



**INAOE**

INSTITUTO NACIONAL DE  
ASTROFÍSICA, ÓPTICA Y  
ELECTRÓNICA

REPORTE TÉCNICO  
MANTENIMIENTO CORRECTIVO,  
PREVENTIVO Y MEJORAS EN LOS EJES  
MECÁNICOS DE ASCENCIÓN RECTA Y  
DECLINACIÓN DE LA CÁMARA SCHMIDT

REPORTE TÉCNICO DE LA COORDINACIÓN  
DE ASTROFÍSICA

Tec. Carlos Alberto Escamilla Castillejos  
Mtro. José Luis Ruiz González  
Dr. Octavio Cardona Núñez  
Apoyo Editorial: Lic. Tomás Flores Téllez

INAOE, 2006  
El Autor otorga al INAOE el permiso  
de reproducir y  
distribuir copias de este reporte  
técnico en su totalidad o en partes



INDICE:

Introducción y datos técnicos	3
Antecedentes	4
Arreglo y mantenimiento al eje de Ascensión Recta.	6
Arreglo y mantenimiento al eje de Declinación.	13

## INTRODUCCIÓN

La Cámara Schmidt es un Instrumento Astronómico que actualmente cuenta con una montura ecuatorial de horquilla, tiene dos grados de movimiento que son: Ascensión Recta y Declinación, los cuales permiten a través de un sistema de control apuntar la Cámara con una gran precisión a objetos astronómicos en la bóveda celeste.

Ambos grados de libertad permiten mover al instrumento astronómico usando un motor en cada eje, acoplados cada uno a un mecanismo muy preciso compuesto por engranes, coronas y sinfines.

De diseño semejante cada uno de estos sistemas mecánicos tiene la facultad de mover un instrumento de grandes dimensiones y de una masa considerable los cuales deben estar perfectamente balanceados para no aplicar esfuerzos mecánicos innecesarios a los motores, sistemas mecánicos y amplificadores como es el caso particular de la Cámara Schmidt, se tiene un peso considerado de 7 1/2 toneladas, que comprenden, la base de la horquilla, la horquilla y el cuerpo del telescopio.

#### ANTECEDENTES:

El Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla, OANTON, fue inaugurado el 17 de Febrero de 1942, por el Prof. Luis Enrique Erro Soler, quien fue además el primer director. En el año 1972 por decreto presidencial oficialmente cambia a: INAOE, el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica y como director el Dr. Guillermo Haro Barraza.

La Cámara Schmidt, fue el Instrumento Astronómico con que se inauguro el Observatorio, comenzando a operar a mediados de la década de los 40's. Tenía un aspecto muy diferente al que actualmente presenta. El sistema Óptico es el que ha prevalecido original hasta la actualidad y está formado de un Espejo de superficie esférica, fabricado en Pyrex, de 77.3 cm., de diámetro, una Lente Correctora de 66.0 cm., de diámetro fabricado en Cristallex. Para obtener imágenes espectrales, un Prisma Objetivo de 66 cm., con un ángulo de  $3.9^\circ$  de inclinación entre ambas caras planas.

Se Aprecian dos imágenes de la Cámara Schmidt. La primera corresponde al aspecto que tenía cuando fue inaugurado el OANTON, hasta finales de los años 50as, presentando una estructura mecánica en la montura muy diferente así mismo los mecanismos para mover al telescopio en Ascensión Recta y Declinación, son algo similares principalmente en las coronas.

Actualmente los mecanismos de ambos grados de libertad y la montura tienen características que técnicamente le dan una notable precisión en el posicionamiento del telescopio al momento de las observaciones astronómicas, dado que los mecanismos de Ascensión Recta y Declinación están dotados de juegos de coronas, ejes y sinfines que requieren de un chequeo y mantenimiento periódicos, a razón de cada seis meses hasta un año además que al telescopio le fue cambiada la consola de operación que era de sistema híbrido en su electrónica, por una Computadora y amplificadores especiales.

