

# Nuevo sistema de control de la celda del telescopio de 2m

L. Gutiérrez, J. M. Murillo, F. Lazo, J. L. Ochoa, G. Sierra  
(25 de agosto de 2003)

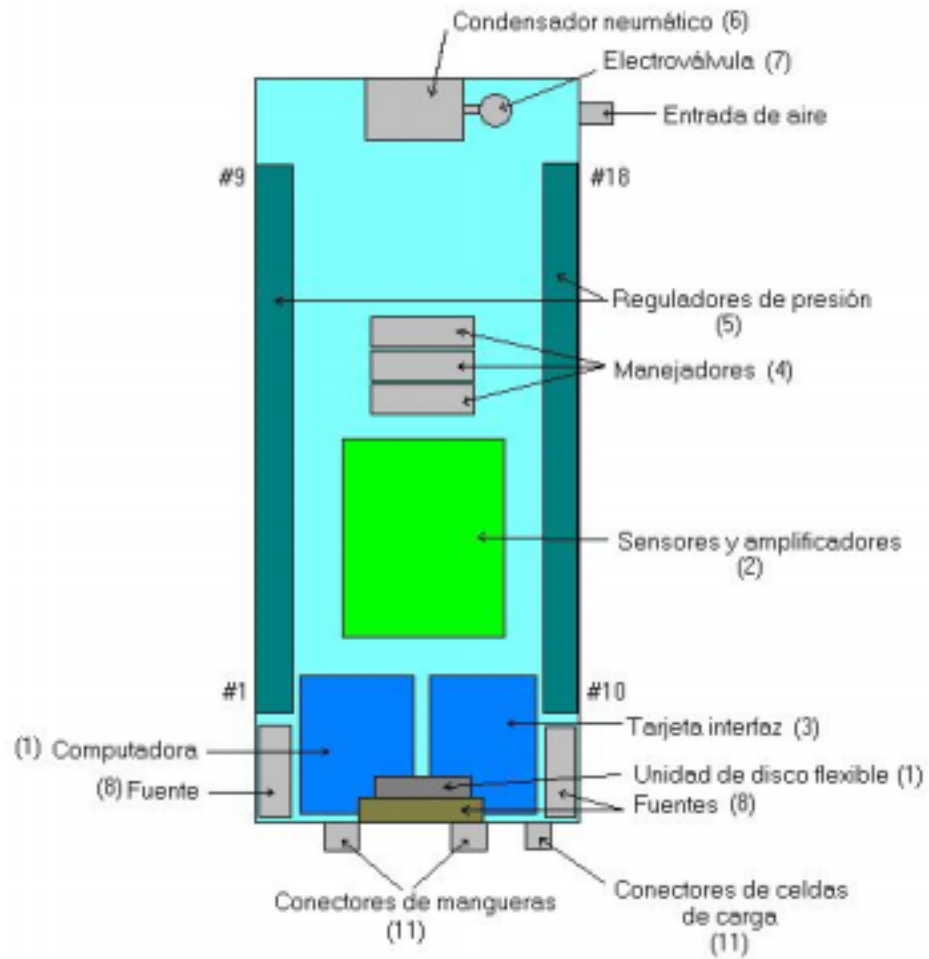
## 1. Introducción

La suspensión del espejo primario del telescopio de 2m cuenta con un nuevo sistema de control, más robusto y con algunas capacidades adicionales, las cuales permiten un manejo más versátil del sistema y mayor facilidad de mantenimiento. Al mismo tiempo, ha permitido ajustar la forma del espejo de manera más interactiva, al poder modificar las deformaciones del espejo con el telescopio apuntando a un objeto, sin tener que llevarlo cada vez al cenit.

## 2. Descripción general

El nuevo sistema de control se encuentra contenido en un gabinete de 15.3 × 14 × 42 pulgadas el cual está sujeto al costado norte del telescopio. Dentro del gabinete se encuentra lo siguiente (ver Figura 1):

1. La computadora principal, que consiste en una computadora autocontenida, con un disco de estado sólido en el cual residen los programas (Fig. 2). Tiene anexa una unidad de disco flexible que no se usa en operación normal y ha sido instalada para usarse sólo en situaciones de labores de ingeniería.
2. Una tarjeta con la electrónica analógica que contiene 19 sensores de presión (uno por cada una de las bolsas del sistema y uno para el medidor de inclinación) con sus respectivos amplificadores. También contiene tres convertidores de 8 bits con 8 canales cada uno para digitalizar las señales respectivas (Fig. 3).
3. Una tarjeta de interfaz que permite a la computadora leer los datos de la tarjeta mencionada en el párrafo anterior, así como enviar las señales necesarias a las tarjetas que contienen los manejadores de los reguladores (Fig. 4).



