

# El Nuevo Guiador Excéntrico del 2.1 m del OAN en SPM

Versión 2.0 13 de enero de 2004

Gerardo Sierra, Salvador Zazueta, Esteban Luna, Jorge Valdes, Benjamín García,  
Benjamín Martínez, Leonel Gutiérrez, José M. Murillo, Fernando Quiros,.

## **Resumen**

En el presente trabajo se describe las características mecánicas, el número de partes compradas para información de futuras reparaciones y manuales de instalación del Nuevo Guiador Excéntrico del telescopio de 2.1 m del Observatorio Astronómico Nacional.

# Índice

Contenido	Página
1. Introducción.	3
2. Antecedentes.	3
2.1. Problemas.	4
2.2. Soluciones.	4
3. Los requerimientos generales.	4
3.1. Las condiciones ambientales.	4
3.2. Las condiciones térmicas y de estabilidad.	5
3.3. Requerimientos de confiabilidad.	5
3.4. Requerimientos de interfaz con el telescopio.	5
3.5. Requerimientos de funcionalidad.	5
4. Diseño.	6
4.1. La configuración general del instrumento.	6
4.2. Secciones del Instrumento.	6
4.2.1. La cubeta.	6
4.2.1.1. La información técnica de la cubeta.	7
4.2.2. La cubierta.	7
4.2.2.1. La información técnica de la cubierta.	7
4.2.3. Movimiento norte-sur.	8
4.2.3.1. La información técnica del movimiento norte-sur.	8
4.2.4. Movimiento este-oeste.	11
4.2.4.1. La información técnica del movimiento este-oeste.	12
4.2.5. Movimiento en foco.	13
4.2.5.1. La información técnica del movimiento en foco.	13
4.2.6. Movimiento del “zoom”.	15
4.2.6.1. La información técnica del “zoom”.	16
4.2.7. Electrónica.	17
4.3. Resolución de los movimientos y la zona prohibida	18
4.3.1. Movimiento norte-sur.	18
4.3.2. Movimiento este-oeste.	18
4.3.3. Movimiento en foco.	18
4.3.4. Movimiento del “zoom”.	19
4.3.5. La zona prohibida del espejo viajero.	19
5. Instalación, y ajuste.	19
5.1. Instalación.	19
5.2. Ajustar el espejo.	20
6. Conclusiones.	21
7. Glosario.	22
8. Apéndice A .	24
9. Apéndice B.	24
Apéndice A. Figuras.	25
Apéndice B. Fotocopias de los catálogos de los componentes de los que constan los mecanismos del guiador. (Apéndice disponible únicamente en versión escrita)	25

# 1. Introducción.

El telescopio de 2.1 m es el telescopio de mayor demanda, por parte de los usuarios, en el Observatorio Astronómico Nacional, este telescopio cuenta con varias configuraciones que cubren la mayoría de las disciplinas que se cultivan en el IAUNAM. El guiador excéntrico es el instrumento auxiliar que ayuda a compensar las imperfecciones del movimiento de “seguimiento” del telescopio, tomando como referencia una estrella u objeto que se encuentre en el campo de visión lejos del área de interés del observador. El principio de funcionamiento de un guiador excéntrico se describe brevemente a continuación: Una vez que se ha seleccionado la estrella de guía, esta se delimita por una caja de 50 X 50 pixeles, se digitaliza y se calcula el centroide, si la variación de este centroide es mayor a cierta tolerancia, el movimiento del telescopio es corregido de acuerdo a la diferencia detectada del centroide. Estas correcciones son necesarias para que la imagen objeto no aparezca embarrada. Como es obvio es necesario guiar con escala de placa menores o iguales a la principal.

El objetivo general:

Contar con un documento del nuevo guiador excéntrico para el telescopio de 2.1 m del OAN-IA-UNAM en SPM que describa las características mecánicas, el número de partes compradas y método de instalación.

Objetivo particular:

Facilitar por medio de información clara las futuras modificaciones, reparaciones, o ajustes al instrumento, así como su instalación.

# 2. Antecedentes.

El telescopio de 2.1 m en la actualidad cuenta con de un guiador excéntrico que corrige los errores de guiado. El guiador excéntrico actual del telescopio de 2.1 m, fue remodelado mecánicamente en 1993, instalándosele entonces un nuevo sistema de control y una cámara enfriada con celdas Peltier. Este guiador cuenta con tres superficies ópticas reflectoras y un CCD. Sin embargo, desde hace unos años han habido quejas del sistema del guiado. Las inspecciones realizadas al guiador actual, demostraron flexiones en el movimiento de sus espejos, especialmente en el mecanismos de movimiento de la cámara. Estos desplazamientos no eran perceptibles por los detectores utilizados anteriormente, pero en la actualidad ya son detectables. Ante estos problemas se decidió realizar un nuevo guiador el cual contaría con igual o menos superficies ópticas reflectoras y los problemas de flexiones mínimos.

Al principio del desarrollo del nuevo guiador se realizó una lluvia de ideas entre varios miembros del personal de departamento de instrumentación de IAUNAM-OAN, para posteriormente obtener una diseño preliminar del instrumento. Entre las ideas viables se destacaban las siguientes: Un guiador con movimientos polares. Otra idea fue mantener el mismo número de superficies ópticas reflectoras y sus movimientos parecidos al actual. Otra más fue la idea de reducir las superficies ópticas reflectoras a una y con

movimientos lineales. La idea que se vio más factible fue esta última, la de reducir a una la superficie óptica reflectoras con movimientos lineales.

A continuación se plantean los principales problemas generales con el tipo de diseño preliminar escogido. Así como sus soluciones generales.

### **2.1.Problemas.**

Los problemas principales con este tipo de montura elegida son:

- ?? Encontrar la forma de proteger el instrumento del polvo ambiental
- ?? Existe una distancia grande entre espejos divisor y plano de enfoque. Debido a que no se usaron más espejos para reflejar y acortar la trayectoria.
- ?? Existe una asimetría como consecuencia de lo anterior, se produce desbalanceo del telescopio, puesto que el instrumento no estaría simétrico al eje óptico del telescopio.
- ?? Las flexiones del instrumento, puesto que al tener un haz de luz más largo da como resultado el tener una montura con un brazo de palanca muy largo.

### **2.1.Soluciones.**

Las soluciones a detalle se describirán en los siguientes puntos del presente trabajo. Las soluciones generales propuestas a los problemas expuestos son:

- ?? Se usa una caja que cubre al instrumento a pesar de que esté fuera más largo que la misma celda del telescopio.
- ?? Para disminuir el desbalanceo, la caja que lo envuelve y las monturas son lo más ligeras posible sin comprometer la rigidez de la estructura.
- ?? El problema de las deformaciones por el brazo largo de palanca se solucionó aprovechando la rigidez de la celda del espejo primario del telescopio 2.1 de SPM, puesto que el instrumento, además, de estar sostenido de la parte central del telescopio por medio de la cubeta del instrumento, cuenta con cinco tornillos de 1/2-20, distribuidos en la parte norte que ensambla el instrumento a la celda. Con este tipo de anclaje se disminuyó el brazo de palanca y permitió mayor rigidez y estabilidad al guiador. Los anclajes a la celda constan del maquinado de las cinco roscas internas 1/2-20 sobre parte norte de esta.

## **3. Los requerimientos generales.**

El diseño del nuevo guiador excéntrico del telescopio de 2.1m del Instituto de Astronomía de la UNAM, tiene que cumplir con una serie de requerimientos generales para poder lograr sus objetivos generales y particulares.

### **3.1. Las condiciones ambientales:**

El instrumento debe ser diseñado para soportar las condiciones climáticas de SPM, en especial las condiciones internas del domo del telescopio las cuales se presenta a continuación:

El rango de temperatura es de  $-15^{\circ}$  a  $28^{\circ}$  y una humedad de relativa 2% a 87% en operación.

Los componentes y los materiales usados en el instrumento cumplen con tales condiciones, de acuerdo a la literatura de los proveedores.

### **3.2. Las condiciones térmicas y de estabilidad:**

El instrumento debe ser diseñado de tal modo que minimice las deformaciones causadas por gradientes térmicos y reflejos indeseados en el instrumento:

Los elementos mecánicos estarán tratados superficialmente, en su mayoría, para minimizar la reflectividad y la luz dispersa que podría presentarse en el instrumento, para evitar problemas en la observación astronómica.

Con el fin de homogenizar el gradiente de termalización y minimizar las diferencias de coeficientes de expansión térmica, el instrumento está construido en su mayor parte con aluminio 2024-T351. Además este tipo de aluminio es el aluminio comercial y cuenta con el cociente más bajo entre densidad y módulo de elasticidad. Lo cual significa que tiene una densidad baja y una rigidez alta. Lo anterior redundaría en un instrumento ligero sin comprometer la rigidez.

### **3.3. Requerimientos de confiabilidad:**

El instrumento debe ser confiable en sus mediciones y en su estabilidad:

El diseño de los mecanismos del instrumento fue con sistemas tuercas-tornillo, rieles-bloques embalados y baleros de alta precisión.

El instrumento tiene codificadores tipo regletas lineales y rotacionales de alta resolución que son los que codifican los movimientos. Además, dichas regletas codifican directamente el movimiento lineal y no al motor. Los movimientos más críticos de posicionamiento del instrumento son los del espejo viajero de Norte-Sur y de Este-Oeste. En este nuevo guiador estos dos últimos desplazamientos del espejo viajero son los que tienen la mayor precisión y resolución.

### **3.4. Requerimientos de interfaz con el telescopio:**

El instrumento debe ser usado en el foco cassegrain:

El diseño consta de una cubeta que embona en el foco cassegrain del telescopio de 2.1m de SPM. Y permite la instalación de la platina giratoria del mismo telescopio en su parte inferior. Además, el nuevo guiador está diseñado para poder trabajar en todas las posiciones y configuraciones de observación del telescopio.

### **3.5. Requerimientos de funcionalidad:**

El instrumento debe ser de fácil instalación:

El diseño permite dividir el instrumento en cuatro partes para transportar e instalar más fácilmente en el telescopio. Las partes en que se divide el instrumento son: la cubeta, los movimientos, la cubierta y la electrónica. (Figura 1 del apéndice A)

El instrumento debe tener la posibilidad de ajustar el espejo viajero.

El diseño permite que por la parte inferior de la montura del espejo viajero se pueda ajustar y fijar una vez alineado. (Figura 2 del apéndice A)

## **4. Diseño.**

Como todo proyecto, el diseño final difiere del proyectado en el diseño conceptual. Los diseños preliminares contaban con una serie de lentes intra focales y extra focales para hacer evaluaciones del frente de onda, también con un tacón de fibra óptica para cambiar la relación focal e imagen directa uno a uno. Estas ideas fueron evolucionando hasta llegar a ser sustituido por un “zoom” comercial.

El diseño del instrumento se tomó partiendo de la idea más práctica y sencilla. Esta idea es la de reducir a una la superficie óptica reflectoras con movimientos lineales en todos sus ejes.

Por esto el diseño consta de una mesa “X-Y” para el desplazamiento del espejo viajero. Una mesa lineal para el foco y un sistema de poleas con banda para el movimiento del sistema del “zoom”

### **4.1. La configuración general del instrumento.**

La configuración general del instrumento se basa en; una cubeta que sostiene el instrumento en el foco cassegrain del telescopio 2.1 y mantiene la distancia focal del resto de los instrumentos. A esta parte se le anexa la parte de los movimientos que es la parte donde se encuentran los mecanismos de movimiento del espejo viajero, así como el movimiento de foco y de “zoom”. La parte de la cubierta que es una caja que cubre todos los mecanismos del instrumento, la cual consta de una estructura tubular con paneles removibles para poder alcanzar los mecanismos sin tener que quitar la cubierta. Y por último tenemos la parte electrónica que es un compartimiento de plástico el cual se sujeta de la cubierta y contiene la electrónica necesaria para poder controlar los mecanismos y adquirir la imagen con la cámara CCD. (Figura 1 del apéndice A)

### **4.2. Secciones del Instrumento.**

El instrumento se ha separado en 6 secciones mecánicas y una electrónica para su descripción detallada, a saber : la cubeta, la cubierta, movimiento norte-sur, movimiento este-oeste, movimiento en foco, movimiento del “zoom” y electrónica. Las cuatro secciones que implican movimiento son las que conforman la parte de movimientos. (Figura 3 del apéndice A)

#### **4.2.1. La cubeta:**

El propósito de la cubeta es lograr el acoplamiento entre el instrumento y el telescopio, así como mantener la distancia focal del resto de los instrumentos ya que la distancia del instrumento en dirección del haz de luz del telescopio es la misma que el guiador anterior de 8.693”. La cubeta también tiene la función de ser el sostén de la platina giratoria y de los demás instrumentos que se estén usando.

