



Observatorio de Yebes

Reparación cabeza refrigeradora: CTI 350

**B. Vaquero Jiménez, J.M. Serna Puente,
J. A. López Fernández, C. Almendros, J. A. Abad**

Informe Técnico IT - CDT 2014 - 2

Febrero - 2014

Índice

1. Introducción.....	2
2. Desmontar la cabeza refrigeradora CTI 350.....	3
Desmontar el cilindro y los pistones.....	3
Desmontar el sistema de válvulas y el <i>crankcase</i>	5
Desmontar el motor	9
3. Kit de reparación de la cabeza refrigeradora CTI 350.....	11
4. Limpieza y montaje de la cabeza refrigeradora.....	14
Montaje del motor	14
Montaje del <i>crankcase</i>	15
Montaje de la placa del sistema de válvulas.....	17
Montaje de los pistones y el cilindro	19
5. Purgado y presurizado de la cabeza.....	22
6. Pruebas de funcionamiento de la cabeza	23
Referencias.....	25

1. Introducción

El siguiente informe resume los pasos que deben seguirse para realizar el mantenimiento y puesta a punto de una cabeza refrigeradora CTI modelo 350.

La cabeza reparada, CTI 350 (S/N K03179971), se encontraba instalada en el receptor S/C/CH de la cabina de receptores del 40 metros. Después de un largo tiempo de uso, se observó que el funcionamiento de la cabeza iba empeorando, descendiendo su capacidad refrigeradora, y por lo tanto, aumentando la temperatura de las dos etapas del criostato. La cabeza refrigeradora se sustituyó por una nueva para disponer rápidamente del receptor.

Se decidió reparar la cabeza en el Observatorio de Yebes para poder utilizarla en otros receptores.

Una vez reparada se ha probado su funcionamiento en varias pruebas realizadas en el observatorio, obteniendo muy buenos resultados.

2. Desmontar la cabeza refrigeradora CTI 350



Desmontar el cilindro y los pistones

- El primer paso para poder desmontar la cabeza refrigeradora es despresurizarla, después se puede quitar el cilindro metálico. El cilindro debe sacarse con cuidado para no romper la junta del pistón, aunque una vez abierta la cabeza, tanto la junta del pistón como el anillo metálico interior, deben cambiarse.



En el pistón superior (*displacer 2*) se pueden ver los anillos y la junta que sirven para sellar las dos etapas. El primer anillo metálico, *insertion tool*, se encuentra en la parte inferior del

displacer 2, la junta del pistón está en la ranura de éste y debajo de ella se puede ver el segundo anillo metálico, también colocado dentro de la ranura.



- A continuación se pueden desmontar los dos pistones.



Al quitar el primer pistón se puede ver una arandela elástica que se encuentra debajo y que habrá que conservar para el montaje final porque no se proporciona repuesto, lo mismo ocurre con el *insertion tool*. Una vez quitado el displacer podemos quitar la junta y los anillos metálicos.

- Después se pueden quitar las piezas que están sujetando este pistón.



En la parte inferior del displacer 1 hay una junta que debe reemplazarse por una nueva cuando se realiza la reparación de la cabeza.



Desmontar el sistema de válvulas y el *crankcase*

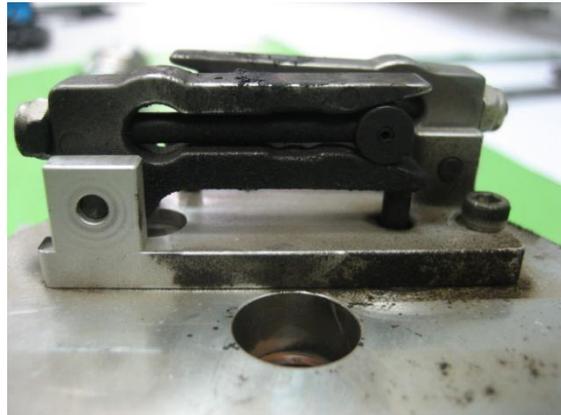
- Primero hay que separar la brida que contiene el sistema de válvulas del resto del cuerpo de la cabeza.



