

Monitorización de parámetros del receptor S/X y de temperaturas ambiente

P. de Vicente, R. Bolaño

Informe Técnico OAN/CAY 2002-10

Índice

1. Introducción	2
2. El termómetro LakeShore modelo 208	2
3. El multímetro de datos Keithley modelo 2700	3
4. Linux y la tarjeta multipuertos	4
5. Monitorización y servicio de parámetros en el PC de control	4
6. Biblioteca de funciones para la lectura y escritura de puertos serie	8
7. Postprocesado y análisis de los datos	8
8. Visualización de los parámetros utilizando un navegador web	15
9. Transferencia de los archivos al servidor web local	16
9.1. Transferencia segura automatizada de archivos	16
10. Apéndice: Programas utilizados en las diversas cuentas	17

1. Introducción

El Centro Astronómico de Yebes dispone de un termómetro digital LakeShore modelo 208 para la monitorización y registro de la temperatura de las etapas de 20 y 70 K del criostato del receptor S/X y de un multímetro digital - sistema de adquisición de datos Keithley modelo 2700, para la monitorización y registro de una serie de parámetros considerados de interés en observaciones de VLBI, como son la presión en el criostato, las tensiones y corrientes de polarización de los amplificadores, el estado del oscilador local, el estado del sistema de calibración de fase y las temperaturas en la sala del maser, en la sala de control y en la plataforma de la antena. Ambos dispositivos se pueden leer a través de un puerto serie RS232, que permite registrar en tiempo real los valores medidos.

Este informe describe los programas desarrollados para leer y procesar los datos. Estos datos se emplean fundamentalmente para complementar las observaciones de VLBI. Este software está en funcionamiento desde comienzos de noviembre de 2002.

El informe técnico IT-CAY/OAN-2002-3 describe la instalación del termómetro LakeShore y el multímetro Keithley, su conexión con los sensores, la ubicación de estos y el cableado hasta la sala de control. A pesar de que en dicho informe se describen con gran detalle todos estos aspectos, para mantener la consistencia de este informe, incluimos en las dos siguientes secciones información básica sobre estos dispositivos.

2. El termómetro LakeShore modelo 208

El termómetro LakeShore, modelo 208, está fabricado por la casa Lake Shore Cryotronics y está especialmente diseñado para la monitorización de temperaturas criogénicas. El CAY dispone de dos termómetros de este tipo, uno para el receptor de banda S/X y otro para el receptor de 7mm. Ambos están alojados en el bastidor situado en la plataforma de la antena junto con otros equipos de monitorización y control de los receptores.

Los sensores del termómetro LakeShore utilizan diodos cuya tensión directa ante una corriente de polarización determinada es una función conocida de la temperatura. El LakeShore excita los diodos con la corriente necesaria y mide su tensión directa para detectar la temperatura. Los sensores son excitados independientemente.

Sensor	Tipo de sensor	Rango	Resolución
Diodo de silicio (etapa 20K)	DT-470	1,4 a 473 K	0,1
Diodo de silicio (etapa 70K)	DT-500	1,4 a 473 K	0,1

Cuadro 1: *Tipo, rango y resolución de los sensores empleados con el LakeShore.*

El LakeShore está preparado para monitorizar hasta ocho canales diferentes de temperatura y dispone de un pequeño visor frontal para la lectura de la temperatura y del canal del que procede. En el panel frontal además hay varios botones que permiten gestionar y visionar el termómetro.

Para su comunicación con el exterior el LakeShore dispone de un puerto RS-232C, que permite, entre otras cosas, la conmutación de canales y la medida remota de la temperatura. Las especificaciones de la comunicación serie están fijadas para el LakeShore y se muestran en apartados posteriores.

La comunicación con el termómetro LakeShore a través del puerto serie presenta ciertos problemas que se deben tener en cuenta en la programación de las aplicaciones que hacen uso del termómetro. Las instrucciones del equipo especifican que existe un tiempo de demora en la respuesta del LakeShore a cada comando, pero no indica su valor. Nuestra experiencia muestra que, tras cada comando enviado al LakeShore, se debe esperar entre 5 y 7 segundos para leer la respuesta. Si el programa intenta leer el buffer del LakeShore a través del puerto serie antes de que este esté listo, el dispositivo se bloquea para futuras lecturas. Por tanto las aplicaciones de lectura no pueden iniciar la lectura hasta que no ha transcurrido ese tiempo de seguridad. Hemos comprobado que empleando procedimientos en Tcl se debe demorar la lectura 5 segs. y empleando programas en C, 7 segs.

3. El multímetro de datos Keithley modelo 2700

El multímetro Keithley modelo 2700, instalado en la plataforma de la antena, está fabricado por la casa Keithley Instruments. Se trata de un multímetro programable que admite dos módulos de entrada/salida de datos. En nuestro caso se han instalado los siguientes módulos:

- Un módulo modelo Keithley 7700 (multiplexor diferencial de 20 canales).
- Un módulo modelo Keithley 7706 (módulo I/O “todo en uno”)

Cada módulo dispone de 20 canales de entrada diferenciales, los cuales son configurables por separado dentro de una amplia gama de posibilidades, que permiten configurar la magnitud, el rango, el sincronismo con red, el filtrado y el tiempo de integración entre otros.