Por esto la cubeta esta hecha de placa de acero estructural A-36 maquinado y tiene forma de un octágono incompleto.

La cubeta consta de dos placas circulares, la placa superior de espesor 0.799" es la que realiza el acoplamiento con el telescopio y la placa de inferior de espesor 0.750" que es la que realiza el acoplamiento con la platina giratoria. Estas placas están unidas por medio de placas de espesor 0.375" que forman un octágono incompleto. Las placas están reforzadas por cinco costillas tipo placa de espesor 0.375" colocadas radialmete y dos paralelas en dirección norte-sur. La cara donde faltan las placas para completar el octágono es donde se introduce la sección de los mecanismos de movimiento. Estas placas que forman el semi-octágono tienen 4 hoyos con tapas que sirven para acceder el espejo viajero y permitir ajustar su posición. (Figura 2 del apéndice A)

Todas estas placas y refuerzos están soldados entre sí, y para facilitar el ensamblado antes de soldar las placas se presentaron entre sí por medio de roscas y perforaciones abocardadas para tornillos 4-40. Esto facilitó el soldar la cubeta. La cubeta una vez ensamblada y soldada se mandó a hornear para liberar esfuerzos residuales que se presentan por el proceso de manufactura de soldar. Además las superficies que tocan las interfases del guiador con la platina giratoria y el telescopio están rectificadas después de ensamblar y soldar la cubeta para asegurar el paralelismo entre ellas.

La cubeta está pintada de color negro mate para minimizar la reflectividad y la luz dispersa que podría presentarse en el instrumento, además, de aumentar la resistencia a la corrosión. (Figura 4 del apéndice A).

#### **4.2.1.1. La información técnica de la cubeta.**

##### La información técnica del material:

Acero estructural A-36 pintado superficialmente color negro mate. Una descripción de este material es la siguiente:

El acero es una aleación maleable de hierro y carbono principalmente, que contiene generalmente otros componentes. El acero A-36 es un acero estructural, fácil de soldar

Esfuerzo de fluencia: 248 Mpa (36,000 lb/pulg<sup>2</sup>)

Esfuerzo de cedencia a corte: 476 Mpa (69,000 lib/Pulg<sup>2</sup>)

#### **4.2.2. La cubierta:**

La función de la cubierta es aislar de luz y proteger los mecanismos de movimiento del instrumento de polvo, golpes, etc. Esta cubierta es de aluminio para aligerar su peso y está tratado superficialmente para que resista las condiciones climáticas, minimice la reflectividad y reduzca los posibles reflejos de la luz dispersa. Consta de una estructura de aluminio tubular cuadrado maquinado del tipo de E-Z Tube, (perfil tubular cuadrado de 1"X1"). Los paneles son de placa de aluminio de 1/16" de espesor y son fáciles de quitar para que se pueda tener acceso del instrumento sin tener que quitar la parte de los movimientos o la misma cubierta. (Figura 5 del apéndice A)

#### **4.2.2.1. La información técnica de la cubierta.**

El material de la estructura E-Z Tube tiene las siguientes características:

La estructura está realizada en aluminio 6063 T5, el cual es considerado un aluminio del grupo magnesio-silicio por ser estos los elementos principales de su aleación. La Aleación es enfriada desde la temperatura elevada del proceso de fabricación hasta la temperatura ambiente y artificialmente envejecido. El material es anodizado.

Los límites de los principales componentes químicos de la aleación son los siguientes:

Silicio 0.2-0.6%, hierro 0.35% cobre 0.1%, manganeso 0.10%, magnesio 0.45-0.90%, cromo 0.1%, zinc 0.25%, titanio 0.10%, otros 0.20%, aluminio el resto.

Propiedades:

Conductividad térmica @ 77 °F:	1450 Btu in/Ft <sup>2</sup> hr °F,
Resistencia eléctrica @ 60 °F:	19 Ohms-Circular mil/ft.
Coefficiente de expansión térmica @ 68-212 por °F:	13 X10 <sup>-6</sup> 1/ °F
Rango de fundición:	1140 -1210 °F
Esfuerzo último a tensión:	27 Ksi
Esfuerzo de cedencia a tensión:	21 Ksi
Número de dureza Brinell @ 500Kg,10mm:	60
Esfuerzo último a corte:	17 Ksi
Límite de resistencia a la fatiga 5X10 <sup>9</sup> ciclos reversibles:	10 Ksi
Módulo de elasticidad:	10.x10 <sup>3</sup> Ksi

#### **4.2.3. Movimiento norte-sur:**

La función del movimiento norte-sur es mover el espejo viajero del guiador en dirección norte sur. Esta sección del guiador está realizada en su mayoría de aluminio para aligerar su peso. El material está tratado superficialmente con anodizado de color negro mate para que resista las condiciones climática y minimizar las reflexiones. Consta de placas de aluminio maquinado, un sistema tornillo-tuerca embalado, cuatro sistemas rieles-bloques lineales embalados, y un motor que es el que provee la potencia para el movimiento. Para la codificación del movimiento se usa una regleta electrónica, un par de interruptores eléctricos, como protección al mecanismo que funcionan como interruptores límites, montados en unas bases mecánicas especiales que amortiguan su accionado y así evitar golpes bruscos. Estos son los principales componentes del movimiento norte-sur. (Figura 6 del apéndice A).

Este mecanismo fue probado en varias posiciones en el laboratorio de electrónica para revisar las flexiones, la estabilidad térmica, la repetibilidad y la precisión de su movimiento. Después de realizadas estas pruebas se pudo verificar que sus parámetros probados están dentro de los rangos admisibles para el instrumento.

##### **4.2.3.1 La información técnica del movimiento norte-sur.**

**(Ver apéndice B para fotocopias de los catálogos de los componentes del Movimiento Norte-Sur.)**

La información técnica del material:

El material es aluminio 2024-T351 tratado superficialmente con un anodizado color negro mate. Una descripción de este material es la siguiente:

El material aluminio 2024-T351 es considerado un aluminio del grupo del cobre por ser este el elemento principal de su aleación. La aleación es tratada térmicamente para

alcanzar sus propiedades mecánicas óptimas. Es templado con tratamientos térmicos, trabajado en frío, y envejecido naturalmente hasta una condición estable. Liberado de esfuerzos por medio de estiramiento hasta un límite de 1.5 a 3 % de esfuerzos residuales.

Descripción del tratado superficial que se le da al material:

El anodizado es una propiedad particular que permite la oxidación o anodizado de la superficie. Básicamente, anodizar es un método de acelerar la formación de óxido de aluminio en la superficie creando una capa superficial, bajo condiciones controladas en un baño electrolítico. Este baño sella el material con una capa de óxido protegiendo al metal contra corrosión. El espesor de la capa de óxido puede ser controlado en su formación. Por la propiedad de poder realizar el anodizado de color, se escogió el color negro mate, para minimizar los reflejos de objetos brillantes.

Los límites de los principales componentes químicos de la aleación son los siguientes:

Silicio 0.5%, hierro 0.50% cobre 3.8-4.9%, manganeso 0.30-0.90%, cromo 0.1%, níquel 1.7-2.3%, zinc 0.25%, titanio 0.15%, otros 0.20%, aluminio el resto.

Propiedades:

Conductividad térmica @ 77 °F:	840 Btu in/Ft <sup>2</sup> hr °F,
Resistencia eléctrica @ 60 °F:	35 Ohms-Circular mil/ft.
Coefficiente de expansión térmica @ 68-212 por °F:	12.9 X10 <sup>-6</sup> 1/°F
Rango de fundición:	935 -1180 °F
Esfuerzo último a tensión:	68 Ksi
Esfuerzo de cedencia a tensión:	47 Ksi
Número de dureza Brinell @ 500Kg,10mm:	120
Esfuerzo último a corte:	41Ksi
Límite de resistencia a la fatiga 5X10 <sup>9</sup> ciclos reversibles:	20Ksi
Módulo de elasticidad:	10.6x10 <sup>3</sup> Ksi

#### La información técnica del sistema tornillo-tuerca embalado:

El sistema tornillo-tuerca es de la marca NSK, y es el modelo W1603MA-3PY-C3Z2.5, y tiene las siguientes características:

Grado de precisión: Grado C3 que es el más alto de NSK;

Desviación media del recorrido total: 13 µm

Variación del recorrido total: 10 µm

Diámetro e balines: 1.588, sin espaciadores

Rango de carga dinámica permisible: 0-360 Kgf

Rango de carga estática permisible: 0-860 Kgf

Juego axial: 0

Momento por fricción: 0.5 Kgf-cm

Grasa: Grasa tipo NSK No.2

Recorrido total: 345 mm

Avance: 2.5 mm/ rev.

Diámetro: 16 mm

Longitud total del tornillo: 471 mm

#### La información técnica de los cuatro sistemas rieles-bloques lineales embalados:

Los cuatro sistemas rieles-bloques lineales embalados son de la marca THK. Uno de ellos es modelo 2RSR15VMUUC1+470LPM-I, otro es modelo HRW17CR300C1+670LP y

los dos últimos son modelo HRW17CR300C1+790LP, tienen las siguientes características:

Para el modelo 2RSR15VMUUC1+470LPM-I,

Paralelismo a lo largo de todo el recorrido: 4  $\mu\text{m}$ .

Interferencia entre riel y balines: 10-0  $\mu\text{m}$ .

Roscas: M3 ? 4 mm.

Rango de carga dinámica permisible: 0-4410N.

Rango de carga estática permisible: 0-6570 N.

Rango de momento permisible (+ al riel): 0-16.5 N-m.

Rango de momento permisible(+ al plano del riel): 0-17.9 N-m.

Rango de momento permisible(riel de eje): 0-30.2 N-m.

Peso de los bloques: 0.069 Kg.

Peso del riel por metro: 0.925 Kg/m.

Con una longitud del riel: 470 mm.

Para el modelo HRW17CR300C1+670LP,

Paralelismo a lo largo de todo el recorrido: 4  $\mu\text{m}$ .

Interferencia entre riel y balines: 7-3  $\mu\text{m}$ .

Roscas: M4 ? 5 mm.

Rango de carga dinámica permisible: 0-4.3 KN.

Rango de carga estática permisible: 0-8.14 K N.

Rango de momento permisible (+ al riel): 0-30 N-m.

Rango de momento permisible (+ al plano del riel): 0-30 N-m.

Rango de momento permisible (riel de eje): 0-130 N-m.

Peso de los bloques: 0.12 Kg.

Peso del riel por metro: 2.1 Kg/m.

Con una longitud del riel: 670 mm.

Para los modelos HRW17CR300C1+790LP,

Paralelismo a lo largo de todo el recorrido: 4  $\mu\text{m}$ .

Interferencia entre riel y balines: 7-3  $\mu\text{m}$ .

Roscas: M4 ? 5 mm.

Rango de carga dinámica permisible: 0-4.3 KN.

Rango de carga estática permisible: 0-8.14 KN.

Rango de momento permisible (+ al riel): 0-30 N-m.

Rango de momento permisible (+ al plano del riel): 0-30 N-m.

Rango de momento permisible (riel de eje): 0-130 N-m.

Peso de los bloques: 0.12 Kg.

Peso del riel por metro: 2.1 Kg/m.

Con una longitud del riel: 790 mm.

#### La información técnica del motor:

El motor es de la marca Globe Motors y es el modelo 409A6186-2, el motor tiene incluida una reducción. Tienen las siguientes características.

Motor:

Voltaje: 12 vdc

Velocidad sin carga 5400 rpm

Corriente sin carga máx.: 0.35 amp.

Torca del motor: 3.5 oz. pulg.  
Corriente @ torca máx.: 1.6 amp.  
Inercia  $4.75 \times 10^{-4}$  oz. pulg.  $\text{seg}^2$   
Elevación de temperatura: 8.5 C / wat.  
Caja de engranes:  
Reducción: 1:36  
Multiplicador de torca: 23  
Torca de salida máxima: 80 oz.-pulg.  
Peso: 13.5 oz.  
Juego angular: 1.5 grados  
Inercia:  $1.2 \times 10^{-5}$  oz. Pulg.  $\text{Seg}^2$

La información técnica de la regleta electrónica:

La regleta electrónica es un codificador lineal incremental. Este codificador es de la marca Heidenhain y es el modelo LS476C 370mm y tiene las siguientes características:

Precisión: 1  $\mu\text{m}$ .  
Fricción de la regleta: 5N.  
Peso: 0.4 Kg.  
Voltaje: 5V.  
Corriente: 70  $\mu\text{A}$ .  
Señal de salida: TTL diferencial.

