA: Cálculo con Cracovianos (1953).
- 22.—S. AREND: Los polinomios ortogonales y su aplicación en la representación matemática de fenómenos experimentales (1953).
- 23.—J. M. TORROJA y V. BONGERA: Determinación de los instantes de los contactos en el eclipse total de Sol de 25 de febrero de 1952 en Cogo (Guinea Española) (1954).
- 24.—J. PENSADO: Or­bi­ta de la estrella doble Σ 2 (1954).
- 25.—J. M. TORROJA: Nueva ór­bi­ta del Asteroide 1420 «Radcliffe» (1954).
- 26.—J. M. TORROJA: Nueva ór­bi­ta del Asteroide 1557 (1942 AD) (1954).
- 27.—R. CARRASCO y M. L. SIEGRIST: Rectificación de la ór­bi­ta del Asteroide 1290 «Albertine» (1954).
- 28.—J. PENSADO: Distribución de los períodos y excentricidades y relación período-excentricidad en las binarias visuales (1955).
- 29.—J. M. GONZÁLEZ-ABOIN: Nueva ór­bi­ta del Asteroide 1372 «Haremary» (1955).
- 30.—M. DE PASCUAL: Rectificación de la ór­bi­ta del Asteroide 1547 (1929 CZ) (1955).
- 31.—J. M. TORROJA: Or­bi­ta del Asteroide 1554 «Yugoslavia» (1955).
- 32.—J. PENSADO: Nueva ór­bi­ta del Asteroide 1401 «Lavonne» (1956).
- 33.—J. M. TORROJA: Nuevos métodos astronómicos en el estudio de la figura de la Tierra (1956).
- 34.—D. CALVO: Rectificación de la ór­bi­ta del Asteroide 1466 «Mündleria» (1956).
- 35.—M. L. SIEGRIST: Rectificación de la ór­bi­ta del Asteroide 1238 «Predappia» (1956).
- 36.—J. PENSADO: Distribución de las inclinaciones y de los polos de las ór­bi­tas de las estrellas dobles visuales (1956).
- 37.—J. M. TORROJA y V. BONGERA: Resultados de la observación del eclipse total de Sol de 30 de junio de 1954 en Sydkoster (Suecia) (1957).
- 38.—ST. WIERZBINSKI: Solution des équations normales par l'algorithme des cracoviens (1958).
- 39.—J. M. GONZÁLEZ-ABOIN: Rectificación de la ór­bi­ta del Asteroide 1192 «Prisma» (1958).
- 40.—M. LÓPEZ ARROYO: Sobre la distribución en longitud heliográfica de las manchas solares (1958).
- 41.—F. MÚGICA: Sobre la ecuación de Laplace (1958).

(Continúa en la tercera de cubierta)

- 42.—F. MARTÍN ASÍN: Un estudio estadístico sobre las coordenadas de los vértices de la triangulación de primer orden española (1958).
- 43.—ST. WIERZBINSKI: Orbite améliorée de h 4530 = γ Cen = Cpd—48°, 4965 (1958).
- 44.—D. CALVO BARRENA: Rectificación de la órbita del Asteroide 1164 «Kobolda» (1958).
- 45.—M. LÓPEZ ARROYO: El ciclo largo de la actividad solar (1959).
- 46.—F. MÚGICA: Un nuevo método para la determinación de la latitud (1959).
- 47.—J. M. TORROJA: La observación del eclipse de 2 de octubre de 1959 desde El Aaiun (Sahara) (1960).
- 48.—J. M. TORROJA, P. JIMÉNEZ-LANDI y M. SOLÍS: Estudio de la polarización de la luz de la corona solar durante el eclipse total de Sol del día 2 de octubre de 1959 (1960).
- 49.—E. PAJARES: Sobre el mecanismo diferencial de un celóstato (1960).
- 50.—J. M. GONZÁLEZ-ABOIN: Sobre la diferencia entre los radios vectores del elipsoide internacional y el esferoide de nivel (1960).
- 51.—J. M. TORROJA: Resultado de las observaciones del paso de Mercurio por delante del disco solar del 7 de noviembre de 1960 efectuadas en los observatorios españoles (1961).
- 52.—F. MÚGICA: Determinación de la latitud por el método de los verticales simétricos (1961).
- 53.—M. LÓPEZ ARROYO: La evolución del área de las manchas solares (1962).
- 54.—F. MÚGICA: Determinación simultánea e independiente de la latitud y longitud mediante verticales simétricos (1962).
- 55.—P. DíEZ-PICAZO: Elementos de la órbita de la variable eclipsante V 499 Scorpionis (1964).
- 56.—J. M. TORROJA: Los Observatorios Astronómicos en la era espacial (1965).
- 57.—F. MARTÍN ASÍN: Nueva aportación al estudio de la red geodésica de primer orden española y su comparación con la red compensada del sistema europeo (1966).
- 58.—F. SÁNCHEZ MARTÍNEZ: La Luz Zodiacal. Luz del espacio interplanetario (1966).
- 59.—J. M. GONZÁLEZ-ABOIN: Variaciones de las coordenadas geodésicas de los vértices de una red, por cambio de elipsoide de referencia (1966).
- 60.—F. SÁNCHEZ MARTÍNEZ y R. DUMONT: Fotometría absoluta de la raya verde y del continuo atmosférico en el Observatorio Astronómico del Teide (Tenerife), de enero de 1964 a julio de 1965 (1967).
- 61.—M. REGO: Estudio del espectro de la estrella 31 Aql. en la región $\lambda\lambda$ 4000 6600 Å (1969).
- 62.—C. MACHÍN: Mareas terrestres (1969).
- 63.—J. M. TORROJA: La estación para la observación de satélites geodésicos de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid (1969).
- 64.—M. J. SEVILLA: Reducción automática de posiciones de estrellas (1970).
- 65.—J. M. TORROJA: Memoria de las actividades del Seminario de Astronomía y Geodesia de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid en 1969 (1970).
- 66.—M. J. SEVILLA: Los cálculos de estación en triangulación espacial (1970).
- 67.—MANUEL E. REGO: Determinación de las abundancias de los elementos en la atmósfera de la estrella de alta velocidad 31 Aql. (1970).
- 68.—M. J. FERNÁNDEZ-FIGUEROA: Análisis cualitativo del espectro de la estrella peculiar HD 18474 (1971).
- 69.—J. M. TORROJA: Memoria de las actividades del Seminario de Astronomía y Geodesia de la Universidad Complutense de Madrid en 1970 (1971).
- 70.—R. VIEIRA y R. ORTIZ: Descripción de un aparato para medida de coordenadas (1971).
- 71.—J. M. TORROJA: Memoria de las actividades del Seminario de Astronomía y Geodesia de la Universidad Complutense de Madrid en 1971 (1972).
- 72.—M. J. FERNÁNDEZ-FIGUEROA: Observación y estudio teórico del espectro de la estrella peculiar HD 18474 (1972).
- 73.—M. J. SEVILLA: Cálculo de las constantes de distorsión y parámetros del disco obturador para cámaras balísticas (1973).
- 74.—R. PARRA y M. J. SEVILLA: Cálculo de efemérides y previsiones de pasos de satélites geodésicos (1973).
- 75.—M. REGO y M. J. FERNÁNDEZ-FIGUEROA: Resultado de las observaciones de α Peg efectuadas desde el satélite europeo TD1 (1973).
- 76.—E. SIMONNEAU: Problemas en la determinación de abundancias de elementos en las estrellas en condiciones de equilibrio termodinámico local y alejadas del equilibrio termodinámico local (1974).
- 77.—J. ARANDA: Construcción de modelos de estructura interna para estrellas en la secuencia principal inicial (1974).

