



INAOE

**INSTITUTO NACIONAL DE
ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y ELECTRÓNICA**

REPORTE TÉCNICO No. 509

COORDINACIÓN DE ÓPTICA

**Alineación del Telescopio del Observatorio
Guillermo Haro.**

M.C. Omar Totolhua Paleta
Dr. Jaramillo Núñez Alberto
Dr. Granados Agustín Fermín Salomón

Septiembre 2000

Tonantzintla, Puebla.

Luis Enrique Erro No. 1 Sta. María Tonantzintla,
C.P. 72840, Puebla, México.

**©INAOE 2000
Derechos Reservados**

El autor otorga al INAOE el permiso de reproducir y distribuir copias de este Reporte Técnico en su totalidad o en partes mencionando la fuente.



Alineación del Telescopio del observatorio Guillermo



PROPIEDAD
BIBLIOTECA

Haro

Totolhua P. O. ¹Jaramillo N. A. ², Granados A. F. ³
Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica
Apartado Postal 51 y 216, 72000 Puebla Pue.

totolhua@susu.inaoep.mx¹, ajaramil@inaoep.mx², fermin@inaoep.mx³

Resumen

En este trabajo reportamos los procedimientos que se siguieron para la alineación del telescopio del observatorio Guillermo Haro, realizados en Septiembre de 2000, que está ubicado en Cananea, Sonora, México. Discutimos también las dificultades y resultados que obtuvimos al alinear la óptica del telescopio.

1. Introducción

En sistema ópticos formadores de imágenes, la falta de alineación de sus componentes da como resultado una imagen de mala calidad. En particular en los telescopios astronómicos, es importante que las componentes ópticas estén alineadas con respecto al eje óptico para garantizar que la imagen producida tenga el mínimo de aberraciones.

Existen diferentes técnicas para alinear sistemas ópticos de gran tamaño como lo son los telescopios. En nuestro caso trabajamos con la técnica de la prueba de la estrella, que consiste básicamente en observar una estrella fuera de foco. Basándonos en la geometría y distribución de la irradiancia en dicha imagen, podemos cualitativamente evaluar el estado de desalineación que tiene el telescopio. Esto permite presuponer que tipo de movimientos (presión del sistema neumático, giros de los tornillos en los espejos primario y/o secundario, araña del secundario) debemos hacer para corregir como primera aproximación la desalineación. Este proceso es iterativo, ya que cada movimiento en los espejos se traduce en una geometría diferente de la dona.

Hicimos un reconocimiento mediante la prueba de la estrella del estado de alineación que presentaba el telescopio durante los días 20, 21 y 22 de septiembre de 2000.

Definiciones

Dona: Es la imagen de una estrella desenfocada, que puede ser extrafocal o intrafocal.

Ronchigrama: Imagen de las distorsiones del frente de onda de un telescopio analizados con una rejilla de Ronchi, para este reporte usamos rejillas con 50, 100, 150 y 200 líneas por pulgada.

2. Diagnostico inicial

Debido a cambios técnicos en el funcionamiento del telescopio, los procedimientos descritos por E. Luna [1], no son aplicables en su totalidad, como ejemplo podemos citar el sistema de suspensión del espejo primario. Actualmente éste sistema de suspensión consiste de tres bolsas de aire que soportan al espejo primario, las cuales están controladas por una válvula de tipo cosenoidal, la cual "garantiza" la misma presión a las tres bolsas; la presión a su vez está controlada por un programa de computadora.

2.1 Verificación de alineación previa

La figura 1 muestra la imagen de la dona inicial del telescopio. En ella observamos la asimetría de la dona, se observa que el centro está desplazado hacia abajo y a la derecha. Verificamos acorde con E. Luna [1], que los tornillos definidores del espejo primario tuvieran las especificaciones requeridas. La inconsistencia en las mediciones se debe a que se cambiaron las bolsas de aire las que forman el sistema de suspensión de alineación, por tanto vaciamos el aire contenido de las bolsas y aflojamos los tornillos definidores para tener una nueva referencia.