La información técnica de los interruptores electrónicos:

Los interruptores electrónicos son marca Cherry y son el modelo D44. Cada uno se encuentra montado sobre una montura especial que amortigua los golpes de activación de los mismos, y tiene las siguientes características:

Corriente: 10A.  
Voltaje: 125/250 Vac.

#### **4.2.4. Movimiento este-oeste:**

La función del movimiento este-oeste es mover el espejo viajero del guiador en dirección este oeste. Esta sección del guiador está realizada en su mayoría de aluminio para aligerar su peso y está tratado superficialmente para que resista las condiciones climáticas y minimizar la reflectividad. Consta de placas de aluminio maquinadas, un sistema tornillo-tuerca embalado, tres sistemas rieles-bloques lineales embalados, y motor que es el que provee la potencia para el movimiento. Para la codificación del movimiento se usa una regleta electrónica, un par de interruptores eléctricos, como protección al mecanismo que funcionan como interruptores límite, montados en bases mecánicas especiales que amortigua su accionado para evitar golpes bruscos. Estos son los principales componentes del movimiento este-oeste. Se presenta más detalle de esta sección en los siguientes puntos de este trabajo.

También se pudo verificar que este mecanismo tiene sus parámetros dentro de los rangos admisibles para el instrumento, por medio de evaluaciones realizadas en el laboratorio. Dichas pruebas se realizaron en varias posiciones para verificar flexiones, la repetibilidad y la precisión de sus movimientos.

#### **4.2.4.1. La información técnica del movimiento este-oeste:**

(Ver apéndice B para fotocopias de los catálogos de los componentes del Movimiento Este-Oeste.)

##### La información técnica del material:

El material es aluminio 2024-T351 tratado superficialmente con un anodizado color negro mate. Este material tiene las mismas características que el material del movimiento Norte-Sur, descrito en el punto 4.2.3.1.

##### La información técnica del sistema tornillo-tuerca embalado:

El sistema tornillo-tuerca embalado es de la marca NSK, y es el modelo W1603KA-1PY-C3Z2, y tienes las siguientes características:

Grado de precisión: Grado C3, que es el grado más alto para NSK.

Desviación media del recorrido total: 13  $\mu\text{m}$ .

Variación del recorrido total: 10  $\mu\text{m}$ .

Diámetro e balines: 1.588, sin espaciadores.

Rango de carga dinámica permisible: 295 Kgf.

Rango de carga estática permisible: 635 Kgf.

Juego axial: 0.

Momento por fricción 0.5 Kgf-cm.

Grasa: Grasa tipo NSK No.2.

Recorrido total: 337 mm.

Avance: 2.0 mm/rev.

Diámetro: 16 mm.

Longitud total del tornillo: 461 mm.

##### La información técnica de los tres sistemas riel bloque lineales embaladas:

Los tres sistemas rieles-bloques lineales embalados son de la marca THK. El modelo es HRW21CRUUC1+480LSP y tienes las siguientes características:

Paralelismo a lo largo de todo el recorrido: 4  $\mu\text{m}$ .

Interferencia entre riel y balines: 8-4  $\mu\text{m}$ .

Roscas: M5 ? 6 mm.

Rango de carga dinámica permisible: 0 – 6.18 KN.

Rango de carga estática permisible: 0 – 11.5 K N.

Rango de momento permisible (+ al riel): 0-60 N-m.

Rango de momento permisible (+ al plano del riel): 0- 60 N-m.

Rango de momento permisible (riel de eje): 0- 210 N-m.

Peso de los bloques: 0.19 Kg.

Peso del riel por metro: 2.9 Kg/m.

Con una longitud del riel: 670 mm.

##### La información técnica del motor:

El motor es de la marca Globe Motors y es el modelo 409A6185-2, el motor tiene incluida una reducción. Tienen las siguientes características:

Motor: Tiene las mismas características que el motor del movimiento Norte-Sur, mostrado en el punto 4.2.3.1.

Caja de engranes:  
Reducción: 1:30.  
Multiplicador de torca: 19  
Torca de salida máxima: 66.5 oz-pulg.  
Peso: 13.5 oz.  
Juego angular: 1.5 grados  
Inercia:  $1.2 \times 10^{-5}$  oz. pulg.  $\text{seg}^2$

La información técnica de la regleta electrónica:

La regleta electrónica es un codificador lineal incremental. Este codificador es de la marca Heidenhain y es el modelo LS476C 370mm y tiene las mismas características que la regleta electrónica del movimiento Norte-Sur, descritas en el punto 4.2.3.1.

La información técnica de los interruptores electrónicos:

Los interruptores electrónicos son marca Cherry y son el modelo D44. Cada uno se encuentra montado sobre una montura especial que amortigua los golpes de activación de los mismos, y tiene las mismas características que los interruptores electrónicos del movimiento Norte-Sur, mencionadas en el punto 4.2.3.1.

#### **4.2.5. Movimiento en foco:**

La función del movimiento en foco es enfocar la cámara, desplazando la cámara con respecto al espejo. En esta sección es donde se encuentra montado el espejo. Esta sección del guiador esta realizada en su mayoría de aluminio para aligerar su peso y está tratado superficialmente para que resista las condiciones climática y minimizar la reflectividad. Consta de placas de aluminio maquinado, un sistema tornillo-tuerca embalado, dos sistemas rieles-bloques lineales embalados, y un motor que es el que provee la potencia para el movimiento. Para la codificación del movimiento se usa un codificador rotacional unido al motor, también se usan en este eje un sensor de proximidad y un par de interruptores eléctricos, como protección al mecanismo que funcionan como interruptores límite, montados en bases mecánicas especiales que amortigua su accionado para evitar golpes bruscos. Estos son los principales componentes del movimiento en foco. Se presenta más detalle de esta sección en el siguiente punto de este trabajo. El mecanismo fue evaluado en varias posiciones en el laboratorio para revisar las flexiones, la repetibilidad y la precisión de su movimiento. Al término de estas pruebas se verificó que sus parámetros están dentro de los rangos admisibles para el instrumento.

##### **4.2.5.1. La información técnica del movimiento en foco:**

(Ver apéndice B para fotocopias de los catálogos de los componentes del Movimiento en Foco.)

La información técnica del material:

El material es aluminio 2024-T351 tratado superficialmente con un anodizado color negro mate. Este material tiene la mismas características que el material del movimiento Norte-Sur, descrito en el punto 4.2.3.1

La información técnica del sistema tornillo-tuerca embalado:

El sistema tornillo-tuerca embalado es de la marca NSK, y es el modelo W0802MA-3PY-C3Z1.5, y tienes las siguientes características,

Grado de precisión: Grado C3; que es el más alto ofrecido por NSK.

Desviación media del recorrido total: 10  $\mu\text{m}$ .

Variación del recorrido total: 8  $\mu\text{m}$ .

Diámetro e balines: 1.0 mm, sin espaciadores.

Rango de carga dinámica permisible: 110 Kgf.

Rango de carga estática permisible: 200 Kgf.

Juego axial: 0.

Momento por fricción 0.2 Kgf-cm.

Grasa: Grasa tipo NSK No.2.

Recorrido total: 168 mm.

Avance: 1.5mm/rev.

Diámetro: 8 mm.

Longitud total del tornillo: 248 mm.

La información técnica de los dos sistemas rieles-bloques lineales embalados:

Los dos sistemas rieles-bloques lineales embalados que son de la marca THK. El modelo es 2RSR7WZMUUC1+320LPM-I y tienen las siguientes características:

Paralelismo a lo largo de todo el recorrido: 4  $\mu\text{m}$ .

Interferencia entre riel y balines: 3-0  $\mu\text{m}$ .

Roscas: M3  $\times$  2.8 mm.

Rango de carga dinámica permisible: 0 – 1.37 KN.

Rango de carga estática permisible: 0 – 2.16 K N.

Rango de momento permisible (+ al riel): 0-5.39 N-m.

Rango de momento permisible (+ al plano del riel): 0- 5.39 N-m.

Rango de momento permisible (riel de eje): 0- 15.2 N-m.

Peso de los bloques: 0.018 Kg.

Peso del riel por metro: 0.51 Kg/m.

Con una longitud del riel: 320 mm.

La información técnica del motor:

El motor es de la marca Globe Motors y es el modelo 409A6186-2, el motor tiene incluida una reducción. Tienen las siguientes características.

Motor: Tiene las mismas características que el motor de movimientos Norte –Sur, citado en el punto 4.2.3.1.

Caja de engranes:

Reducción: 1:36

Multiplicador de torca: 23

Torca de salida máxima: 80 oz-pulg.

Peso: 13.5 oz.

Juego angular: 1.5 grados

Inercia:  $1.2 \times 10^{-5}$  oz. pulg. Seg<sup>2</sup>

#### La información técnica del codificador rotacional:

El codificador rotacional es un codificador rotacional incremental de eje hueco. Este codificador es de la marca AutomationDirect y es el modelo TRD-SH400VD y tiene las siguientes características:

Pulsos: 400 por rev. (1,600 en cuadratura).

Voltaje: 4.75-5.25 Vdc

Corriente: 50 mA. máx.

Señal de salida: Tipo honda de dos fases e índice.

Máxima frecuencia de respuesta: 200 Khz.

Tipo e salida: Manejador de línea de salida 26c31 o equivalente.

Señal de salida: Compatible con TTL.

Máxima torca inicial: 0.001 N-m (0.00074 Ft./Lib.)

Máxima carga permisible radial al eje: 20N (4.5 lib.)

Máxima carga permisible axial al eje: 10N (2.25 lib)

Máxima velocidad permisible: 6000rpm

Diámetro del cuerpo: 38mm.

Peso aproximado: 150g (5.3oz.).

Resistencia a la vibración: 1hr @ 10-55 Hz con amplitud de 0.75.

#### La información de sensor de proximidad:

Los sensores de proximidad son marca MICRO SWITCH, Honeywell Inc. Su numero de catalogo es 982FS0.8-A3N-L 9312

Su diámetro externo es: 0.162”.

Su longitud: 1.25”.

Voltaje 10-30 V dc.

#### La información técnica de los interruptores electrónicos:

Los interruptores electrónicos son marca Cherry y son el modelo D44. Cada uno se encuentra montado sobre una montura especial que amortigua los golpes de activación de los mismos, y tiene las mismas características que los interruptores electrónicos del movimiento Norte-Sur, detallado en el punto 4.2.3.1.

### **4.2.6. Movimiento del “zoom”:**

La función del movimiento del “zoom” es realizar el movimiento rotacional del “zoom nikon”, la sujeción y la alineación del mismo. En esta sección es donde se encuentra montado la cámara y el sistema de “zoom”. El “zoom” es un aditamento especial que permita reconocer los campos de interés. Esta sección del guiador esta realizada en su mayoría de aluminio para aligerar su peso y esta tratado superficialmente para que resista las condiciones climática y minimizar la reflectividad. Consta de una montura de aluminio para sostener el “zoom” y asegurar la estabilidad del mismo, un sistema de poleas dentadas con banda de tiempo, la polea piñón va al eje del motor y polea va al “zoom”, un motor que es el que provee la potencia para el movimiento y un buje de teflón. Para la codificación del movimiento se usa un codificador rotacional unido al motor, un sensor de proximidad, un par de interruptores eléctricos, un activador mecánico de los interruptores especial que amortigua su accionado para evitar golpes bruscos. Estos

son los principales componentes del movimiento en foco. Se presenta más detalle de esta sección en el siguiente punto de este trabajo. Este mecanismo también salió con muy buenos resultados de las pruebas de laboratorio. Donde fue evaluado en varias posiciones analizando las flexiones, la repetibilidad y la precisión de sus movimientos. Teniendo todos sus parámetros en rango admisible para el instrumento.

#### **4.2.6.1. La información técnica del “zoom”:**

(Ver apéndice B para fotocopias de los catálogos de los componentes del Movimiento del “Zoom”.)

##### La información técnica del material:

El material es aluminio 2024-T351 tratado superficialmente con un anodizado color negro mate. Este material tiene las mismas características que el material del movimiento Norte-Sur, mencionado en el punto 4.2.3.1.