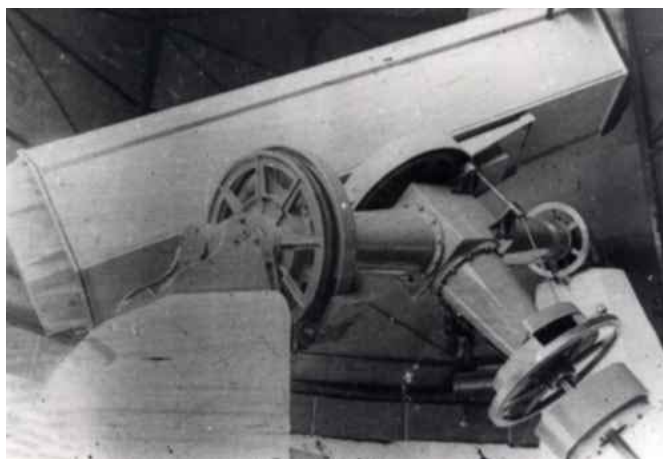


Imagen # 1.- Aspecto que tenía la Cámara Schmidt cuando fue inaugurado el OANTON.

Por falta de placas fotográficas fue necesario implementar una cámara CCD dentro del tubo de la Cámara Schmidt que produce imágenes muy pequeñas (21" X 15") en comparación con las dimensiones de las imágenes producidas con las placas (5' X 5'). Este desarrollo se presenta en otro reporte técnico. (Tec. Carlos Alberto Escamilla Castillejos, M. en C. Gustavo Amilcar Escobedo López, Mtro. José Luis Ruiz González y Dr. Octavio Cardona Núñez).



Imagen # 2.- Aspecto que presenta la Cámara Schmidt en la actualidad.

## ARREGLO Y MANTENIMIENTO DEL EJE DE ASCENSIÓN RECTA.

Por causas que van desde el tiempo de operación que ha sido desde principios de los años 60's, espacios de tiempo muy prolongados en lo que respecta a mantenimiento preventivo como el cambiar el aceite de la caja de tornillos sinfín, el uso continuo del sistema que lo lleva a un gradual desgaste y desajuste así como un percance ocurrido el mes de Mayo de 2004, llevó a la necesaria y urgente reparación del sistema mecánico del eje de Ascensión Recta.

Imágenes de cómo fue anclado el Instrumento Astronómico a la cúpula para bajar el espejo para revisión de la superficie y accidentalmente se giró la cúpula lo cual ocasionó daños a la superficie tubular en el exterior.

El daño fue principalmente al eje de Ascensión Recta, imágenes # 3 y 4.

Debido a éste problema , después de haber intentado reiteradamente de balancear el eje de Ascensión Recta y al no obtener los resultados esperados y tener problemas con el motor debido a que se forzaba y seguido se reemplazaban los fusibles del amplificador, se determinó dar inicio a una estrecha revisión del mecanismo de ejes, coronas y sinfines.



Imagen #3



Imagen # 4

La primera revisión fue en el tornillo sinfín que va acoplado directamente al motor, como se ilustra en las imágenes # 5 y 6.



Imagen # 5



Imagen # 6

Se puede apreciar que el sinfín está provisto de dos baleros uno a cada extremo, los cuales fue necesario reemplazar por encontrarse en mal estado, imágenes # 7 y 8.

Al no existir esta clase de balero especial en el ramo, fue necesario adquirir los del mismo diámetro interno y externo y mandar rectificarlos 1.0 mm., de cada lado a cada uno al ser de dos milímetros mayor al espesor de los originales.

Fueron colocados y su funcionamiento fue adecuado, sin embargo, para realizar pruebas de manera sencilla e inmediata para asegurarse de que no se presente otra anomalía, se le adaptó al extremo exterior del sinfín que va acoplado al motor, una manivela y manualmente se puede percibir si el mecanismo no se atasca.

Al principio pareció funcionar satisfactoriamente, de manera que de vuelta se le colocó el motor y probar con la computadora y resultó que en ciertos ángulos, del orden de los 45 ° principalmente hacia el Este, y en diversos puntos intermedios se atoraba el motor a tal punto de fundir los fusibles, de modo que se determinó desengranar el eje de Ascensión Recta, para esto se puso en la base de la horquilla una estructura que evita que se gire bruscamente el eje principal. Dicha estructura fue diseñada y fabricada con la finalidad de anclar el eje de ascensión Recta y evitar volver a sujetar al telescopio con tirantes al domo.



Imagen # 7



Imagen # 8

Después de realizar múltiples pruebas mecánicas manuales colocando una manivela al sinfín del motor, se giró la horquilla a 6 horas de ángulo horario, en sentidos oriente y poniente y presentó problemas al dirigirlo hacia el oriente, aparte de falta de balanceo, imágenes # 9 y 10.