Este equipo realiza la mayoría de las medidas de los parámetros a partir de señales existentes en otras unidades, únicamente la medida de las temperaturas ambiente de la sala del maser, de la sala de control y de la plataforma de la antena ha requerido la instalación de sensores.

Sensor	Tipo de sensor	Ubicación
Sensor sala maser	PT-100 (4 hilos)	Lateral del rack del GPS
Sensor sala control	PT-100 (4 hilos)	Trasero del rack 3
Sensor plataforma antena	PT-100 (4 hilos)	Cubierta de la corona derecha de elevación

Cuadro 2: Tipo de sensores de temperatura para el Keithley y ubicación de los mismos.

El multímetro Keithley se puede comandar localmente desde un teclado y leer en un visor, ambos situados en su frontal, y remotamente a través de un puerto RS232 o del interfaz IEEE-488 (GPIB).

4. Linux y la tarjeta multipuertos

El PC de control y monitorización dispone de 2 puertos serie, que están ocupados por las cables de comunicaciones de la estación meteorológica y el receptor GPS. Para poder añadir más entradas se añadió una tarjeta PCI multipuertos marca Specialix, modelo IO8+. Esta tarjeta dispone de 8 puertos serie, con conector de entrada/salida RJ11. Dado que este tipo de conector no es habitual encontrarlo en los laboratorios, disponemos de un cable conversor de RJ11 a DB25, por cada puerto.

Para que el núcleo de Linux reconozca la tarjeta Specialix es preciso cargar el módulo correspondiente y crear los dispositivos de entrada salida. El núcleo Linux empleado en el PC de monitorización es la versión 2.4.18. Para cargar el módulo se debe ejecutar la aplicación:

```
modconf
```

que muestra en una pantalla alfanumérica de colores los módulos disponibles. Se selecciona la sección `kernel/drivers/char` y dentro de ella el módulo `specialix`. Podemos comprobar que el módulo está cargado introduciendo el siguiente comando desde "root":

```
lsmod
```

El módulo "specialix" debe aparecer en la lista. Si la carga del módulo la hemos hecho como hemos indicado aquí, el módulo se cargará automáticamente en cada inicio del PC.

Para poder acceder a los puertos es necesario crear los dispositivos. Para ello se debe ejecutar:

```
bash
cd /dev
for i in 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 \
        16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
do
    echo -n "$i "
    mknod /dev/ttyW$i c 75 $i
    mknod /dev/cuw$i c 76 $i
done
echo ""
```

Todos estos dispositivos deben tener permisos 664, su propietario debe ser 'root' y el grupo 'dialout'. Para poder acceder a dichos dispositivos sería suficiente con añadir al grupo 'dialout' los usuarios desde los que se desea acceder tanto en modo escritura como lectura.

5. Monitorización y servicio de parámetros en el PC de control

Las señales procedentes del termómetro digital LakeShore 208 y del multímetro Keithley 2700 se llevan a un PC con Debian GNU/Linux a través de dos cables RS232 cuyos protocolos de comunicación se resumen en el siguiente cuadro:

Propiedad	LakeShore	Keithley
Puerto	/dev/ttyW0	/dev/ttyW1
Velocidad	300	9600
Bit de stop	1	1
Bit de datos	7	8
Paridad	impar	No

Cuadro 3: Propiedades de las líneas RS232

Los conectores de los cables de comunicaciones procedentes del termómetro y del multímetro Keithley fueron sustituidos por conectores macho de 25 pines en el lado en el que se conectan al PC de control.

En el PC de control existen dos cuentas para la gestión y almacenamiento de los datos del LakeShore y del Keithley respectivamente. En cada cuenta existe un programa de lectura para la toma de datos de cada uno de los equipos. El programa de lectura del LakeShore es más sencillo dado que sus opciones de configuración están más limitadas que en el caso del Keithley y dado que el número de parámetros a leer es mucho menor. Ambos programas están escritos en C y utilizan bibliotecas para el uso de los puertos serie y el cálculo de los días julianos.

Ambos programas escriben los valores leídos en un área de memoria compartida que se reserva en el arranque del sistema operativo. Dos programas servidores, en ejecución permanente, atienden peticiones realizadas por aplicaciones clientes desde la red Ethernet; consultan el contenido de los valores solicitados en memoria, y los entregan a los clientes. La figura 1 describe gráficamente los diferentes programas en ejecución y su interrelación.

El termómetro LakeShore está configurado para realizar una exploración continua de dos canales que se corresponden con las temperaturas de la etapa de 20 y de 70 K. Los datos con información de las temperaturas correspondientes a cada una de las etapas del criostato se obtienen cada 2 minutos. Los datos leídos cada 2 minutos se almacenan en memoria y se guardan en dos archivos de registro, uno `now2m.log` que contiene sólo una línea con la información de la última lectura y otro `1s2m.log` que contiene información acumulada correspondiente a todo el mes.