##### La información técnica del sistema poleas-dentadas con banda:

El sistema poleas-dentadas con banda de tiempo es del tipo de no-deslizamiento, con una banda de manejo positivo de 2 correas unidas. Los número de modelos son los siguientes; para la polea que se encuentra en el “zoom” es F32J2-112, para la polea piñón que se encuentra en el eje del motor es F32G6-28, para la banda es F32CS-145. Todos son de la marca PIC Design y tienen las siguientes características:

La polea piñón: (F32G6-28).

Tipo de polea: Dentado.

Número de dientes: 28.

Diámetro de paso o primitivo: 0.875”.

Diámetro exterior o de addendum: 0.937”.

La polea: (F32J2-112).

Tipo de polea: Dentado.

Número de dientes: 112.

Diámetro de paso o primitivo: 3.50”.

Diámetro exterior o de addendum: 3.562”.

La banda (F32CS-145).

Números de pernos: 145.

El sistema poleas-dentados con banda

Tiene una relación de: 1:4.

Distancia entre ejes de: 3.451”.

##### La información técnica del motor:

El motor es de la marca Globe Motors y es el modelo es 409A6188-2, el motor tiene incluida una reducción. Tienen las siguientes características:

Motor: Tiene las mismas características que el motor del movimiento Norte-Sur, descrito en el punto 4.2.3.1.

Caja de engranes:

Reducción: 1:80.

Multiplificador de torca: 41.

Torca de salida máxima: 143 oz.-pulg.

Peso: 13.5 oz.

Juego angular: 1.5 grados.

Inercia:  $1.2 \times 10^{-5}$  oz. pulg.  $\text{seg}^2$

La información técnica del codificador rotacional:

El codificador rotacional es un codificador rotacional incremental de eje hueco. Este codificador es de la marca AtomationDirect y es el modelo TRD-SH100VD y tiene las siguientes características:

Pulsos: 100 por rev.

Voltaje: 4.75-5.25 Vdc.

Corriente: 50 mA. máx.

Señal de salida: Tipo honda dos fases más posición base.

Máxima frecuencia de respuesta: 200 Khz.

Tipo e salida: Manejador de línea de salida 26c31 o equivalente.

Señal de salida: Compatible con TTL.

Máxima torca inicial: 0.001 N-m (0.00074 Ft./Lib).

Máxima carga permisible radial al eje: 20N (4.5 lib).

Máxima carga permisible axial al eje: 10N (2.25 lib).

Máxima velocidad permisible: 6000rpm.

Diámetro del cuerpo: 38mm.

Peso aproximado: 150g (5.3oz.).

Resistencia a la vibración: 1hr @ 10-55 Hz con amplitud de 0.75.

La información de sensor de proximidad:

Los sensores de proximidad son marca MICRO SWITCH, Honeywell Inc. Su numero de catalogo es 982FS0.8-A3N-L 9312 y tiene las mismas características que el sensor de proximidad del movimiento en foco, detallado en el punto 4.2.5.1.

La información técnica de los interruptores electrónicos:

Los interruptores electrónicos son marca Cherry y son el modelo D44. Cada uno se encuentra montado sobre una montura especial que amortigua los golpes de activación de los mismos, y tiene las mismas características que los interruptores electrónicos del movimiento Norte-Sur, citado en el punto 4.2.3.1.

#### **4.2.7. Electrónica:**

La función de la electrónica es realizar el control de los movimientos y la adquisición de la imagen del CCD. Esta sección del guiador se encuentra distribuido por todo el instrumento, pero la mayor parte se encuentra en una caja de plástico que se localiza en la parte posterior de la sección de la cubierta. Consta de una serie de cables, tarjetas y sensores, controles de motores, conexiones, fuentes de poder, relevadores, etc.

### **4.3. Resolución de los movimientos y la zona prohibida.**

En este punto del trabajo se especifican los alcances en cuanto a precisión de cada uno de los sistemas de movimientos. Esto es cada una de las secciones que implican un movimiento, que son las siguientes:

- ?? Movimiento norte-sur.
- ?? Movimiento este-oeste.
- ?? Movimiento en foco.
- ?? Movimiento del “zoom”.

Los puntos principales que presentaremos de los movimientos son:

- ?? El desplazamiento máximo posible, es aquel desplazamiento que puede recorrer el sistema sin restricción alguna.
- ?? El desplazamiento en operación, es el desplazamiento medio que puede recorrer con las restricciones de los de los interruptores limites, tenemos que recordar que los interruptores están en bases ajustables.
- ?? El juego que pueda tener el sistema una vez frenado.
- ?? La resolución del sistema que es el mínimo valor controlable en el movimiento.

#### **4.3.1. Movimiento norte-sur:**

Este movimiento mueve la posición del espejo viajero del guiador en dirección norte-sur. Este movimiento cuenta con un desplazamiento máximo posible de 13.583” y tiene un desplazamiento medio en operación de 12.975”. El juego del sistema una vez frenado es de 0.000” y cuenta con una resolución del sistema de control de 1  $\mu\text{m}$ . Tomando los valores del desplazamiento medio en operación y refiriéndolos al eje óptico del telescopio, este movimiento puede mover al espejo viajero 3.925” al sur del eje óptico y 9.05” al norte del mismo.

#### **4.3.2. Movimiento este-oeste:**

Este movimiento mueve la posición del espejo viajero del guiador en dirección este-oeste. Este movimiento es el de la carrera más larga, con un desplazamiento máximo posible de 13.740” y tiene un desplazamiento medio en operación de 13.369”. El juego del sistema una vez frenado es de 0.000” y cuenta con una resolución del sistema de control de 1  $\mu\text{m}$ . Tomando los valores del desplazamiento medio en operación y refiriéndolos al eje óptico del telescopio, este movimiento puede mover al espejo viajero 5.672” al este del eje óptico y 7.697” al oeste del mismo.

#### **4.3.3. Movimiento en foco:**

Este movimiento mueve la posición de la cámara con respecto al espejo viajero del guiador en dirección del reflejo de la luz que en este caso es en dirección norte sur. Este movimiento es el de la carrera más corta, con un desplazamiento máximo posible de 6.516” y tiene un desplazamiento medio en operación de 5.987”. El juego del sistema una vez frenado es de 0.000” y cuenta con una resolución del sistema de control de 26  $\mu\text{m}$ . Tomando los valores del desplazamiento medio en operación y refiriéndolos a la

distancia entre el espejo viajero y el CCD, este mueve al CCD a una distancia del espejo de 23.313 como punto más cercano y de 29.300 como el más lejano.

#### **4.3.4. Movimiento del “zoom”:**

Este movimiento gira el “zoom” poder realizar los cambios en la escala de placa necesarios. El mecanismo de “zoom” permite variar la escala de placa de la cámara del guiador en un rango de distancia focal de  $f/35$  a  $f/100$ . Este movimiento tiene para un desplazamiento máximo posible de 90 grados y tiene un desplazamiento medio en operación de 81 grados. El juego del sistema una vez frenado es de 0 grados y cuenta con una resolución del sistema de control de 1600/360 pulsos por grado.

#### **4.3.5. La zona prohibida del espejo viajero**

La zona prohibida para el espejo viajero es aquella área del campo de visión de interés del observador. Esta área es circular y se encuentra en el centro del campo de visión. El diámetro varía dependiendo de la configuración del telescopio, como es de suponerse la parte sur de esta zona también se convierte en zona prohibida. (Fig. 12 apéndice A)

??En la configuración de  $f 7.5$  del telescopio el diámetro de la zona prohibida es de 17 cm.

??En la configuración de  $f 13.5$  del telescopio el diámetro de la zona prohibida es de 12.8 cm.

??En la configuración de  $f 30$  del telescopio el diámetro de la zona prohibida es de 10 cm.

El espejo viajero da una proyección de un círculo de 8.8 cm de diámetro. Los datos de los movimientos del espejo viajero se muestran gráficamente en la figura 12 del apéndice A, también se presentan los círculos de las zonas prohibidas dependiendo de la configuración del telescopio.

## **5. Instalación, y ajuste.**

### **5.1. Instalación.**

El procedimiento para instalar el guiador excéntrico es el siguiente:

- Despejar el área donde se montará el guiador en el telescopio. Esta área es la parte inferior de la celda. (Figura 11 del apéndice A, punto 1).
- Una vez ensamblado la parte de los movimientos, esto es que los mecanismos estén ensamblados e integrados entre sí y teniendo listo las secciones de la cubierta, la cubeta, y la electrónica. Acercar la sección cubeta, al área donde se encuentra el eje óptico del telescopio por la parte inferior de la celda y ponerla con la brida mayor hacia arriba. Orientando la cubeta con la parte abierta hacia el norte. (Figura 11 del apéndice A, punto 2).
- Con ayuda de la plataforma del telescopio subir la cubeta e instalarla. Hay que presentar la cubeta con las roscas interiores que tiene la celda. Estas roscas son 7/16-14 por lo que los tornillos son 7/16-14 tipo allen. De las ocho roscas y ocho perforaciones, hay que dejar libres las tres que están más al norte, que se encuentran dentro de la parte abierta de la cubeta. Después se instalaran.

- Instalar las guías que van atornillada por la parte interna de las paredes de la parte abierta de la cubeta. (Figura 11 del apéndice A, punto 3).
- Separe de la parte los movimientos la montura que sostiene el espejo. (Figura 11 del apéndice A, punto 4).
- Monte el espejo con cuidado en su montura. Guarde en un lugar seguro el ensamble del espejo y su montura. Por protección al espejo no lo coloque en la parte de los movimientos hasta no instalar esta parte del instrumento en el telescopio. (Figura 11 del apéndice A, punto 5).
- Acercar la parte de los movimientos que es aquella donde se localizan los mecanismos e introducirlo con la palca mayor de la parte movimientos dentro de las guías. Recuerde que el panel superior de la cubierta va embonada con la placa mayor de la parte de los movimientos del instrumento. Esta operación es delicada y se recomienda 2 o más personas para efectuarla. Tiene que asegurarse que las perforaciones que tiene la placa mayor de la parte de los movimientos tengan libre las tres perforaciones abocardadas cónicamente. Hay que presentar las tres perforaciones de la celda que están libres con las tres perforaciones abocardadas cónicamente e introducir en cada una de estas un tornillo cónico tipo allen 7/16-14. (Figura 11 del apéndice A, punto 6).
- Introduzca en las cinco perforaciones abocardadas tipo cajón, que se localizan en la placa mayor, tornillos tipo allen 1/2-13. Asegúrese de que si se pueda introducir los tornillos. Para eso debe de mover de la sección el movimiento norte-sur.
- Monte el espejo y su montura en la parte que corresponde. (Figura 11 del apéndice A, punto 7).
- Deslice la cubierta, sin sus paneles, tapando la parte de los movimientos y embónela con el panel que esta en la parte superior de la parte de los movimientos y con los refuerzos que tiene la cubeta. En la parte norte embone la cubierta con la placa vertical que se localiza en esa parte, esta placa es donde se monta el gabinete de la electrónica de control. (Figura 11 del apéndice A, punto 8).
- Conecte las terminales electrónicas e instale el gabinete electrónico con sus separadores en la placa vertical que se localiza al norte. (Figura 11 del apéndice A, punto 9).
- Conecte el resto de la electrónica
- Instale los paneles de la cubierta.
- Asegúrese que no entre luz al instrumento. Especialmente en la interfase entre la parte de la cubierta y la cubeta.

## **5.2. Ajustar el espejo:**

- Para ajustar el espejo es necesario que se esté observando por el CCD de la cámara para poder alinearlos.
- Ajuste el espejo. En la parte posterior de la montura del espejo se localizan dos tornillos 4-40 y dos opresores 10-32. Con los primeros empuja y con los segundos asegura. La llave allen que se necesita para ajustar, tanto al tornillo como al opresor, es la 3/32.
- Al terminar deben de estar apretados los tornillos y los opresores.

## 6. Conclusiones

En este trabajo se presentó la descripción del diseño mecánico del guiador excéntrico del telescopio de 2.1 m de SPM. Este diseño logro los objetivos generales y particulares del instrumento. Las pruebas del laboratorio y en el telescopio permiten estimar un desempeño excelente del instrumento una vez instalado y en operación en el telescopio, ya que el mecanismo ha presentado resultados positivos en todas las mediciones realizadas hasta la fecha.

Todas las modificaciones al instrumento, producto de las primeras pruebas efectuadas al instrumento, ya se realizaron y probaron. Todavía falta probarlo por segunda vez en el telescopio, hecho que se realizará en fechas próximas. Mas sin embargo, se confía en obtener excelentes resultados en dicha temporada dado los buenos resultados presentado en el laboratorio.