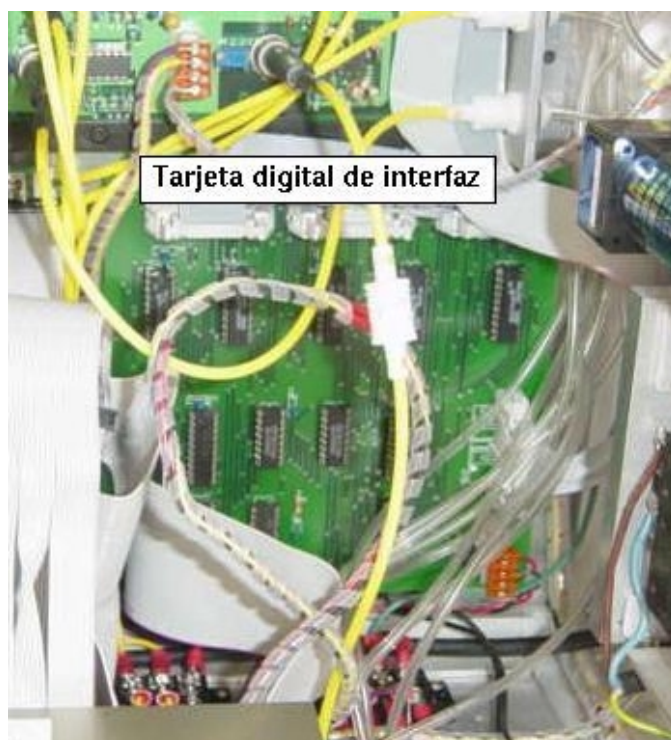
**Figura 1. Diagrama a bloques del sistema de control.**



**Figura 2. Microcomputadora encargada del control del sistema.**



**Figura 3. Tarjeta electrónica con 19 sensores de presión y los convertidores analógico a digital.**

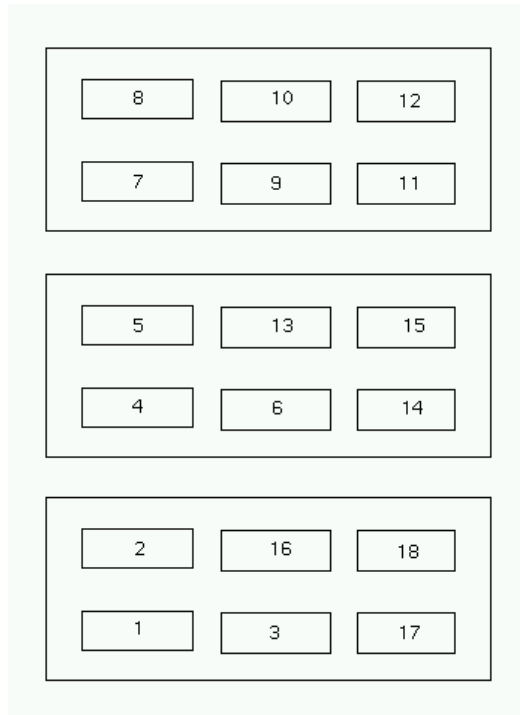


**Figura 4. Interfaz digital que permite a la computadora comunicarse con la tarjeta de sensores y con la de los manejadores.**

4. Tres tarjetas que manejan los reguladores de presión. Cada tarjeta maneja 6 reguladores y cuentan con la opción de apagar los reguladores cuando no están en movimiento. Esto ha permitido disminuir considerablemente la cantidad de calor disipado en las cercanías del telescopio (Figs. 5 y 6).