Figura 1. Dona inicial, telescopio desalineado

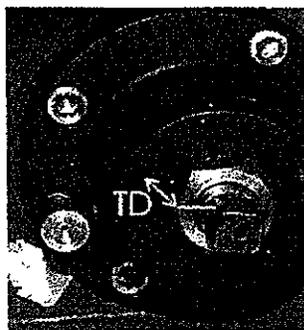


Figura 2. Medición de los tornillos definidores

Para estudiar el comportamiento de la dona debida a la inclinación del espejo primario, los tres tornillos definidores fueron puestos a una altura $TD=31.4$ mm (1.239 in) ver la figura 2. La presión de las bolsas de aire que soportan al espejo primario está controlada por una válvula de tipo cosenoidal, la cual garantiza la misma presión a las tres bolsas;

ésta a su vez está controlada por un programa de computadora, con esto la presión predeterminada por el programa tenía un valor de 0.5 PSI y no fue posible variarlo debido a que no teníamos acceso al programa.

2.2 Alineación del espejo primario

2.2.1 Prueba No. 1

Con TD=31.4mm y una presión en las bolsas de 0.5 PSI, la figura 3 muestra la dona observada.



Figura 3. La dona para una altura de los tornillo de 31.4 mm y una presión de 0.5 PSI en las tres bolsa

2.2.2 Prueba No. 2

Aumentamos la presión de las bolsas de aire hasta 1 PSI y con la misma altura de los tornillos, es decir, 31.4mm. La figura 4 muestra la dona obtenida; como se puede apreciar ahora el contorno no es uniforme.



Figura 4. La dona para los parámetros de la prueba 2

2.2.3 Prueba No. 3

Con un valor de presión a 1.2 PSI y TD= 31.4mm, la figura 5 muestra la prueba de la estrella y se observan cambios significativos; como, es una mayor intensidad y mejor distribución en el patrón obtenido.



Figura 5. La dona para los parámetros de la prueba 3

2.2.4 Prueba No. 4

Para mejorar la alineación del telescopio decidimos mover los tornillos definidores, después de algunas pruebas fueron puestos a 27.6 mm (1.090in). La figura 6 muestra la dona, ésta mejoró ligeramente su contorno interno con respecto a la prueba anterior. Por lo cual, después de agotar las posibilidades de alinearla moviendo sólo el espejo primario, con ayuda de los tornillos definidores y la variación de presión, se exploró la segunda opción, es decir, el movimiento del espejo secundario.

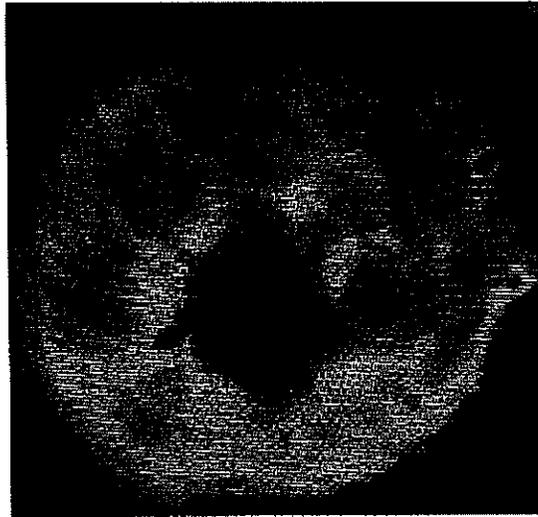


Figura 6. La dona para los parámetros de la prueba 4.

2.3 Alineación del espejo secundario

Puesto que el contorno exterior de la dona había mejorado de manera importante ahora nos avocamos a dejar simétrica la dona. Usando los tornillos del espejo secundario, el secundario cuenta con 7 tornillos, 4 de éstos sirven para dar un desplazamiento en las direcciones norte-sur, este-oeste y 3 más para efecto de inclinación del mismo.