Imagen # 9



Imagen # 10



Fue necesario retirar y desarmar de la base del telescopio el mecanismo de los tornillos sinfín de Ascensión Recta, imágenes # 11 y 12.



Imagen # 11



Imagen # 12

Ya estando fuera de la base la revisión fue meticulosa, y fue posible saber la causa por la cual se atoraban los sinfines y se debió que al girar la cúpula con los tensores amarrados al telescopio se movió el eje de Ascensión Recta y la corona principal aplicó fuerzas laterales directamente sobre los sinfines que aparecen en la imagen siguiente y provocó que el sinfín izquierdo se encontraba en una posición fija axialmente, sufrió un desplazamiento de 4.3 décimas de milímetro, dejándole una movilidad que fue la causa de que se atoraba, inclusive ya estando fuera el mecanismo y recargándose en contra de ambos extremos del sinfín con ambas manos y simultáneamente girando el sinfín del motor con la manivela se atascó, comprobando el desajuste mecánico a éste sistema.

Es sinfín del lado derecho tiene un desplazamiento del orden de 5 mm., axialmente con la razón de que se acopla a la posición del sinfín izquierdo al engranar ambos sinfines en la corona de Ascensión Recta.

En la imagen # 13 se puede apreciar el sistema de dos tornillos sinfín unidos mediante un cardan que al recibir movimiento el sinfín izquierdo el cual debe estar totalmente sin desplazamiento axial y el sinfín derecho lleva un desplazamiento de 5 Mm. Con la finalidad de que se adapte a la corona y ambos sinfines engranen correctamente.



Imagen # 13

A ambos sinfines se les encontró una sección dañada, indicio de que tuvieron un impacto con el interior de la caja de los sinfines, mostrándose una de esas secciones con desprendimientos en uno de los extremos de un sinfín, imagen # 14.





Imagen # 14

Durante la revisión se descubrió que el sinfín del lado poniente se había desplazado 4 décimas de milímetro a causa de que la corona de Ascensión Recta aplicó una fuerza axial sobre ambos sinfines, afectándole al del lado poniente, debiendo estar totalmente sin desplazamiento, contrario al sinfín del lado oriente que tiene una libertad de desplazamiento axial para ajustarse a los dientes de la corona.

El primer ajuste que se intentó fue el de desarmar la caja, abriéndola y revisando todo el sistema mecánico.

Se revisaron los baleros de los dos sinfines y se trato de sacar una pieza que funciona como tope, (imagen # 15), la cual normalmente debería tener un opresor y en su lugar presentó una pieza metálica de difícil extracción, la cual se dejó tal como fue encontrada. La imagen # 16 muestra al centro de la misma el orificio donde originalmente debe haber un opresor.



Imagen # 15



Imagen # 16

Dado la dificultad y el riesgo de causarle algún daño y evitar desajustar el cardan localizado entre los dos sinfines, (imagen # 17) se dejó tal como fue encontrado, de acuerdo a la posibilidad de revisar los baleros localizados en la parte interior de cada sinfín, tomando en consideración que los baleros de los dos sinfines giran sin dificultad alguna y se dejaron tal y como están.



Imagen # 17

Fue fabricada una rondana especial con bronce, (imagen # 18) que fue colocada en el espacio entre el sinfín y los baleros, (imagen # 19) que lo giran con la principal finalidad de eliminar el juego de desplazamiento de 4 décimas de milímetro.



Imagen # 18



Imagen # 19



Imagen # 20

Al haber revisado los planos del sistema mecánico de sinfines y coronas de Ascensión Recta y compararlos físicamente con el sistema mecánico se notó que le faltaban piezas que estaban localizadas en la tapa metálica del sinfín del lado poniente, notando que le faltaba una rondana especial y un balín que originalmente van situados en una cavidad cónica situada en el extremo del eje del mismo sinfín.