- En el interior de la brida del sistema de válvulas, hay un anillo de sujeción que hay que extraer para poder cambiar las juntas que hay en el interior.



- A continuación, del sistema de válvulas se puede desmontar el sistema de los brazos móviles.



- También se pueden extraer los dos pernos de ajuste y las tuercas de tope.



- Debajo de este sistema se encuentra el cuerpo de la válvula de entrada y el cuerpo de la válvula de escape.



- A continuación se retira la línea de helio *supply* que está en esta pieza.



- De la brida del sistema de válvulas hay que retirar dos “juntas” (*bushing* y *scotch yoke gland*) que se encuentran en el interior del agujero central.



- Después, se separa la parte del motor de la parte que contiene al cigüeñal, *crankcase*.



- Para terminar con el *crankcase* se retiran todos los tornillos (4 *plugs*) que se encuentran en la parte exterior para tener acceso a todas las juntas y otras piezas que se pueden reemplazar por nuevas.



- De uno de los laterales del *crankcase*, hay que retirar una junta (*bushing*) para sustituirla por una nueva.



- Las últimas piezas que quedan por desmontar son las que forman el sistema de rodamientos-cigüeñal. Hay que comenzar retirando el anillo de sujeción.

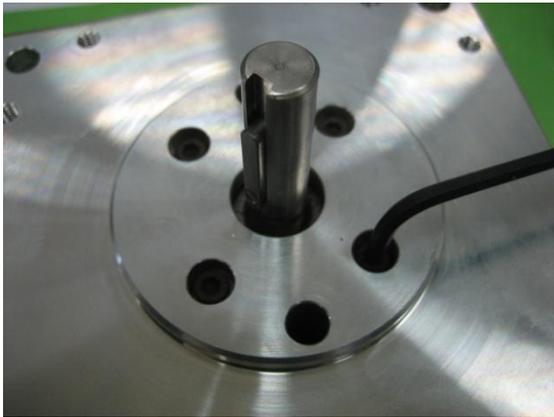


Desmontar el motor

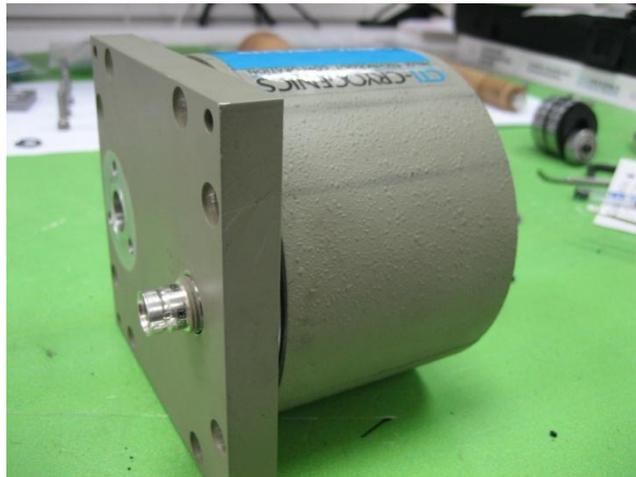
- Por último se puede desmontar la parte del motor, comenzando con la línea de helio *return*.



- Para extraer la brida superior, también hay que sacar 4 tornillos que sujetan una placa metálica que hay debajo de uno de los rodamientos.



- A continuación, para poder extraer la brida inferior, se suelta el conector de alimentación.



Bridas superior e inferior del motor. En la brida inferior en el canal del rodamiento hay situadas dos arandelas elásticas (colocadas de forma “contrapeada”).



Imagen del motor por ambos lados, con sus respectivos rodamientos.

Llegados a este punto se puede dar por terminado el desmontaje de la cabeza.