El primer movimiento que hicimos fue desplazar al espejo en la dirección Norte – Sur, $\frac{1}{4}$ de vuelta hacia dentro, Este movimiento hace que el círculo interior de la dona se desplazó a la derecha y hacia abajo con respecto a la posición inicial, por lo que fue regresado el tornillo a la posición original.

Giramos el tornillo en sentido contrario una vuelta completa. Observando que de la dona el círculo interior se desplaza hacia arriba y al centro de la dona; pero aún la dona no era completamente simétrica. Moviendo el tornillo en la misma dirección $\frac{1}{4}$ de vuelta más, la dona era casi "simétrica" en cuanto a la posición de los círculos exterior e interior pero aún presentaba algunos problemas de simetría en el borde interior.

Con la ayuda del programa MATROX INSPECTOR, capturamos las imágenes en tiempo real. Este programa tiene una serie de utilerías y con una de ellas calculamos los centroides de la dona capturada.

Obtuvimos que el centro interior estaba desplazado un pixel con respecto al círculo exterior de la dona (ver figura 7). Esta medición en principio la hicimos manualmente en la imagen capturada trazando una línea recta transversal y fijando las coordenadas para referencia de los bordes exterior e interior de los círculos de la dona, resultado que ratificamos con MATROX INSPECTOR.

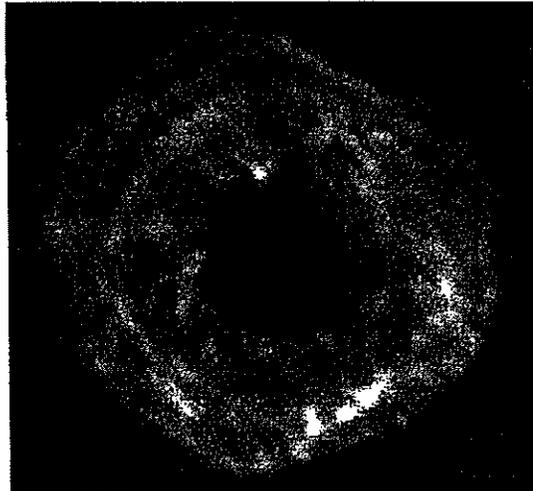


Figura 7. Imagen de la dona desplazando el espejo secundario

3.1 Ronchi y Estrella en Foco

La Figura 8 muestra la imagen de la dona con una rejilla de Ronchi con 150 líneas por pulgada. Observamos que las franjas no son rectas para todo el campo, mostrando variaciones visibles en la parte inferior del patrón de franjas.



Figura 8. La dona con una pantalla de Ronchi con 150 líneas por pulgada

La figura 9 muestra una estrella en foco. Observamos que presenta coma, mostrando que no está completamente alineado el telescopio.

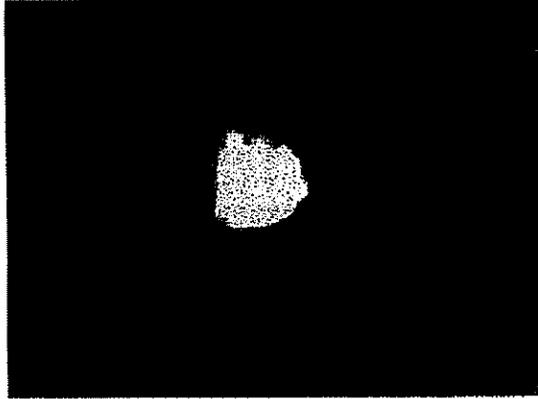


Figura 9. Una estrella en foco la imagen presenta coma

3.2 Movimiento de la araña del secundario

Usando la inclinación del espejo secundario, teníamos un gran problema, debido a los movimientos de desplazamiento del espejo secundario, el tornillo sur ya estaba en él límite y ya no sujetaba al espejo secundario, por lo que optamos por mover la araña que sostiene al espejo secundario al centro, originando que los tornillos del norte y del sur fueran movidos nuevamente. La figura 10 muestra la dona después del movimiento de la araña. Observamos que la dona no es simétrica pero en los bordes presentan simetría. El círculo interior había pasado el centro y estaba ligeramente hacia arriba.