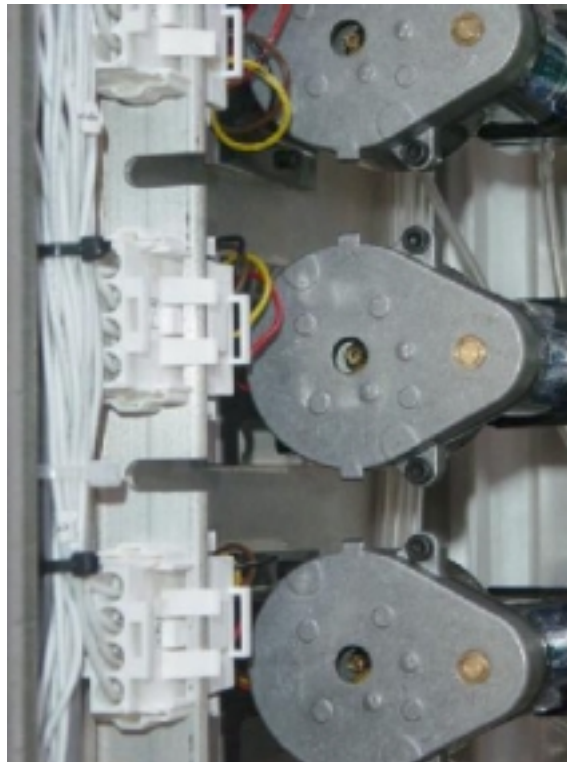


**Figura 5. Tarjetas que manejan a 6 reguladores de presión cada una.**



**Figura 6. Diagrama que indica qué regulador corresponde a cada manejador de la figura 5.**

- 18 reguladores de presión de la marca Airtrol, manejados por motores a pasos. A cada costado del gabinete se encuentran situados 9 de los reguladores (Fig. 7).



**Figura 7. Reguladores motorizados que alimentan a las bolsas.**

- Un condensador neumático en la parte superior que distribuye el aire a los diferentes reguladores (Fig. 8).



**Figura 8. Condensador neumático que distribuye a los reguladores; la electroválvula a la izquierda y el manómetro a la derecha.**

7. Una electroválvula que, en el remoto caso de que el espejo flote demasiado (más de un par de milímetros), cortará el flujo de aire al sistema mediante la acción de un interruptor ubicado en la parte superior del espejo.
8. Tres fuentes de alimentación que suministran los voltajes requeridos por la electrónica del sistema (Fig. 9).



**Figura 9. Fuentes de alimentación que suministran los voltajes requeridos por el sistema.**

9. Un monitor plano de cristal líquido (LCD) instalado en la tapa del gabinete (Fig. 10).



**Figura 10. Monitor plano de cristal líquido instalado en el interior de la caja de control.**

10. Un teclado miniatura que también se ha instalado en la tapa del gabinete (Fig. 11).



**Figura 11. Teclado miniatura colocado en la tapa de la caja de control.**



**Figura 12. Conectores ubicados en la parte inferior de la caja de control.**

11. En la parte inferior se encuentran dos conectores múltiples (TT-10-01 de CPC) con 10 mangueras cada uno. El conector ubicado hacia el Este tiene las mangueras 1 a 9, que conectan las bolsas 1 a 9, respectivamente, así como la manguera de alimentación al medidor de inclinación. El otro conector tiene las mangueras 10 a 18, que conectan las bolsas 10 a 18, más la manguera que regresa del medidor de inclinación. En este lugar inferior se encuentran también cuatro conectores metálicos: el que se encuentra más hacia adentro (hacia el

sur) corresponde al interruptor superior del espejo, luego el de las celdas de carga número 1, 2 y 3, respectivamente. También existe un conector tipo DB-9 que conecta el puerto serie de la computadora de control con uno de los puertos serie (COM2) de la computadora "sonaja" del cuarto de observación, a través de fibras ópticas (Fig. 12).

En la tabla 1 se resumen algunas de las características generales del sistema.