Imagen # 21



Imagen # 22

Una vez fabricado y colocadas ambas piezas, la rondana en dos mitades unidas con tornillos allen y la pieza de sujeción de un balín también faltante y colocados en sus respectivos lugares se rearmó el sistema mecánico y se le aplicó silicón en las uniones a modo de sellador para evitar fugas de un aceite que se le vertió al la caja del mecanismo y habiendo colocado el sistema mecánico, con los ajustes y partes faltantes en la base del telescopio, fue necesario colocar calzas de varios espesores entre la base y la placa de soporte del mecanismo, debido a que se notó una cierta dificultad al girar 90 ° hacia el Este y al Oeste la horquilla manualmente con la manivela donde va el motor de ascensión recta, lo que obligó a realizar varias pruebas con calzas de distintos espesores hasta lograr que el movimiento manual del sinfín con la manivela fuera suave.

## LABORES DE ARREGLO DEL EJE DE DECLINACION

Las labores de mantenimiento correctivo al eje de declinación fueron menos elaboradas que el eje de Ascensión Recta sin embargo tenía varios defectos mecánicos que se corrigieron y que se van a mencionar detalladamente y paso por paso más adelante.

Dio inicio la revisión externa del mecanismo el cual esta colocado en el lado Este de la horquilla.

Se puede ver el sistema mecánico de Declinación completo, formado de una corona semejante a Ascensión Recta y a diferencia de la caja des sinfines, solamente tiene un sinfín el cual está dividido en dos partes engarzados seguramente por unas guías internas uniendo ambas mitades por medio de unos resortes en forma de rondana y asegurados con opresores.



Imagen # 23

Caja de Declinación, (imagen # 24) expuesta y puede verse el sistema el cual cuenta solamente con un sinfín a su vez dividido en dos partes engarzadas internamente unidas por resortes en forma de rondana para mantener en contacto la corona al sinfín evitando espacios que puedan provocar vibraciones al estar en movimiento el mecanismo, (imagen # 25).

Toda la grasa lubricante le fue retirada del interior de la caja, por estar mezclada grasa nueva con grasa de hace décadas, habiéndole dado lavado con diesel a todo el mecanismo y se compraron baleros nuevos al eje del sinfín.

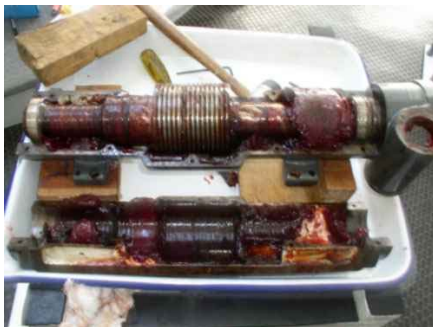


Imagen # 24



Imagen # 25



Al igual que Ascensión Recta, este mecanismo posee un sinfín, baleros y corona idénticos en ambos mecanismos del telescopio, (imágenes 26 y 27).



Imagen # 26



Imagen # 27

Al sistema mecánico le fueron encontrados varios defectos causantes de su mal funcionamiento, presentando un movimiento vibratorio severo al dirigir el telescopio hacia el Norte o Sur independientemente de la velocidad en segundos de arco por segundo de tiempo también ocasionado por falta de balance en el instrumento astronómico.

En la imagen # 28 puede verse un agujero en el extremo final del sinfín, defecto que contribuyó al mal funcionamiento del mecanismo en general.

Con una lima se dio forma plana a  $180^\circ$  al de por si corto extremo de la parte mecánica, mostrándose como quedo el extremo del sinfín ya colocado en su lugar en la imagen # 29.



Imagen # 28



Imagen # 29

Entre el Sinfín y el cople del motor de Declinación, existe una pieza de cold-rolled que conecta al sinfín con dicho cople, (imágenes # 30 y 31), por la razón de que no alcanza el largo del cople para poder asegurarlo directamente al sinfín, también presenta una superficie totalmente redonda y al operar el telescopio en ciertas ocasiones patinaba el cople sobre el sinfín la cual se le practicaron con una lima dos caras planas dispuestas a  $180^\circ$ , con tal de que los opresores se recarguen en una zona plana y se evita que además de aflojarse continuamente, no patine el eje donde queda colocado y también en que los opresores eran de apenas  $1/8''$  de diámetro siendo cambiados por opresores de  $3/16''$ .

consistía en que uno de los dos opresores estaba barrido de su entrada allen y estaba atorado en la pieza de metal, mismo que se extrajo con una broca.