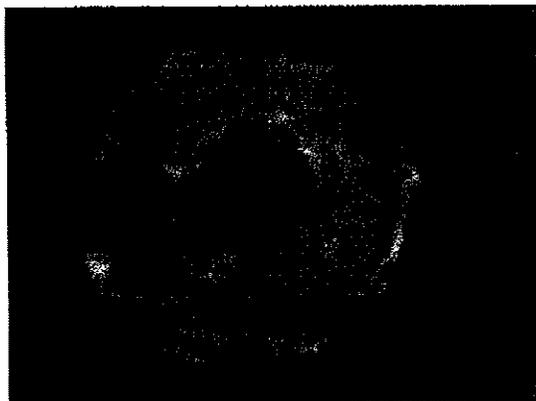


Figura 10. Resultado del movimiento de la araña

Movimos hacia afuera el tornillo sur $\frac{1}{4}$ de vuelta, observamos la cuasi-simetría de la dona por lo cual se apretó el tornillo norte $\frac{1}{2}$ vuelta. Finalmente

para dejar la dona lo más simétrica posible, inclinamos el espejo secundario moviendo el tornillo sur $\frac{1}{4}$ de vuelta hacia adentro, con lo cual la dona se hizo visualmente simétrica (ver figura 11), sin embargo alineando visualmente con las imágenes de las donas cometemos errores.

Con la ayuda del programa MATROX INSPECTOR, podemos fácilmente observar como se forma el contorno de la dona, para esto al programa se le proporciona un valor de umbral una vez que este valor es superado comienza a formarse dicho contorno de la dona.

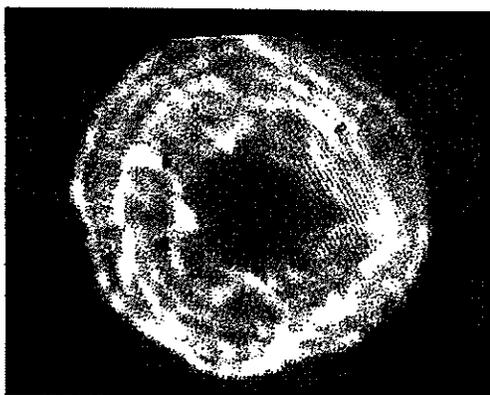


Figura 11. Imagen de la dona después de la inclinación.

4. Verificación de la Alineación

Usando la dona de la figura 11, procedimos a hallar los centroides correspondientes usando MATROX INSPECTOR. La diferencia fue de 1 pixel con esto aseguramos una alineación aceptable. El Astrofísico José Ramón Valdéz verificó los resultados de la alineación observando una estrella en foco que mostramos en la figura 12. La estrella en foco presenta astigmatismo producto quizá de la calidad óptica telescopio.

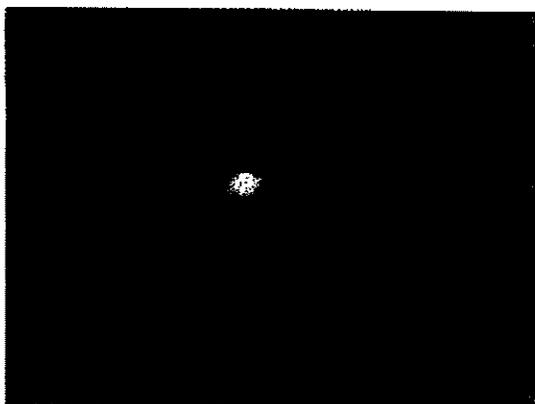


Figura 12. Imagen de una estrella en foco

La figura 13 muestra la prueba de Ronchi, usando una rejilla de 250 líneas por pulgada. Observamos que las franjas no son rectas, pero presentan la misma frecuencia.