Así pues, se espera contar en fechas próximas con un guiador excéntrico para el telescopio de 2.1 m del OAN-IA-UNAM en SPM, funcional y confiable. Además el instrumento será estable para las condiciones de trabajo del telescopio de 2.1 m del OAN-IA-UNAM en SPM y las necesidades de los observadores.

El objetivo general y particular del escrito se consiguieron describiendo las características mecánicas, el numero de partes compradas y método de instalación. Además con este documento se facilitará las futuras modificaciones, reparaciones, o ajustes al instrumento, así como su instalación.

Las principales experiencias que deja el proyecto en la parte de diseño mecánico y que nos servirán para proyectos futuros son las siguientes:

- ?? Después de hacer una evaluación de los diferentes tipos de aluminio comerciales que existen en el mercado legamos a la conclusión de que el aluminio 2024-T351 cuenta con el cociente más bajo entre densidad y módulo de elasticidad. Lo cual significa que tiene una densidad baja y una rigidez alta. Lo anterior redundo en un instrumento ligero sin comprometer la rigidez.
- ?? El usar componentes de los mismos proveedores facilita el diseño mecánico.
- ?? La potencia de los mecanismos que se usarán en el OAN tiene que ser por lo menos 2.5 veces mayores a la teórica para asegurar imprevistos.
- ?? Los engranes de plástico no son buena opción para las condiciones ambientales del OAN.
- ?? Tiene que haber una interacción muy estrechas entre el diseño óptico, mecánico, electrónico y control.

## 7. Glosario

### ?? **Aluminio 2024-T351:**

Aluminio del grupo del cobre por ser este el elemento principal en su aleación. Aleación tratada térmicamente para alcanzar sus propiedades mecánicas óptimas. Es templado con tratamientos térmicos, trabajado en frío, y envejecido naturalmente hasta una condición estable. Liberado de esfuerzos por estiramiento hasta un límite de 1.5 a 3 % de esfuerzos residuales.

### ?? **Aluminio 6063 T-5:**

Aluminio del grupo magnesio y silicio por ser estos los elementos principales de su aleación. La aleación es enfriada desde la elevada temperatura del proceso de fabricación a temperatura ambiente y artificialmente envejecido.

### ?? **Anodizado:**

Propiedad particular que permite la oxidación o anodizado de la superficie. Básicamente, anodizar es un método de acelerar la formación de óxido de aluminio en la superficie creando una capa superficial, bajo condiciones controladas en un baño electrolítico. Este baño sella el material con una capa de óxido protegiendo al metal contra la corrosión. El espesor de la capa de óxido puede ser controlado en su formación.

### ?? **Celda Peltier:**

El TEC (Termo Electric Cooler, o enfriador termoeléctrico) o celda peltier como se lo denomina en nuestro país. El TEC es un dispositivo de estado sólido, que aprovechando el efecto peltier, es capaz de transportar calor de una zona a otra. Básicamente son dos placas cerámicas separadas por un material semiconductor. Al circular corriente por este, transporta el calor desde una de las placas cerámicas hacia la otra. Los TEC se clasifican por su capacidad de transportar calor de una cara hacia la otra (en Watts) y por la máxima diferencia de temperatura entre sus caras.

### ?? **Espejo viajero:**

Es una superficie que refleja una parte del campo óptico del telescopio hacia una cámara CCD. Esta superficie puede moverse para encontrar un objeto o estrella de guiado.

### ?? **Guiador excéntrico.**

Es el instrumento auxiliar que ayuda a compensar las imperfecciones del movimiento de "seguimiento" del telescopio

### ?? **Partes del Guiador:**

Las partes en que se puede dividir el instrumento para su fácil traslado son: La cubeta, los movimientos, la cubierta y la electrónica. (Figura 1 del apéndice A).

?? **Secciones del Guiador:**

Al instrumento se le ha separado en 6 secciones mecánicas y una electrónica para describirla mejor: La cubeta, la cubierta, movimiento norte-sur, movimiento este-oeste, movimiento en foco, movimiento del “zoom” y electrónica. De las secciones mencionadas cuatro de ellas cuentan con mecanismos de movimiento que son: movimiento norte-sur, movimiento este-oeste, movimiento en foco, movimiento del “zoom”

?? **Zoom:**

Nombre en inglés y castellanizando que significa; objetivo de distancia focal variable.

## 8. Apéndice A

Se ha decidido poner las figuras del texto en apéndice A para poder imprimir en pagina completa cada una de ellas y así hacer que se note mejor el detalle del gráfico.

Figura 1. Las cuatro partes en las que se dividen el guiador.

Figura 2. Detalle del espejo y su montura.

Figura 3. Las siete secciones en las que se divide el guiador.

Figura 4. Cubeta.

Figura 5. Cubierta.

Figura 6. Movimiento Norte –Sur.

Figura 7. Movimiento Este-Oeste.

Figura 8. Movimiento en Foco.

Figura 9. Movimiento del “Zoom”.

Figura 10. Las cuatro partes en las que se divide el guiador.

Figura 11. Ensamble.

Figura 12. Datos de los movimientos del espejo viajero.

Figura 13. Vista general del instrumento en el telescopio

## 9. Apéndice B (Apéndice disponible únicamente en versión escrita)

En este apéndice B se encuentran las fotocopias de los catálogos de los componentes de los que constan los mecanismos del guiador.

Fotocopias de los catálogos de los componentes del Movimiento Norte-Sur.

Fotocopias de los catálogos de los componentes del Movimiento Este-Oeste.

Fotocopias de los catálogos de los componentes del Movimiento en Foco.

Fotocopias de los catálogos de los componentes del Movimiento del “Zoom”.

# Apéndice A.

Figuras.

Las cuatro partes en las que se divide el guiador

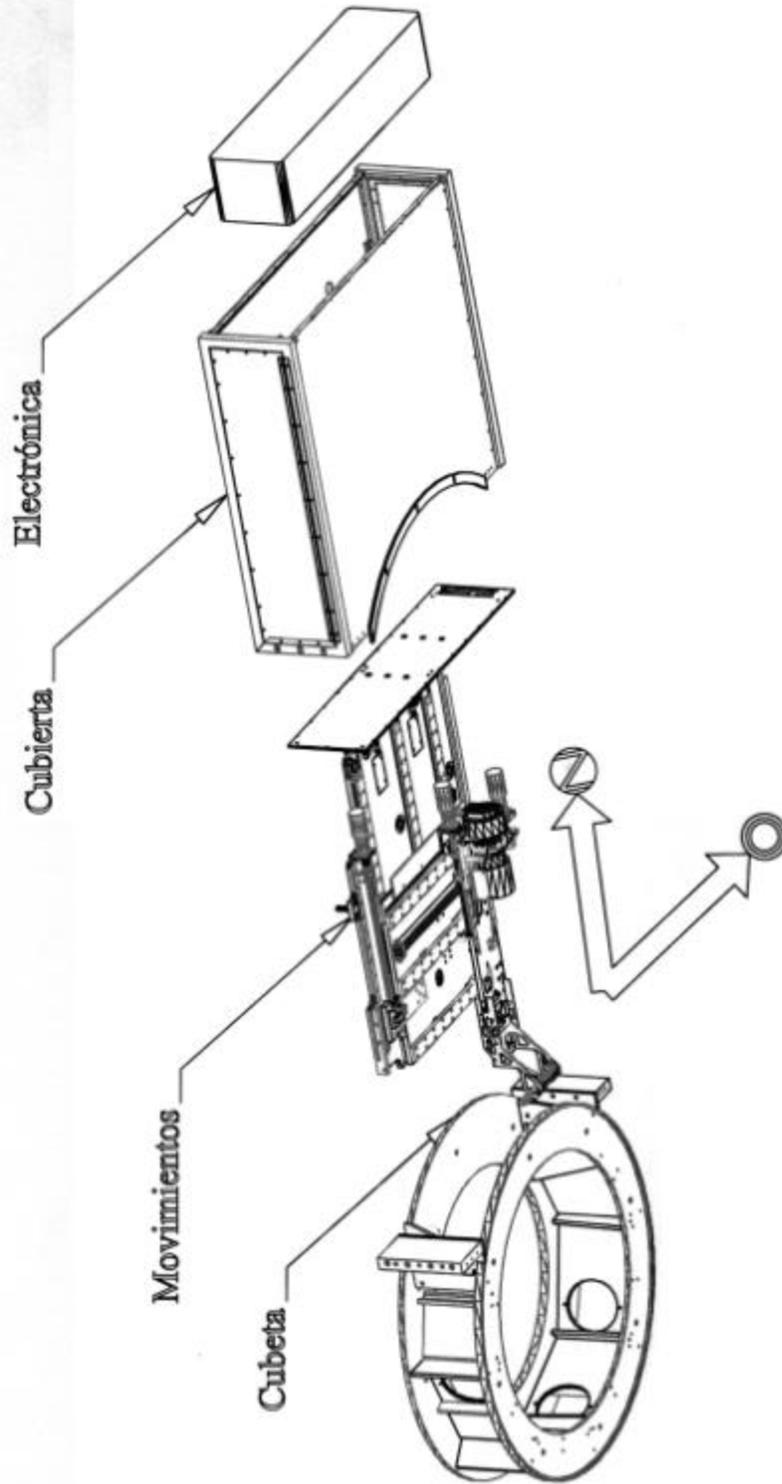
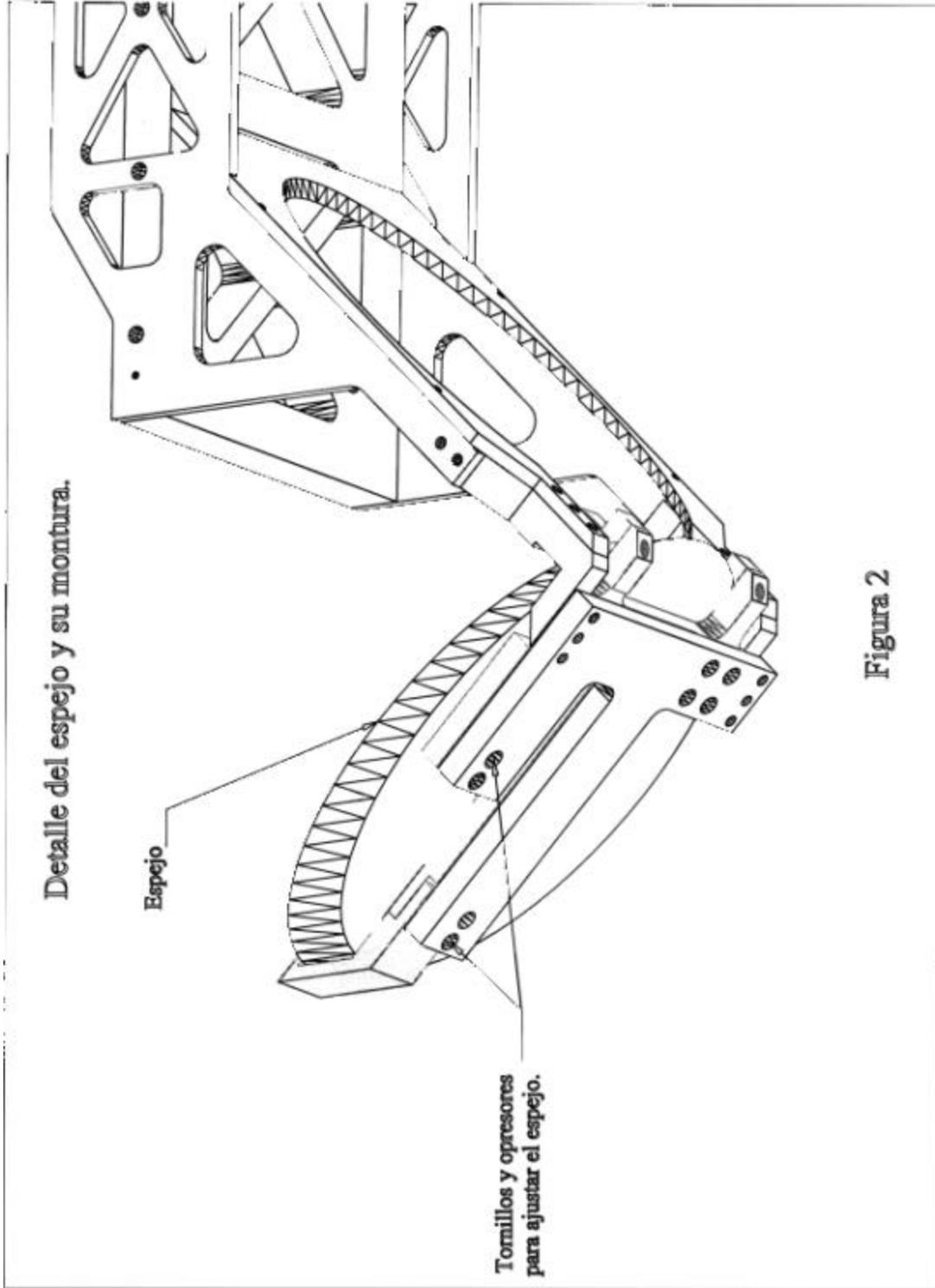