3. Kit de reparación de la cabeza refrigeradora CTI 350

En el kit de reparación de la cabeza refrigeradora CTI 350 se pueden encontrar los siguientes elementos:

- Junta del pistón y anillo de metal interior:



- Juntas de vitón para cambiar cualquier junta de la cabeza:



- Cuerpos de la válvula de entrada y la de escape, junto con los muelles que se encuentran debajo y la junta de la válvula de entrada. También se encuentran dos tuercas del sistema de brazos móviles:



- De las piezas que forman parte del motor las que se pueden encontrar son: el anillo de sujeción y el cigüeñal:



- Piezas para evitar el rozamiento en el *crankcase* (*bushings* y *Scotch Yoke Gland*):



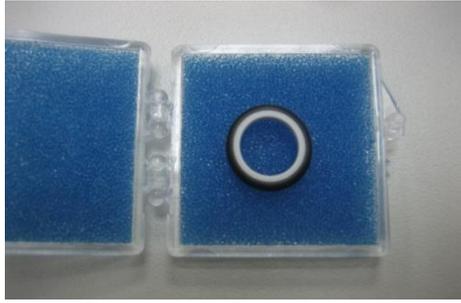
- Tornillos que sujetan la cabeza al cilindro, junto con un pasador metálico que puede sustituir al que hay en los brazos móviles o al que está situado en el *Scotch Yoke*.



- Junta de la parte inferior del *displacer* 1:



- Junta situada en la parte superior del *Scotch Yoke gland*.



4. Limpieza y montaje de la cabeza refrigeradora

Montaje del motor

- Para empezar, hay que limpiar el cuerpo del motor con aire comprimido para eliminar el polvo que pudiera tener. Las dos placas del motor se limpian con alcohol isopropílico de forma manual, también hay que limpiar las arandelas y los canales de las juntas.
- Aunque no se vena dañadas es aconsejable sustituir las dos juntas de vitón de las placas del motor o al menos limpiarlas con isopropílico, pero sin aplicar ningún tipo de grasa que luego pudiese contaminar la atmósfera de helio interior de la cabeza. Lo mismo con la junta que hay en el conector de alimentación.
- Antes de montar de nuevo el motor hay que engrasar ligeramente la ranura que hay en el canal del rodamiento de la brida inferior.
- Por otro lado se pone la brida superior en el cuerpo de motor, pero sin apretarla totalmente.
- Este conjunto se coloca sobre la brida inferior, sin apretarlo. En ese momento se puede colocar la tuerca del conector de alimentación para que quede bien colocado en su sitio.



Hay que tener mucho cuidado a la hora de montar el motor porque los rodamientos tienen que estar bien centrados. Para realizar este trabajo correctamente, con las placas como se ven en la figura superior, hay que usar los 8 tornillos que sujetan las dos placas. Los tornillos deben ser apretados en cruz y muy poco a poco.

- Para terminar de montar el motor, sólo hay que colocar la línea de *return*, limpiada previamente con aire comprimido y alcohol. La junta de vitón de la línea se puede cambiar por una nueva que se encuentra en el kit.



- Antes de continuar con el montaje, probar que el motor se mueve conectándolo al compresor. Tiene que ser posible moverlo de forma manual, si no es así, puede ser que no esté bien centrado y haya que abrirlo de nuevo.

Montaje del *crankcase*

- Cambio del cigüeñal del rodamiento por el nuevo del kit de reparación.



- Ahora se puede colocar de nuevo el sistema de rodamientos sobre el motor sujetándolo. Antes de colocarlos, limpiar primero la placa del motor.



- Para terminar con los rodamientos hay que poner el anillo de sujeción (nuevo) sobre el cigüeñal. Probar que la cabeza funciona correctamente durante un tiempo (30min-1hora), para asegurarse que el motor funciona correctamente y está bien alineado.