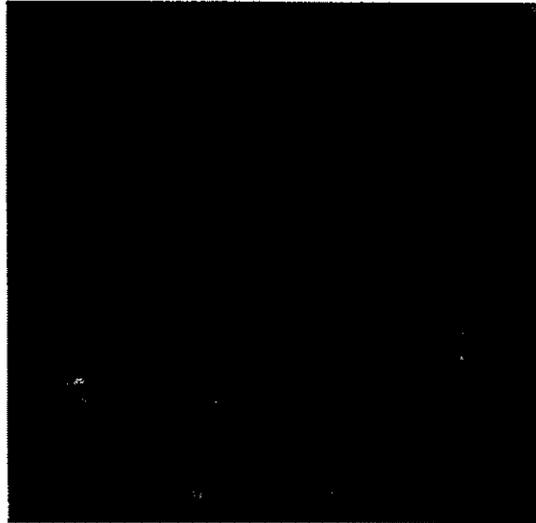


Figura 13. Imagen de la dona con la pantalla de Ronchi con 250 líneas por pulgadas

5. Conclusiones.

Alineamos manual y visualmente con la ayuda de las donas, obtenidas a partir de la prueba de la estrella.

El método de análisis de la dona es insuficiente para poder asegurar que el telescopio está perfectamente alineado. Adicionalmente usamos la prueba de Ronchi obteniendo que las franjas no son exactamente rectas, pero presentan una geometría y frecuencia de las franjas que nos permite inferir que el telescopio tiene una alineación aceptable.

Para agilizar y por seguridad de los técnicos es necesario motorizar los movimientos para desplazamiento e inclinación del espejo secundario. Con esto se aceleraría el proceso de alineación. El tiempo para mover alguno de los tornillos del espejo secundario es en promedio 30 minutos.

Se tiene planeado analizar digitalmente las imágenes de las donas, para obtener cuantitativamente valores de energía y el centrado de anillos externo e interno de la dona.

Agradecimientos

Agradecemos a los Dres. F. J. Renero, S. Vazquez, A. Cornejo y M. Chavez, su apoyo para la realización de este trabajo.

Referencias

- [1] Luna E., J Valdéz, B. García, E. Percino “ **Diagnostico del telescopio de 2.1M del observatorio Guillermo Haro**” 1996
- [2] Boletin del Instituto de Tonanzintia, Vol. 1 No. 1, 1973

Apéndice A

Características técnicas del telescopio del observatorio Guillermo Haro,
Cananea Sonora México.

Tipo Ritchey-Chretien [2].

Espejo Primario:

Diámetro	211.5	cm
Espesor	35.0	cm
Apertura Óptica	210.0	cm
Obstrucción Central	55.0	cm
Radio de curvatura	1134.0	cm
Constante de conicidad	-1.02737	cm

Espejo Secundario:

Diámetro	53.0	cm
Espesor	10.0	cm
Apertura Óptica	48.59	cm
Radio de curvatura	-211.416	cm
Constante de conicidad	-2.77476	cm