- 78.—R. ORTIZ, M. SEVILLA y R. VIEIRA: Estudio de la calibración, técnica de medida y automatización de datos en un comparador para medidas de placas estelares (1974).
- 79.—M. J. SEVILLA: Método autocorrector para el cálculo de direcciones de satélites geodésicos y análisis de los errores en la restitución de un arco de órbita (1974).
- 80.—M. A. ACOSTA, R. ORTIZ y R. VIEIRA: Diseño y construcción de un fotómetro fotoeléctrico para la observación de ocultaciones de estrellas por la Luna (1974).
- 81.—T. J. VIVES, C. MORALES, J. GARCÍA-PELAYO y J. BARBERO: Fotometría fotográfica UBV del cúmulo galáctico King 19 (1974).
- 82.—R. ORTIZ y R. VIEIRA: Control automático en posición y tiempo de los sistemas de obturación de las cámaras de observación de satélites geodésicos (1974).
- 83.—J. M. TORROJA: Memoria de las actividades del Seminario de Astronomía y Geodesia de la Universidad Complutense de Madrid en 1972 y 1973 (1974).
- 84.—M. J. FERNÁNDEZ-FIGUEROA y M. REGO: α CrB en el ultravioleta lejano (1975).
- 85.—J. M. TORROJA, R. VIEIRA, R. ORTIZ y M. J. SEVILLA: Estudio de mareas terrestres en España (1975).
- 86.—M. J. SEVILLA y R. PARRA: Levantamiento gravimétrico de Lanzarote (1975).
- 87.—P. KUNDANMAL SUKHWANI: Modelos teóricos de curvas de luz. Su aplicación al sistema β Lyrae (1975).
- 88.—M. J. SEVILLA: Coordenadas astronómicas y geodésicas. Desviación relativa de la vertical (1975).
- 89.—C. TEJEDOR: Fotometría fotoeléctrica R. G. U. del cúmulo galáctico IC 2581 (1976).
- 90.—M. J. SEVILLA: Nuevos coeficientes para la reducción automática de posiciones de estrellas (1976).
- 91.—M. REGO: Técnicas observacionales en espectroscopía astrofísica (1976).
- 92.—M. J. SEVILLA: Determinación de la latitud por distancias cenitales de la polar, método de Littrow (1976).
- 93.—T. J. VIVES: Determinación fotométrica del tipo espectral de la componente desconocida de una estrella binaria eclipsante (1976).
- 94.—M. REGO y M. J. FERNÁNDEZ FIGUEROA: Contraste y determinación por métodos astrofísicos de fuerzas de oscilador (1977).
- 95.—M. J. SEVILLA y R. CHUECA: Determinación de acimutes por observación de la Polar. Método micrométrico (1977).
- 96.—JOSÉ M. GARCÍA-PELAYO: Fotometría R G U en un campo del anticentro galáctico, cerca del NGC 581 (1977).
- 97.—JOSÉ M. GARCÍA-PELAYO: Datos fotométricos de 2.445 estrellas estudiadas en la región de Casiopea, entre los cúmulos abiertos Trumpler 1 y NGC 581 (1977).
- 98.—PREM K. SUKHWANI y RICARDO VIEIRA: Spectral Analysis of Earth Tides (1977).
- 99.—JOSÉ M. TORROJA y RICARDO VIEIRA: Earth Tides in Spain. Preliminary results (1977).
- 100.—PREM K. SUKHWANI y RICARDO VIEIRA: Three different methods for taking in account the gaps in spectral analysis of Earth Tides records (1978).
- 101.—R. VIEIRA: Mareas terrestres (1978).