Otro defecto mecánico fue el de que los opresores de 1/8" estaban colocados en una posición en desventaja con respecto al extremo final del sinfín que entra en la cavidad de la pieza metálica en cuestión, localizados en medio de la pieza, siendo necesario haberle realizado dos nuevos barrenos con broca de 5/32" con rosca de 3/16" dispuestos a 180° uno del otro y al extremo final dirigido al de por si corto extremo del sinfín, lográndose una notable e inmejorable sujeción entre el sinfín y esta parte mecánica y se le hicieron dos canales primeramente para realizar los barrenos y la rosca arriba mencionada.

En estas dos imágenes se muestra en la imagen de la izquierda, la parte mecánica con los defectos, en primer lugar, uno de los opresores de 1/8", cuyo extremo sobresale al interior de la cavidad donde va alojado el extremo final del sinfín, además de que el eje visible en la imagen de la derecha, presenta una clara señal de que los opresores del cople del motor se barrían constantemente y es precisamente en esa zona donde se le practicaron las dos caras planas a esta pieza además de otros dos canales como los que presenta en estas imágenes a 90° respectivamente y se le hicieron dos barrenos dispuestos a 180° uno del otro de 3/16", cerca de la horilla, para una óptima sujeción al cople.



Imagen # 30



Imagen # 31

Se ensambló la caja del sinfín de Declinación se colocó en su sitio y después de ajustar primeramente con unos pernos guía que teóricamente van colocados pero ya trabajando el mecanismo de sinfines engarzado a la corona estaba frenado, principalmente por que en el año 1995 se le cambiaron los motores de ambos grados de libertad y ya no se necesitaron los pernos guía, extrayéndolos y ajustando la distancia del sinfín aflojando los cuatro tornillos sujetadores del mecanismo y en especial dos tornillos responsables de mantener la distancia mas adecuada entre el sinfín y la corona, girando manualmente el mecanismo, de igual modo como se procedió en Ascensión Recta, hasta que se obtuvo un movimiento controlable a mano, se colocaron el motor, el cople, la pieza intermedia entre el cople y el sinfín y a continuación de realizaron pruebas del moviendo el telescopio con la computadora, mostrando una notable mejoría en el desplazamiento de Norte a Sur, sin embargo, aun faltando engrasar el interior de la caja de declinación, se movió bien hasta 70° Norte y -30° Sur, y fue hasta que se le aplicó grasa lubricante al mecanismo y fue aún mejor el desempeño del movimiento de Norte a Sur, continuando aplicar grasa lubricante al interior de la caja de los sinfines, baleros y coronas.





Se efectuaron pruebas de mover al Instrumento Astronómico con la computadora, utilizando distintas velocidades de arco por segundo de tiempo, desde 150 segundos de arco por segundo de tiempo, hasta 250, 500, 750 y 1000, ésta última que es la velocidad más empleada al momento de programar al telescopio en posicionarlo en algún punto de la bóveda celeste, además de desplazarlo de Norte a Sur, a los puntos límites de posición.

Ya en una noche despejada, se probaron ambos grados de libertad, de Ascensión Recta y Declinación, desplazándolo a través de los cuatro puntos cardinales y una vez habiendo realizado pruebas de posicionamiento con objetos celestes reales, se comprobó su funcionamiento correcto, dando por finalizadas las labores descritas en el presente reporte.

Los planes para la Cámara Schmidt, son de seguir modernizando las instalaciones, también al mismo telescopio y cambiar la actual PC, por un modelo pentium IV, en lugar de la 386, principalmente por la necesidad de los puertos correspondientes, así como automatizar la ventana, sincronizar el movimiento diurno con el giro de la cúpula a través de un encoder adaptado a una de las ruedas no motorizadas y operar el instrumento astronómico desde planta baja y colocar una cámara de video que esté monitoreando el buen funcionamiento del telescopio.

Mientras se seguirá utilizando para las visitas al público por la noche para que observen diversos objetos celestes como parte de las labores de divulgación científica.

Es necesario aluminizar el Espejo, el cual presenta un notable deterioro en su superficie con recubrimiento.

Después de haberlo mandado aluminizar, se continuará con las observaciones astronómicas con CCD y se contempla en un futuro a mediano plazo, adaptarle a la Cámara Schmidt un arreglo de varios CCD, con la principal finalidad de ampliar el campo visual.

Agradecimientos:

Agradecemos a las siguientes personas su valiosa colaboración en las labores realizadas:

Ing. Javier Arriaga Petrona  
Tec. Alfonso Quintero Toxqui  
Sr. Israel Técuatl Pani