**Tabla 1. Características generales del sistema**

<i>Componente</i>	<i>Descripción</i>
Computadora	486 embebida, marca Advantech, con 16 Mb de Ram y sistema operativo DOS 6.1 grabado en un FlashDisk.
Tarjeta analógica	Tarjeta con 19 sensores de presión NPH-8-030 DH, de Lucas Novasensor; sus respectivos amplificadores; 3 convertidores A/D de 8 canales y 8 bits ADC0808.
Tarjetas de manejadores	3 tarjetas para manejar a los reguladores. Cada tarjeta maneja 6 reguladores cada uno basados en el circuito MC3479.
Celdas de carga	3 celdas de carga JP1000 de Data Instruments (Honeywell) con capacidad de 0 - 1000 libras.
Reguladores de presión	18 reguladores de Airtrol Components Inc., modelo SDU-5000/SDR-4104-3.5.
Conectores múltiples para las mangueras	2 Conectores TT-10-01: Conector 1: bolsas 1 a 9 Conector 2: bolsas 10 a 18
Conector DB9	Comunicación serie en el estándar RS-232 con la computadora "Sonaja"
Fuentes de alimentación	Fuente 1: 5V @ 5A Fuente 2: 12V @ 12 A Fuente 3: 12V @ 3 A Fuente 4: 24V @ 0.5A (no comercial)

### 3. Sistema de soporte

El sistema de soporte de la celda del espejo primario del telescopio de 2.12 m está constituido por 18 bolsas independientes. También cuenta con tres puntos fijos, en cada uno de los cuales se han instalado celdas de carga para medir constantemente la fuerza que soportan. Esta fuerza se ha definido como el 2% del peso total del espejo (2013 Kg) repartido entre los tres puntos fijos.

Así mismo, cuenta con un medidor de inclinación, a fin de conocer el ángulo cenital y calcular las fuerzas y las presiones correspondientes a esa inclinación.

La presión de cada bolsa es normalmente igual a la presión necesaria para soportar el peso del espejo, más una presión adicional generada por el sistema de control para mantener constante la fuerza en los puntos fijos, ajustando todas las presiones. Adicionalmente, se agrega una presión denominada "presión de deformación", la cual permite que se deforme



ligeramente el espejo primario corrigiendo pequeños errores en su figura, lo que permite prácticamente eliminar el astigmatismo y disminuir otros defectos.

#### 4. Encendido del sistema

Para encender el sistema, use el botón localizado en la parte inferior del gabinete. Si desea ver el despliegue, encienda también el botón ubicado en la parte interior de la tapa, justo arriba del monitor. Se ha instalado en el disco el archivo ejecutable por lotes "autoexec.bat", el cual llama al programa principal denominado "celda\_03.exe". Este programa empieza tratando de controlar todas las presiones de las bolsas para llevarlas a las presiones deseadas, cerrando los 18 lazos individuales de control de presión. En la figura 13 se muestra la pantalla gráfica que corresponde al programa "celda\_03.exe".

En la pantalla se muestran en forma gráfica las 18 bolsas con dos valores en el interior de cada una. El valor superior corresponde a la presión medida en cada bolsa, mientras que el inferior es el valor deseado de la presión de deformación para esa bolsa.

Es posible desplegar la presión deseada total en lugar de la presión de deformación tecleando Alt-F2.