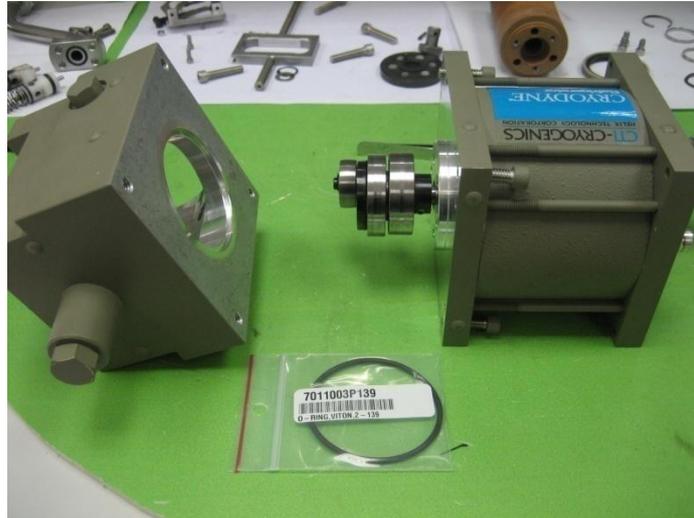
- A continuación hay que limpiar todo el interior del *crankcase* con isopropílico de forma manual. Si se dispone de limpiadora de ultrasonidos también se puede terminar de limpiar en ella.
- Los tornillos que están situados en el *crankcase*, se puede limpiar primero a mano y después con ultrasonidos. En este caso se pueden cambiar todas las juntas de estos tornillos por juntas nuevas que se proporcionan en el kit antes de colocarlos de nuevo.



- Para terminar, hay que colocar un nuevo *bushing* en el canal del *Scotch Yoke* de esta pieza.
- Antes de montar el *crankcase* sobre el motor, tenemos que colocar al *Scotch Yoke* para que pueda entrar el rodamiento. El *Scotch Yoke* se limpia a mano y con ultrasonidos ya que el otro extremo ya se encuentra en la zona de entrada de helio (*supply*) de la cabeza y debe estar lo más limpio posible.



- Montar el *crankase* con una nueva junta de vitón, en la posición que se ve en la imagen inferior. Hay que mover el *Scotch Yoke* hacia arriba o hacia abajo hasta que entre dentro el cigüeñal. Comprobar, enchufando la cabeza, que funciona correctamente.

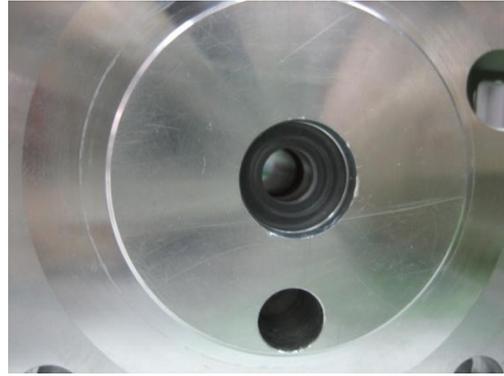
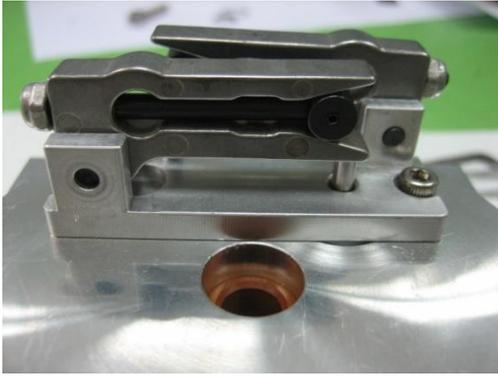


Montaje de la placa del sistema de válvulas

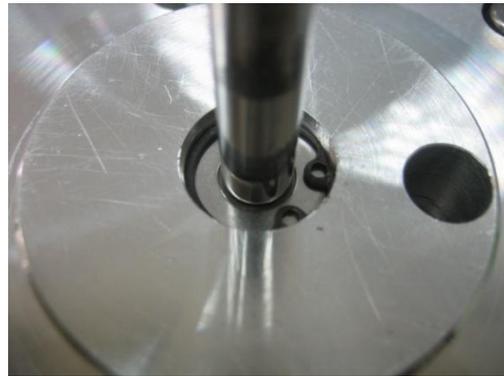
- Limpiar la brida de las válvulas a mano y en la limpiadora de ultrasonidos para que queden completamente limpios los huecos donde van situados los cuerpos de las válvulas. El resto de los componentes, que no se van a sustituir por nuevos, (brazos móviles, tornillos de ajuste, muelles, varillas interiores de los cuerpos de las válvulas...) también hay que limpiarlos con ultrasonidos.
- A continuación se montan los dos cuerpos de las válvulas, en este caso se pueden sustituir todas las piezas excepto las varillas centrales que no se proporcionan en el kit de reparación, y el sistema de brazos móviles.