Figura 1



**Figura 2**

Las siete secciones en las que se divide el guiador para describirlo

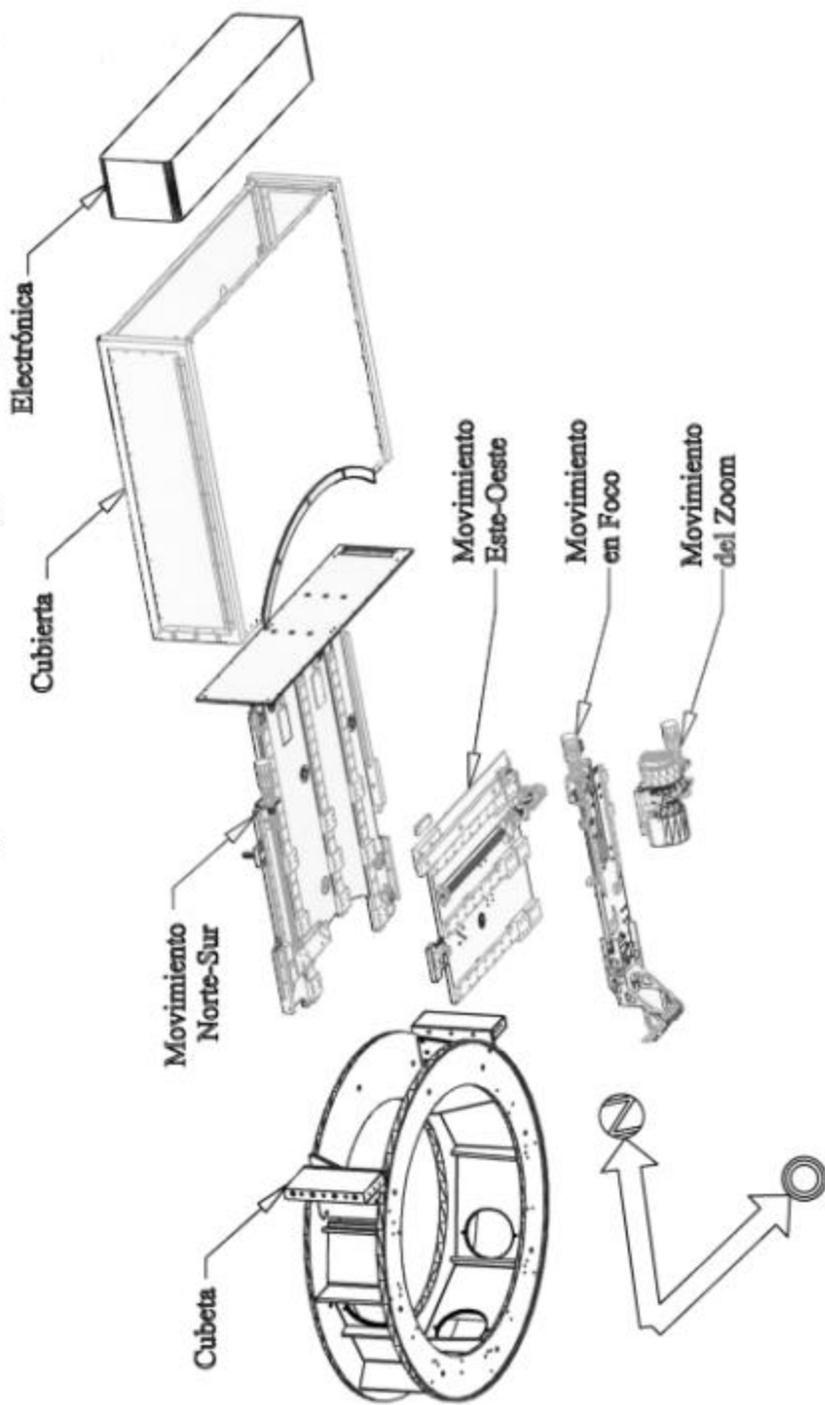
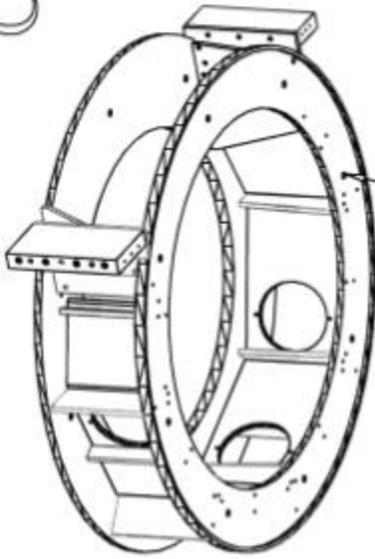
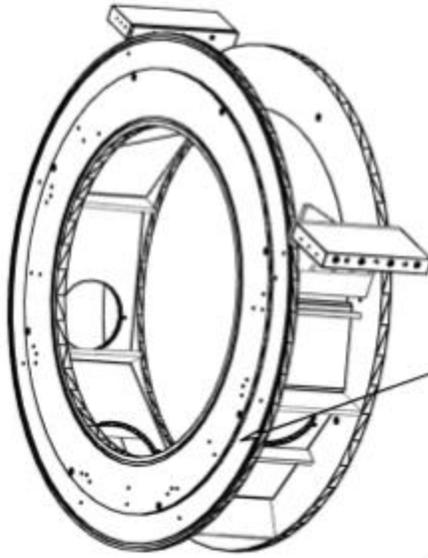


Figura 3

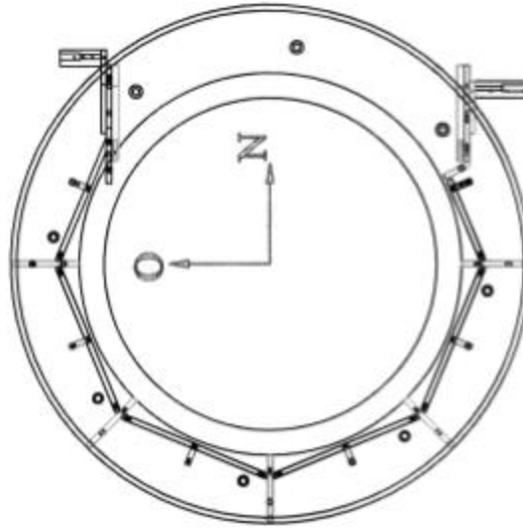
# Cubeta



Superficie rectificada  
de la placa inferior  
(a la platina giratoria)



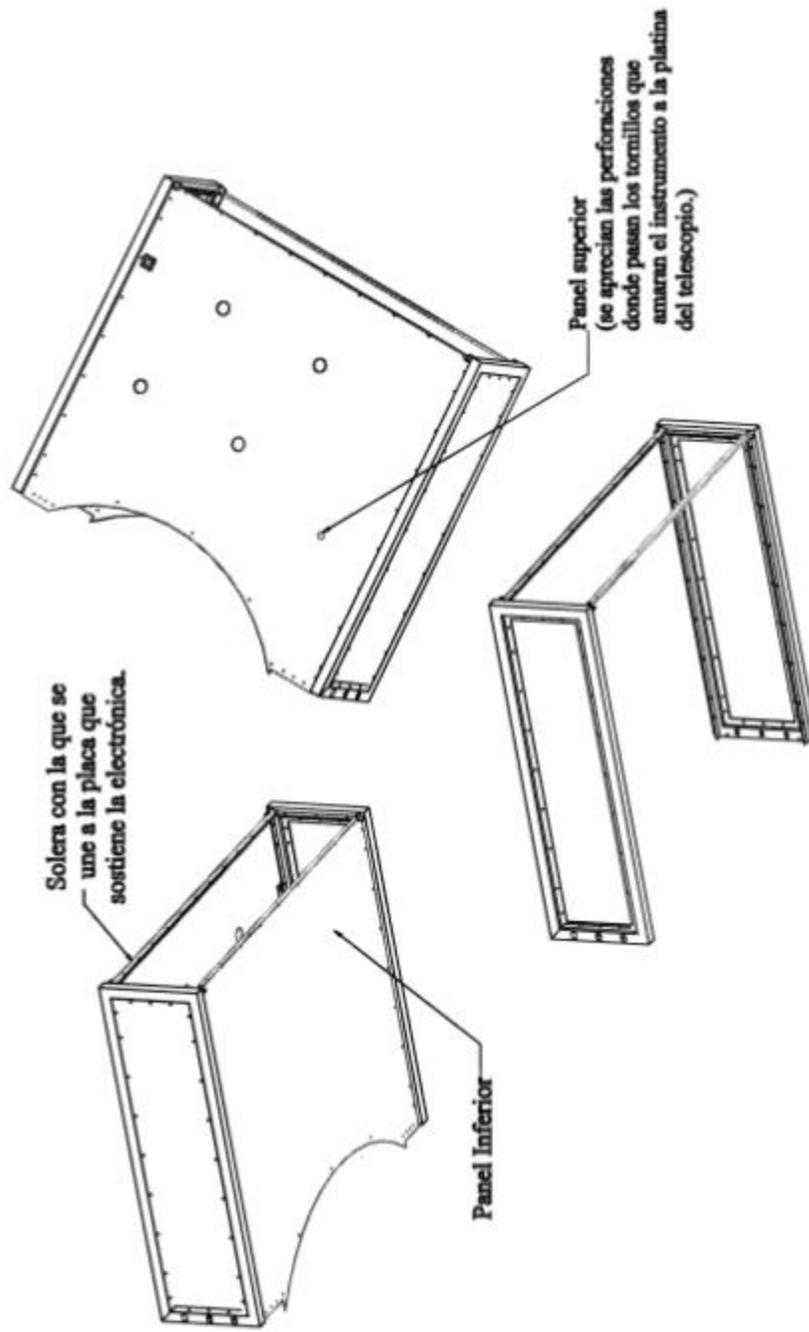
Superficie rectificada  
de la placa superior.  
(al telescopio)



Vista superior del guiador,  
se muestra el octágono incompleto.

Figura 4

# Cubierta



Estructura de aluminio tubular tipo EZ- Tube.