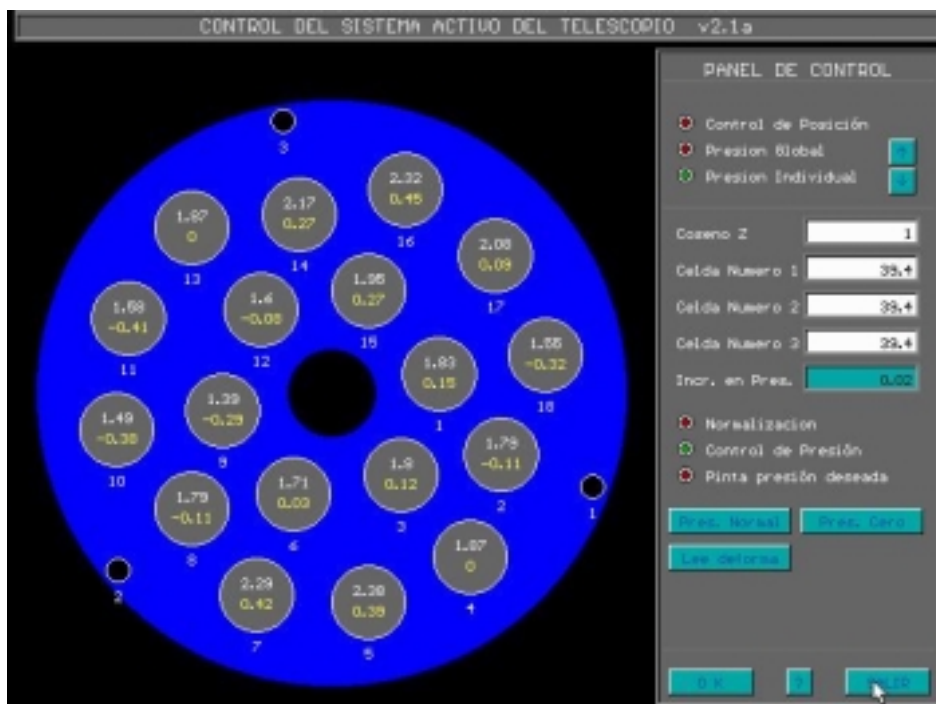


Figura 13. Interfaz gráfica del programa de control.

Puesto que el lazo de posición no se cierra automáticamente, deberá ser el usuario (personal técnico en turno) quien lo cierre tecleando Alt-F1 cuando esté seguro que los valores de la fuerza que soportan los tres puntos fijos ya están cerca de los valores deseados (< 30 Kg). Si el lazo de posición se

cierra cuando los valores son todavía mayores de 30 Kg, el sistema, tardará mucho tiempo en estabilizarse, además de que se corre el riesgo de que se active el interruptor de seguridad haciendo imposible que el sistema se estabilice. Otra manera de saber cuándo es el tiempo oportuno de cerrar el lazo de posición, es escuchar la actividad de los reguladores: ésta habrá bajado al mínimo.

Un par de minutos después de haber cerrado el lazo de posición, el sistema se habrá estabilizado.

Para abrir el lazo de posición, deberá usarse nuevamente Alt-F1. En operación normal del telescopio NO se recomienda que el lazo de posición esté abierto.

## **5. Mandos desde el teclado**

El nuevo sistema de control ha quedado configurado para que no requiera del uso de un ratón (mouse). Aunque el despliegue gráfico muestra varias opciones adicionales, se ha encontrado que en el uso normal del telescopio sólo se requieren las siguientes funciones que se han configurado para usarse desde el teclado:

- Alt-F1: Activa o desactiva el control de posición.
- Alt-F2: Despliega las presiones deseadas, si se están desplegando las presiones de deformación, y viceversa.
- Alt-F3: Solicita que el sistema ponga las presiones normales, es decir, que haga las presiones de deformación iguales a cero. Ante la acción de este mando, aparecerá una ventana con un par de botones (Sí y No) a fin de confirmar la acción. Podrá contestarse desde el teclado con "S" o "N", respectivamente.
- Alt-F4: Solicita que el sistema lleve las presiones a cero. Ante la acción de este mando, aparecerá una ventana con un par de botones (Sí y No) a fin de confirmar la acción. Podrá contestarse desde el teclado con "S" o "N", respectivamente. Debido a la naturaleza del sistema, es imposible llevar las presiones a 0.000, y seguramente llegarán a algo así como 0.01.
- Alt-F5: Solicita al sistema que lea un archivo de deformaciones que se encuentre en el disco de estado sólido o en la unidad de disco flexible. Esta operación es ahora más fácil usando el puerto serie del sistema, como se describirá más adelante, pero se ha dejado la opción por compatibilidad con el sistema anterior.
- Alt-F10: Termina el programa.

Estas opciones también pueden usarse mediante un ratón (mouse). Para esto, deberá conectarse el ratón en el puerto serie en lugar del cable que va

a "sonaja" y correr de nuevo el programa con la opción "mouse". Es decir, deberá teclearse

-> celda\_03 /mouse [Enter]

## 6. Cuando se cambia de secundario

Para cada secundario se ha calculado un vector de deformación para optimizar la imagen. Estos vectores son diferentes uno de otro, por lo que es importante que se pongan las presiones de deformación previamente medidas para cada secundario. El personal técnico puede hacer esto fácilmente usando el programa "celda\_2m" que se podrá correr desde cualquier ventana de mandos de la computadora "sonaja". En ese programa, el usuario deberá activar el botón que corresponde al secundario instalado. Al activar el botón, la computadora enviará el archivo de deformaciones al sistema y se terminará el programa. Esta computadora envía el archivo a través de su puerto serie "COM2". Es importante que luego se calibren los puntos fijos, ajustando las profundidades de los agujeros dejados en la celda para tal fin, de acuerdo con los valores que normalmente estarán en la bitácora respectiva.