- En el sistema de brazos hay que montar los tornillos de ajuste con las tuercas de tope.
- Ahora hay que introducir el *bushing* (grande) y el *Scotch Yoke gland* en su lugar correspondiente en el canal del *Scotch Yoke*.



- Por último hay que colocar el *kap-seal* sobre el *gland*, la arandela plana y el anillo de sujeción.



- Ya se puede colocar la brida sobre el *crankcase*.

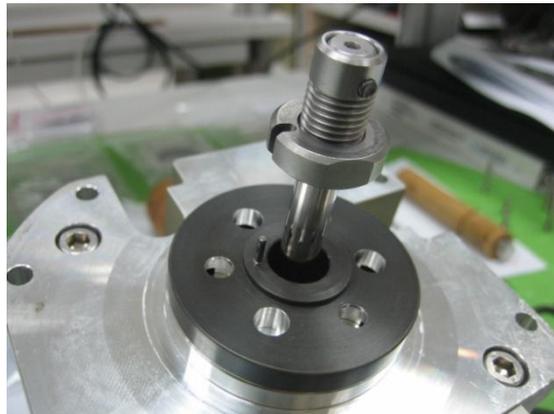


- Para terminar con esta parte, hay que colocar la línea de helio, *supply*.



Montaje de los pistones y el cilindro

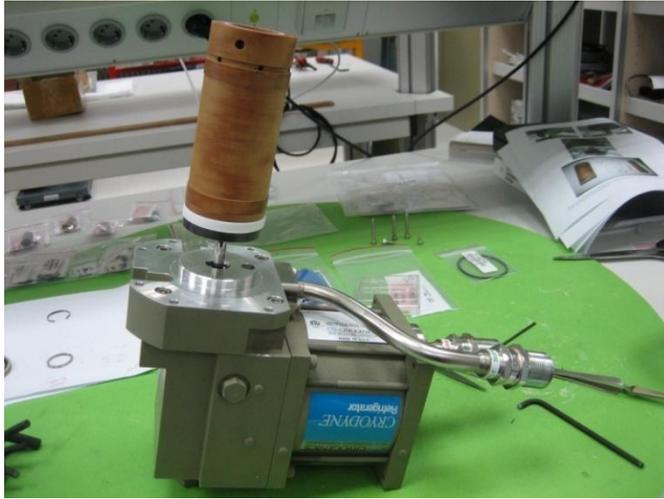
- Montar la placa metálica que sujeta el primer pistón junto con la pieza de sujeción y el pasador sobre el *Scotch Yoke* (limpiados previamente).



- Antes de montar los pistones hay que limpiarlos en profundidad. Primero se limpian con aire comprimido. Después hay que introducirlos en alcohol isopropílico y ponerlos en la limpiadora de ultrasonidos hasta que ya no salga suciedad del interior de los cilindros. Todas las piezas que no se vayan a reemplazar por piezas nuevas (*insertion tool*, tornillos, arandela elástica, pasador...) también tienen que limpiarse con alcohol isopropílico.

Después de limpiar los pistones hay que introducirlos en el horno a 70 grados no más de una noche (alrededor de 8 horas).

- Para montar el primer pistón, hay que poner la nueva junta en la parte inferior. Para montar el segundo pistón, primero se coloca la arandela elástica y sobre ella el pistón con el pasador correspondiente.