Figura 5

# Movimiento Norte-Sur

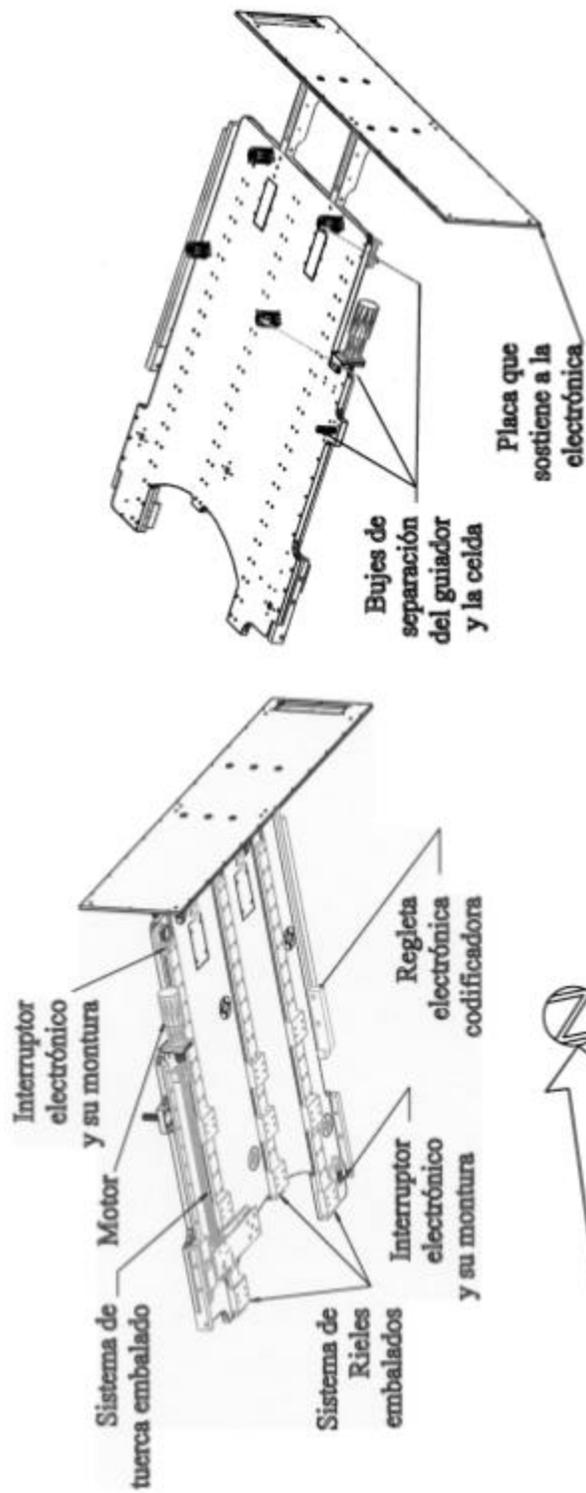


Figura 6

# Movimiento Este-Oeste

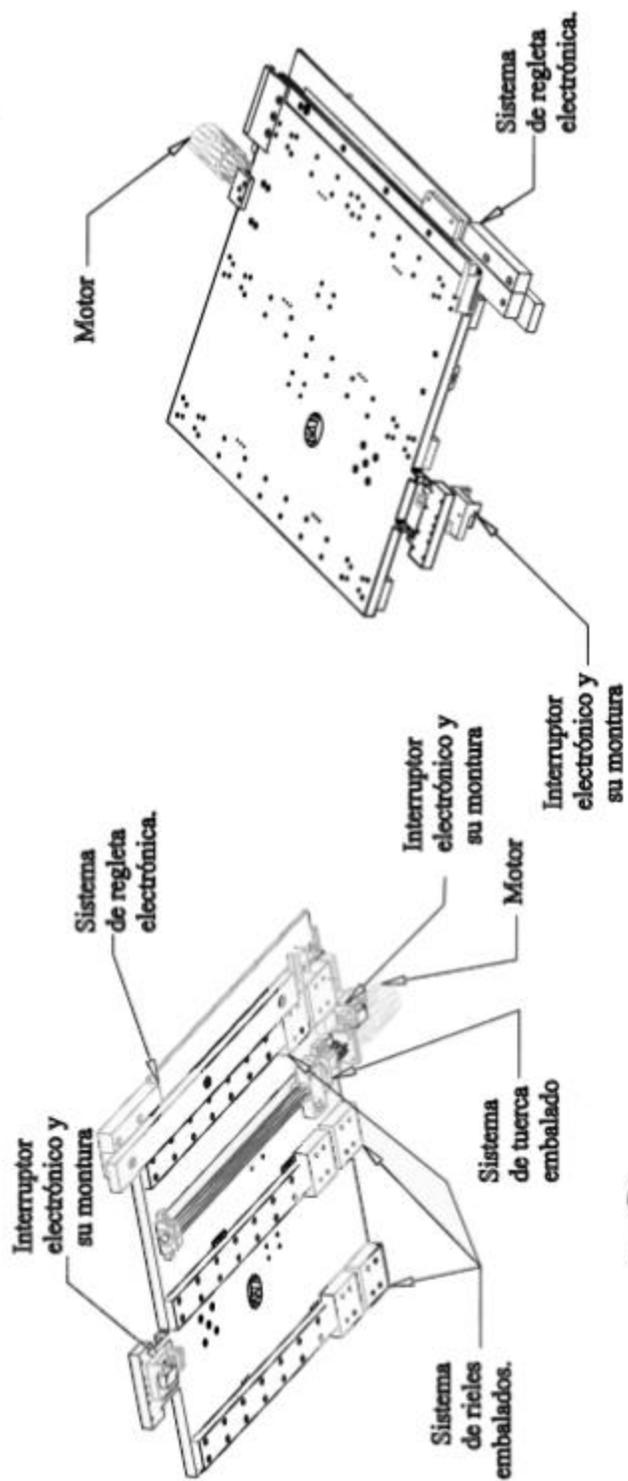


Figura 7

# Movimiento en Foco.

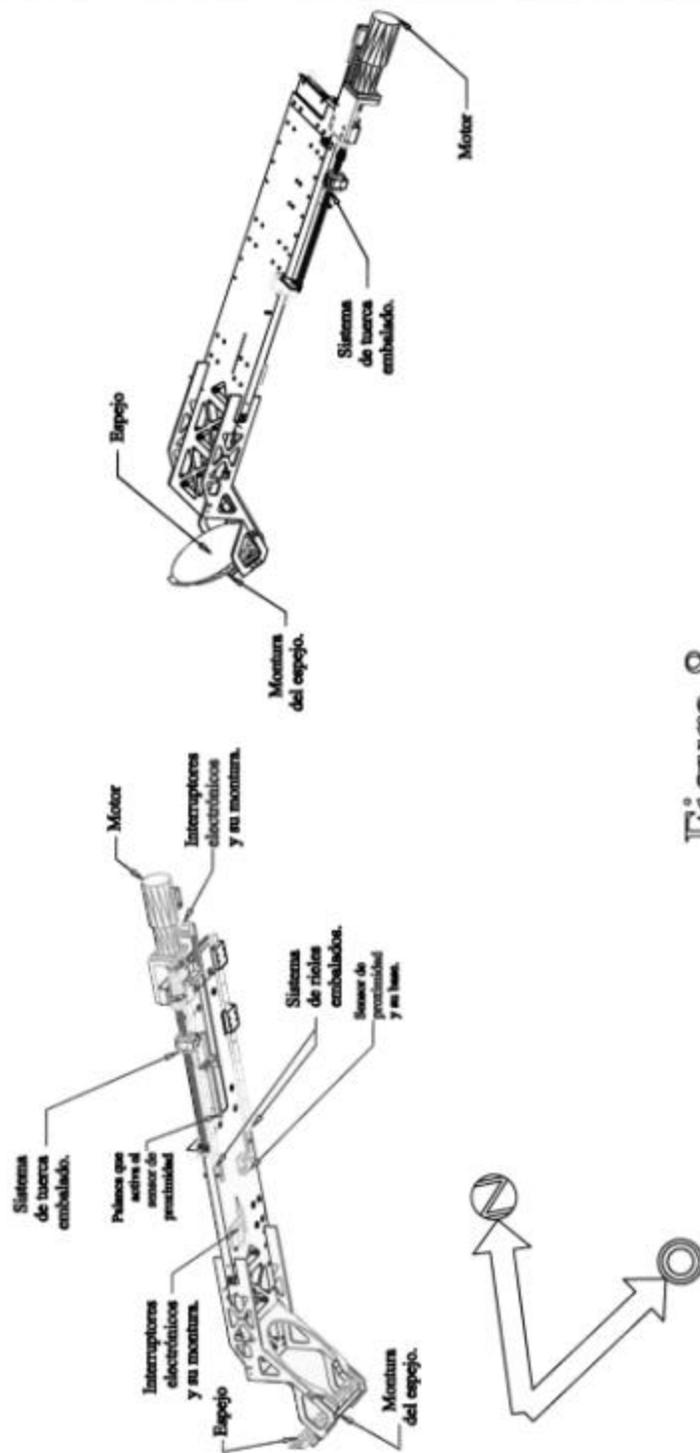


Figura 8

# Movimiento del "zoom"

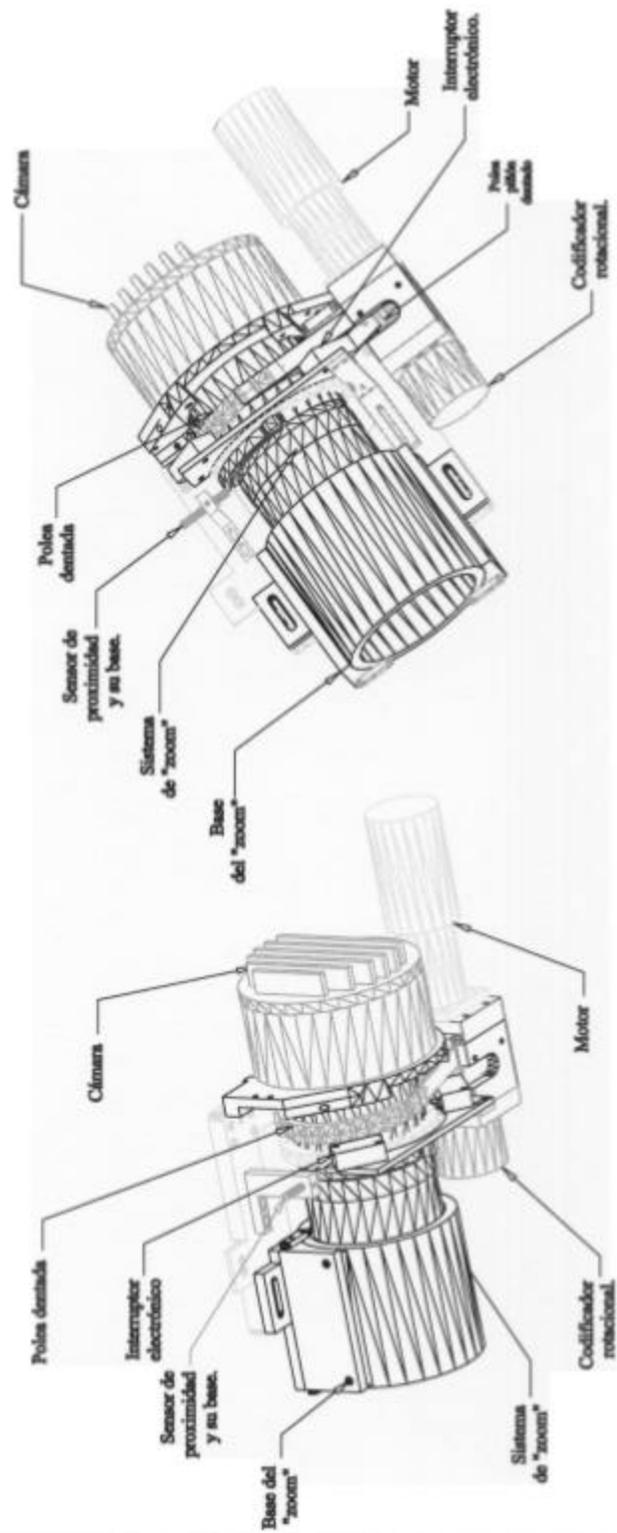


Figura 9

Las cuatro partes en las que se divide el guiador