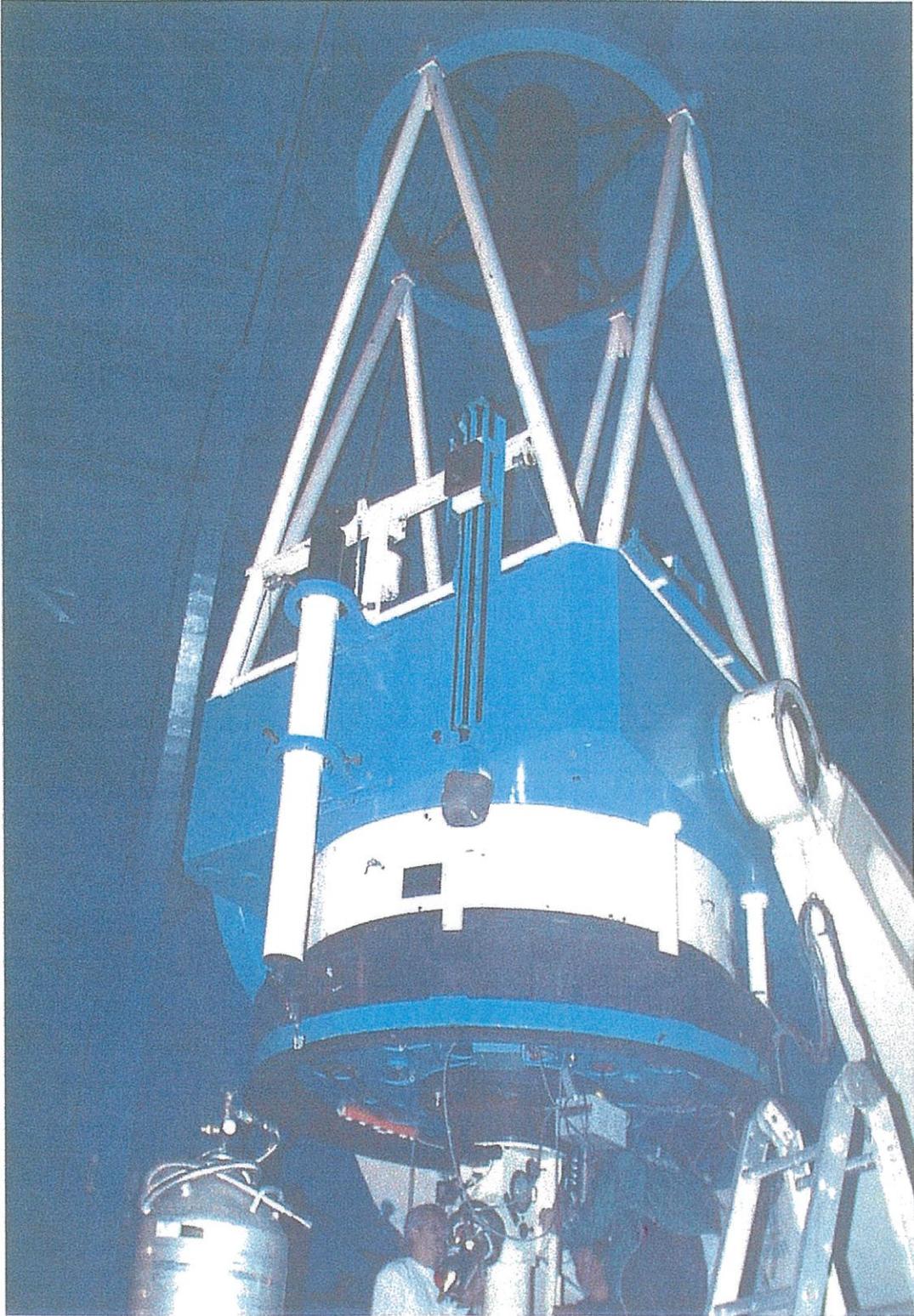
Separación entre espejos 446.327 cm

Distancia del vértice del espejo
Primario al foco del secundario 90.0 cm

Distancia focal efectiva 2520.0 cm
Radio focal total 12.0 cm
Apertura 210.0 cm
Rango focal del espejo
Primario 2.7

Campo en el plano focal del secundario:

Diámetro Lineal	22.0	cm
Diámetro Angular	30.0	min. de arco
Escala	8.185	seg. de arco /mm.
Curvatura	-0.00806	cm ⁻¹
Tolerancia de defoco	0.03283	cm



Vista del telescopio Guillermo Haro propiedad del INAOE
Cananea, Sonora, México.