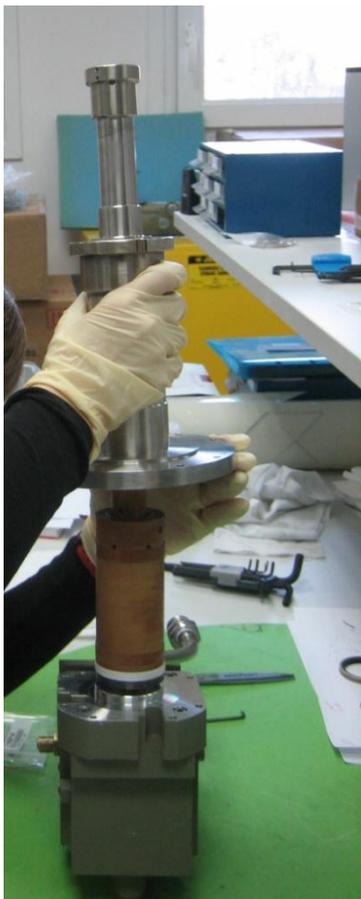
- Por último hay que montar los anillos metálicos y la junta del segundo pistón:
 - Primero hay que colocar el *insertion tool* al final del segundo *displacer*.
 - Después, el segundo anillo metálico en la ranura del segundo *displacer*.
 - Encima de este anillo hay que colocar la junta del displacer, teniendo en cuenta la posición del *dimple*. Este tiene que quedar “centrado” en la abertura del anillo metálico.
 - Por último hay que subir el *insertion tool* de forma que sujete tanto a la junta como al otro anillo dentro de la ranura.



- Hay que limpiar el interior del cilindro metálico con isopropílico antes de colocarlo en la cabeza. También hay que asegurarse de limpiar la zona inferior y el canal de la junta de vitón. El kit de reparación dispone de una nueva junta de vitón para colocar en el cilindro.



Hay que colocar el cilindro de forma muy cuidadosa para que el *insertion tool* se desplace a su posición final y la junta del segundo *displacer* selle correctamente.



5. Purgado y presurizado de la cabeza

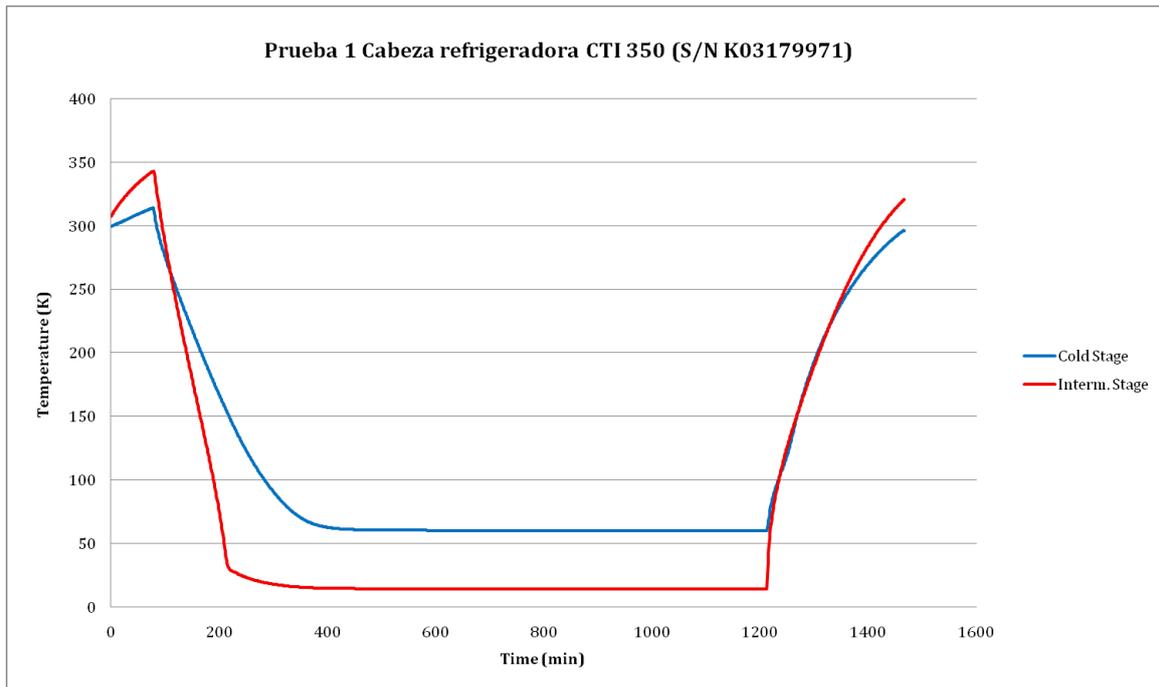
Una vez terminado el montaje de la cabeza hay que purgarla, presurizarla y verificar que funciona correctamente.