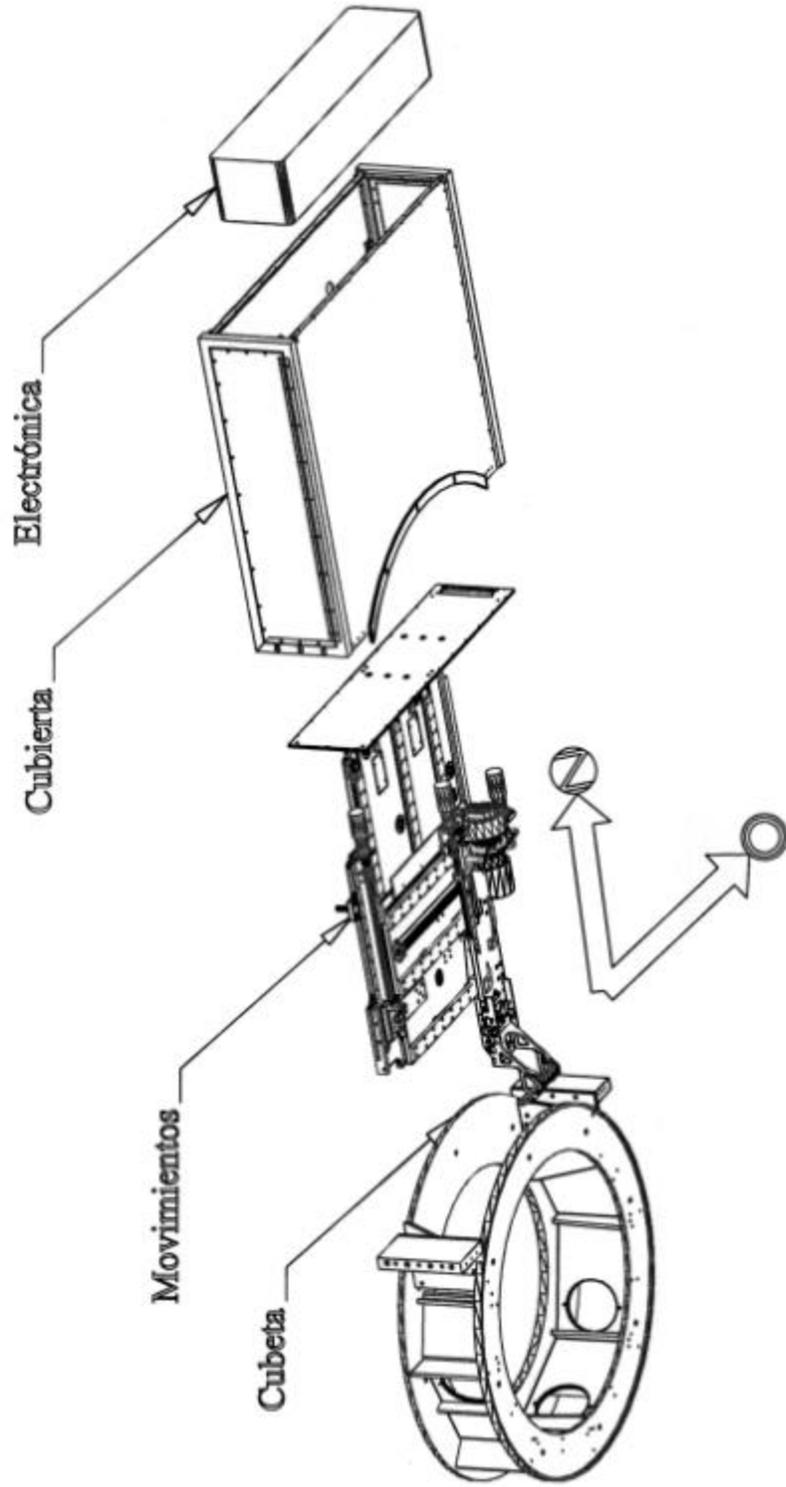


Figura 10

# Ensamble

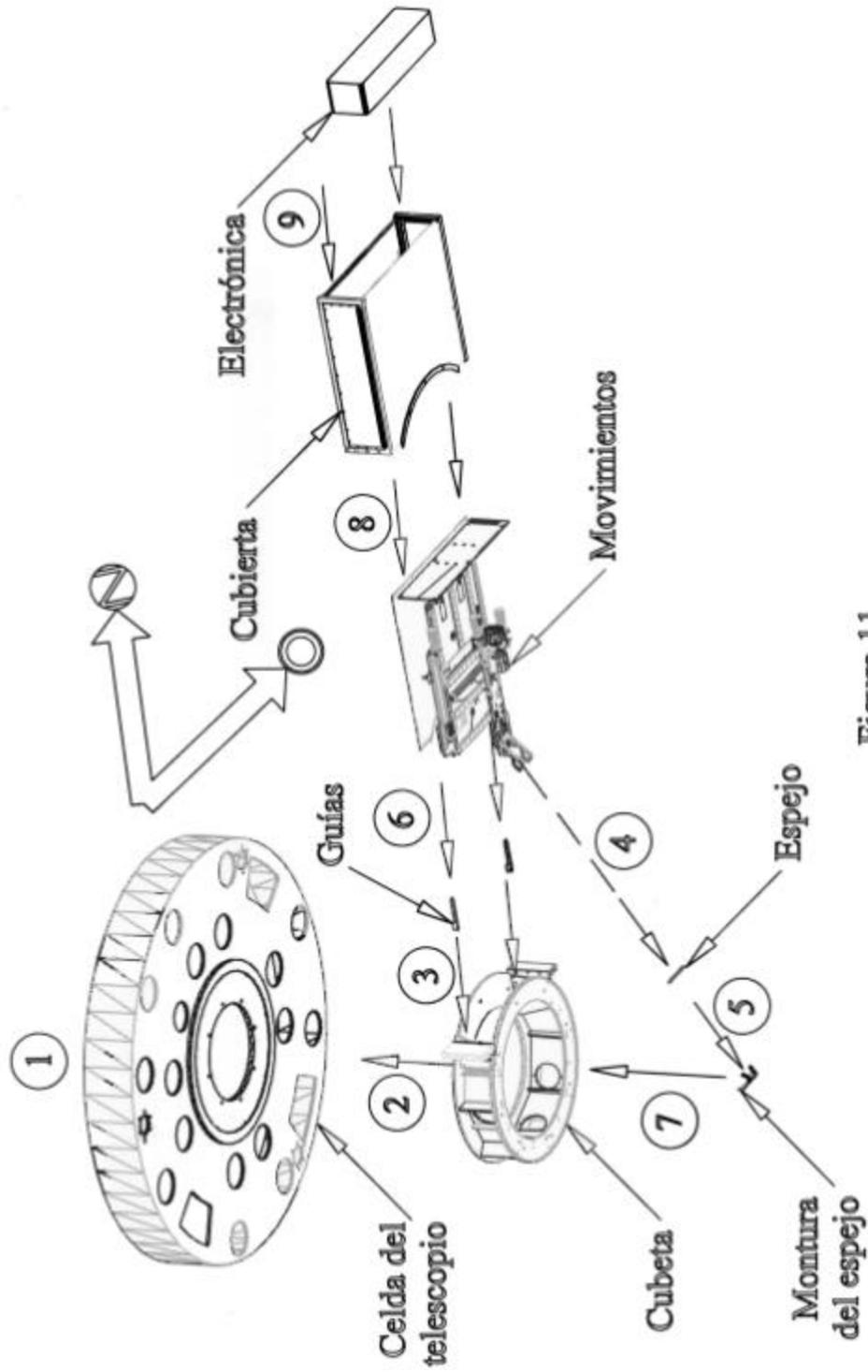


Figura 11

# Datos de los movimientos del espejo viajero

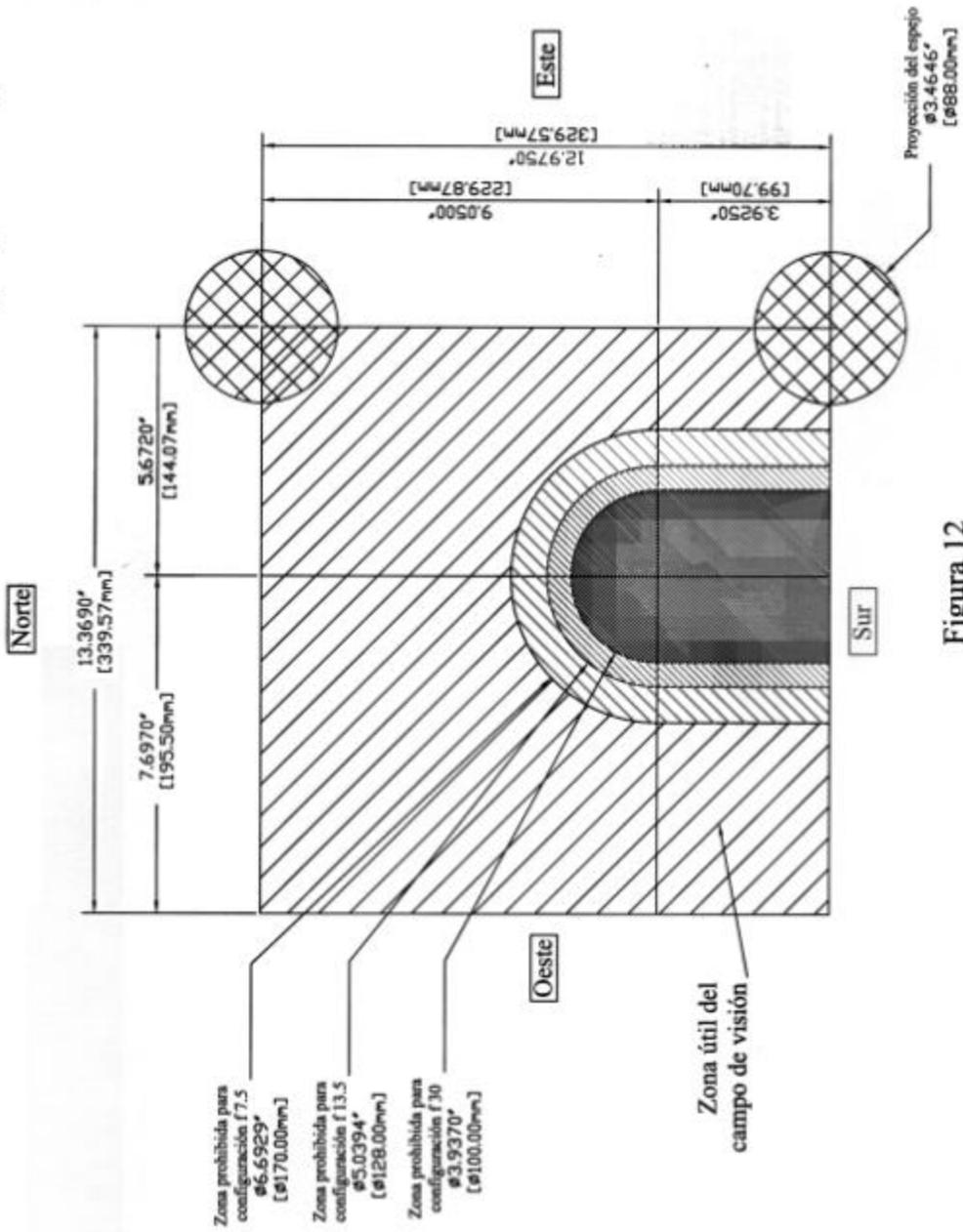


Figura 12

Vista general del instrumento en el telescopio

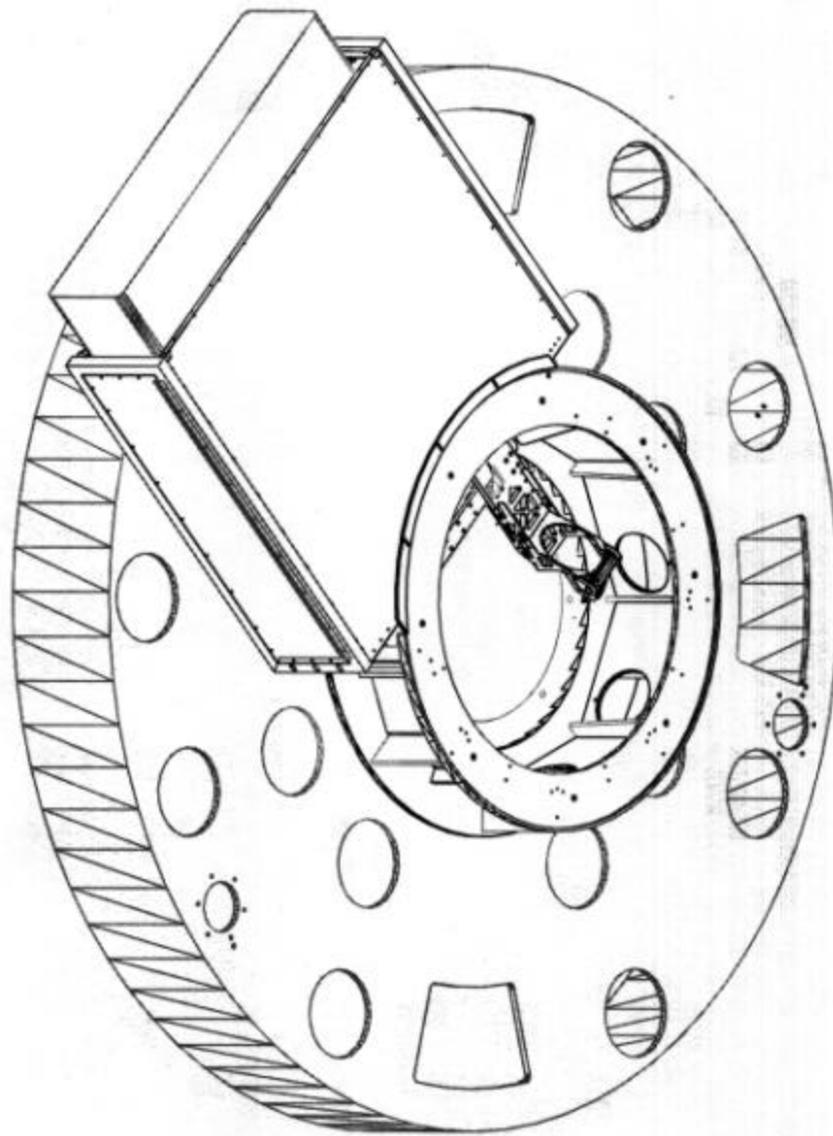


Figura 13