En la tabla 2 se encuentran los valores de deformación, en libras por pulgada cuadrada (psi), que se aplican a la celda con los secundarios f/7.5, f/13.5 y f/27, respectivamente.

**Tabla 2. Presiones de deformación para los diferentes secundarios**

Bolsa	presión (psi)		
	f/7.5	f/13.7	f/27
1	-0.25	0.15	0.06
2	-0.34	-0.11	-0.17
3	-0.26	0.12	0.05
4	-0.28	0.00	-0.05
5	0.43	0.39	0.01
6	0.06	0.03	0.07
7	0.76	0.42	0.12
8	0.37	-0.11	0.01
9	-0.26	-0.29	0.03
10	-0.30	-0.38	0.06
11	-0.62	-0.41	-0.18
12	-0.26	-0.08	0.03
13	-0.30	0.00	-0.29
14	0.37	0.27	-0.01
15	0.07	0.27	0.20
16	0.76	0.45	0.31
17	0.43	0.09	0.18
18	-0.27	-0.32	-0.18

Estos valores son válidos en la fecha de la escritura de este reporte (agosto de 2003) y podrán cambiar, especialmente después de aluminizar el espejo primario o después de cualquier operación que requiera desmontar el primario o los secundarios de su celda. En este caso, el personal de óptica deberá recalculiar el vector.

Estos valores son los que se despliegan como "presiones de deformación" en la interfaz gráfica.

## 7. Algunas precauciones

- Se recomienda que las excursiones del telescopio no sean demasiado largas al ir de un objeto a otro, a fin de disminuir el tiempo requerido para que el sistema se estabilice. El ángulo máximo recomendado es de 60 grados.

- En caso de que sea inevitable una excursión larga, en especial pasando de Este a Oeste o de Sur a Norte, se recomienda esperar dos minutos antes de empezar a realizar las observaciones, a fin de asegurar la estabilidad del sistema.

## 8. Otros programas

Existe un programa auxiliar denominado "apaga.exe", el cual es útil en caso de labores de ingeniería pues apaga todos los manejadores (drivers) de los reguladores para evitar una innecesaria disipación de calor.

También existe el programa "bajan\_03.exe", el cual está destinado a trabajos de ingeniería. La manera de usarlo es como sigue:

**n - Baja una bolsa a la vez.** Requiere que se le indique el número de bolsa y el número de pasos.

**p - Sube una bolsa a la vez.** Requiere que se le indique el número de bolsa y el número de pasos.

**l - Baja todas las bolsas a la vez.** Requiere que se le indique el número de pasos.

**m - Sube todas las bolsas a la vez.** Requiere que se le indique el número de pasos.

**a - Baja todas las bolsas una por una, hasta que la presión deja de cambiar.** La presión residual la define automáticamente como el offset y se almacena en el archivo "offsets.bag".

**ESC - Termina el programa.**

Este programa despliega constantemente un renglón con 22 valores: 18 corresponden al valor digital de las presiones de las bolsas, los siguientes 3 corresponden a las celdas de carga y el último al medidor de inclinación. Todos los valores están comprendidos entre 0 y 255, pues corresponden al valor digital crudo entregado por cada convertidor.

En casi todos los casos, el valor desplegado corresponde al valor leído directamente menos el offset de cada amplificador, excepto cuando se usa la opción "a", situación en la que el valor desplegado es exactamente igual al valor leído.

## 9. Qué hacer en caso de problemas

Se han detectado algunos posibles problemas que se pueden resumir en los siguientes párrafos:

1. **Una bolsa se encuentra marcada con rojo en el despliegue.** Esto significa que la diferencia entre la presión medida y la presión deseada es mayor que 0.2 psi. La situación puede ser normal cuando el telescopio está en movimiento o cuando acaba de encenderse el sistema y aún está en proceso de estabilización. Pero si esta situación perdura significa que hay algún problema. Para resolverlo, se sugiere el proceso siguiente:

- Enviar todas las bolsas a cero usando el mando Alt-F4.
- Si después de un rato se ve que la mayoría de las bolsas ha bajado a casi cero, excepto la que está marcada con rojo, lo más seguro es que el cople entre el motor y el cuerpo del regulador esté flojo. Por lo tanto, se deberá desmontar el regulador correspondiente quitando los dos tornillos externos usando un desarmador plano y desacoplando el conector. De preferencia, no quite los tornillos tipo allen internos (3/32") sino los externos.
- Luego, de preferencia, deberá instalarse un regulador útil en su lugar.
- En caso de que el reemplazo no sea posible, deberá desarmarse el regulador removiendo los tornillos tipo allen con los que cuenta usando una llave 7/64".
- Deberá procederse ahora a apretar el cople usando una llave allen de 1/16". Deberá asegurarse de que el cople quede unos tres milímetros hacia afuera.
- Cerciórese de que el núcleo del regulador no esté atorado girándolo ligeramente con unas pinzas de punta en ambas direcciones. Si está atorado, desatórelo suavemente.
- Deberá armarse nuevamente el motor una vez que el cople esté apretado. También habrá que montarlo en su lugar.
- Luego, deberá terminarse el programa con el mando "Alt-F10".
- Inicie ahora el programa "bajan\_03.exe".

- Teclee una "a" para llevar a cero todas las presiones en modo automático.
- Al terminar, salga del programa con la tecla ESC.
- Borre el archivo "pasos.bag".
- Inicie de nuevo el programa tecleando "celda\_03". Una vez que se hayan alcanzado las presiones deseadas, teclee "Alt-F1" para cerrar el lazo de posición.

2. **La presión de una de las bolsas es cero.** Esto puede deberse a que se ha desconectado alguna manguera correspondiente a la bolsa que está en cero. Habrá que revisar que ninguna manguera esté suelta. También puede deberse a que esté fallando el sensor de presión que corresponde a esa bolsa. En este caso, puede verificarse el correcto funcionamiento del sensor, tapando con un dedo el orificio central del regulador; la presión medida debe subir.

3. **El sistema tarda más de lo normal para estabilizarse después de un movimiento del telescopio.** Normalmente, el sistema tarda a lo más unos 30 segundos para hacer que el espejo toque los puntos fijos (celdas de carga) después de un movimiento largo del telescopio. Después debe tardar cuando mucho 3 minutos para estabilizarse controlando la figura del espejo primario. Si el sistema tarda más habrá que revisar:

- Que no exista ninguna de las condiciones indicadas en los incisos 1 y 2. En caso de existir una de tales condiciones, deberá corregirse conforme a lo indicado.

- Que los valores de presión medidos no sean anormales, es decir, que no hayan valores muy lejos de  $2.0 \text{ psi} \pm 1.0 \text{ psi}$ . En tal caso, será necesario revisar que las mangueras estén correctamente conectadas a los reguladores y que éstos estén funcionando correctamente. En el orificio de cada regulador puede verse uno de los engranes internos y puede verse cuando el motor se mueve. Conviene hacer esta prueba usando el programa "bajan\_03.exe", para ver que el motor se mueve en direcciones contrarias al ordenar subir o bajar la presión correspondiente. Normalmente, para subir la presión debe verse que el engrane se mueve en dirección contraria a las manecillas del reloj y viceversa.

- Que el lazo de posición esté cerrado.

- Que el volumen de mercurio en el cinturón que rodea al espejo sea el correcto. Para esto, existe un medidor de carátula en un costado de la celda. En este medidor deberá compararse la lectura estando el telescopio en el cenit con la obtenida con el telescopio lo más al sur

posible (~ -40 grados). La diferencia no debe ser mayor que 0.001 pulgadas.

- Que el interruptor de seguridad del espejo no se encuentre muy abajo. Este interruptor debe permitir que el espejo suba cuando mucho 3 mm. Si actúa antes, no absorbe el pequeño sobredisparo que induce el sistema de control.

- Que la presión de entrada sea la correcta. El manómetro de la entrada (parte superior) debe marcar entre 8 y 9 psi. Si no es así, seguramente está desajustado el regulador principal o la presión que proporciona el compresor es insuficiente.

## **10. En caso de dudas**

En caso de dudas o de situaciones no previstas en este instructivo, dirigirse a Leonel Gutiérrez por correo electrónico. La dirección es: [leonel@astrosen.unam.mx](mailto:leonel@astrosen.unam.mx).