- Para purgarla, hay que conectar la cabeza, con dos tubos de helio, *return* y *supply*, al *manifold* y al compresor. Se hacen 5 ciclos de presurizado-despresurizado, encendiendo después el compresor durante 30 segundos. Comprobar el sonido de la cabeza cuando se enciende el compresor (los pistones tienen que moverse). Hay que repetir estos pasos 5 veces y dejar la cabeza presurizada a 250 psi.
- Después hay que conectar la cabeza con dos líneas de helio al compresor. Si funciona correctamente, deben empezar a enfriarse rápidamente las dos etapas.
- Por último, hay que verificar que no tienen fugas utilizando un medidor de fugas de helio.

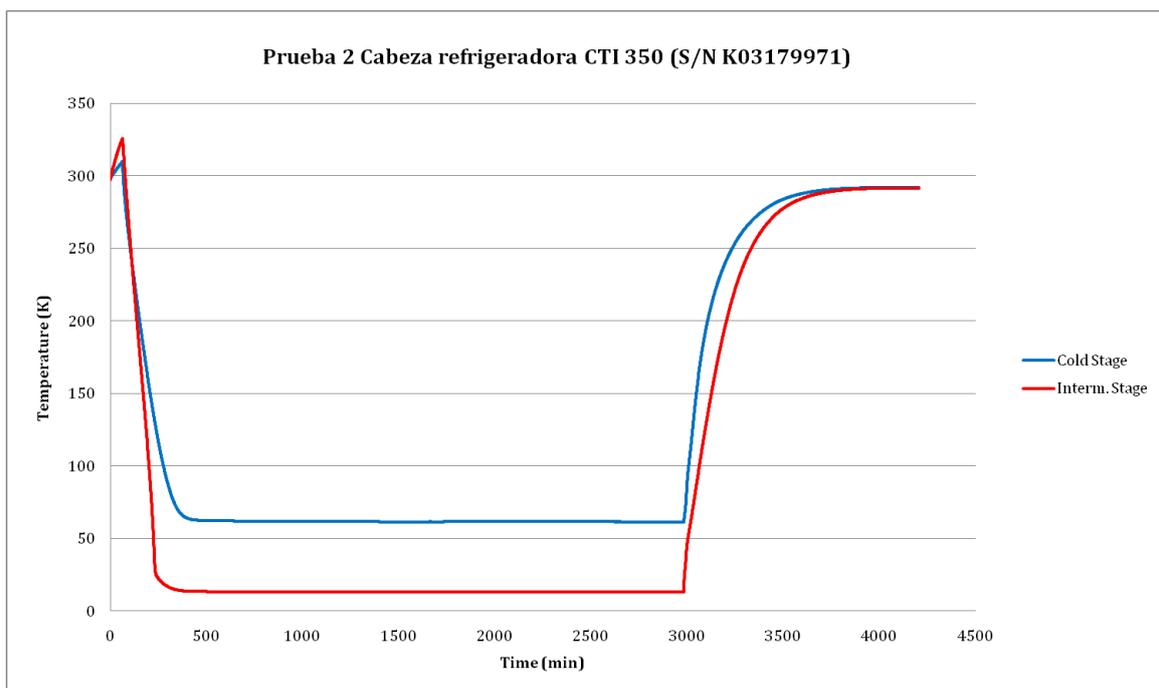


6. Pruebas de funcionamiento de la cabeza

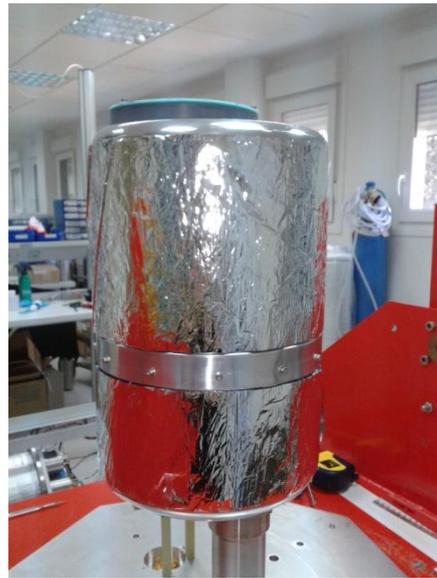
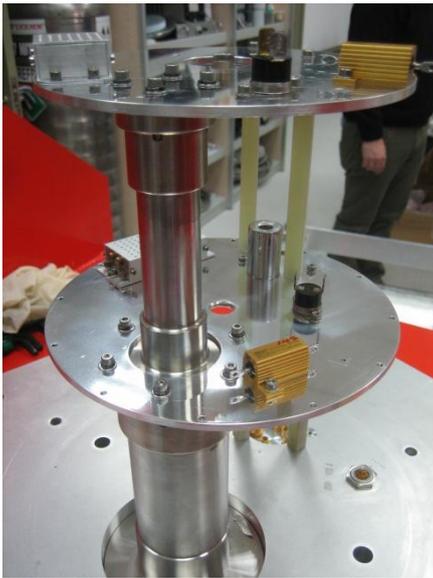
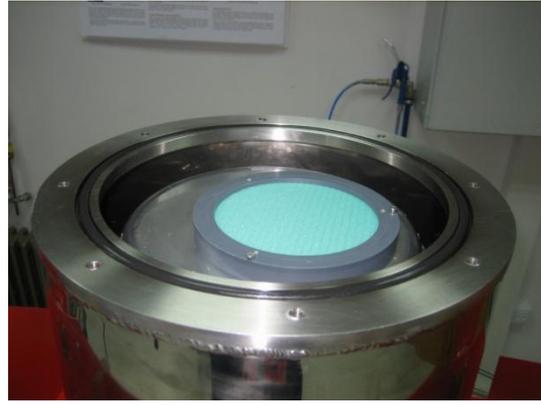
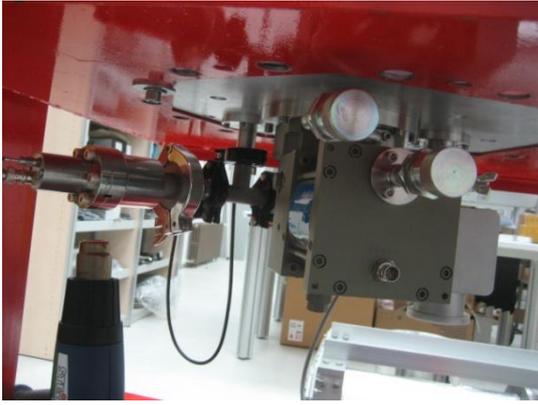
Para comprobar el funcionamiento de la cabeza después de la reparación, se instaló en el criostato de pruebas del laboratorio de receptores, antiguo receptor de 22 GHz del radiotelescopio de 40 metros. Los resultados obtenidos en varias pruebas realizadas con diferentes cargas tanto en la etapa fría como en la etapa caliente son los siguientes:



Resultado final: **60 K etapa intermedia, 14 K etapa fría**, 18 horas de funcionamiento.



Resultado final: **61 K etapa intermedia, 13 K etapa fría**, 48 horas de funcionamiento.



Montaje de la cabeza refrigeradora en el criostato de pruebas.

Referencias

- Cryopump repair part, Austin Cryogenic Company.
http://www.austincryogenics.com/Home_Page.html
- Repair and Exchange Programs. Austin Cientific.
- Liris cold head Removal, Cleaning and Replacement. Andy Ridings, Roberto Martínez. Isaac Newton Group of Telescopes.
- How to clean a cold head CTI. IRAM.