Los archivos contienen el valor de cada parámetro precedido del día juliano expresado con una precisión de 4 decimales para distinguir los segundos. La fecha que figura en los archivos corresponde al momento de la lectura del primer parámetro, y por tanto existe un pequeño desfase temporal entre la fecha de cada línea y la fecha real de la toma de datos del último parámetro. El programa tarda 20 segundos en completarse. Este intervalo está ocupado por las demoras necesarias que hay que realizar para evitar el bloqueo del dispositivo y que se comentaron en secciones anteriores.

El formato de las líneas es el siguiente:

```
mjdnow1 lectura1 mjdnow2 lectura2
%10.4f %9.4f %10.4f %9.4f
```

Por ejemplo:

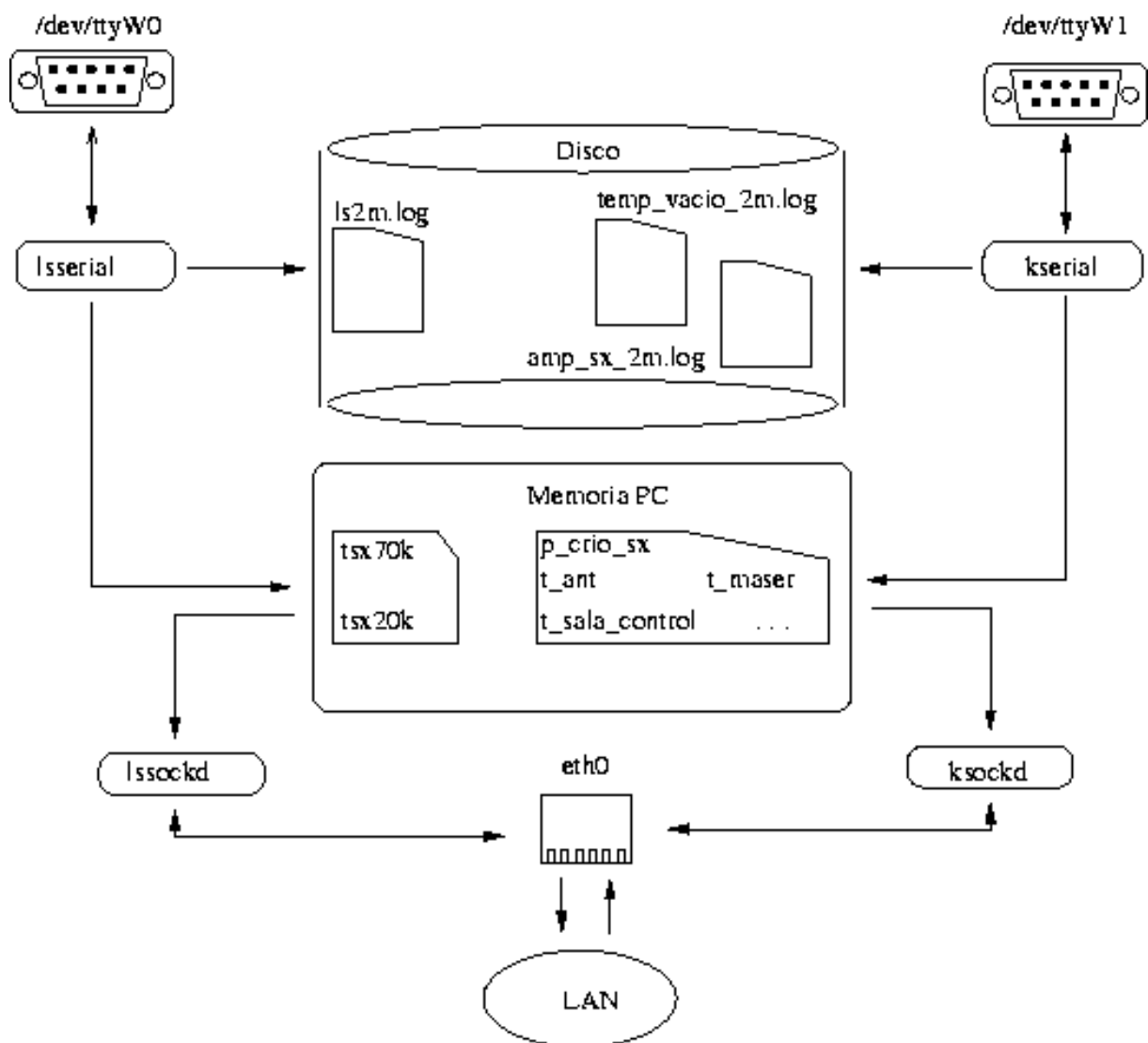


Figura 1: Estructura e interrelación de los programas de monitorización y registro del LakeShore y del Keithley

```
52609.0072 18.3200 52609.0074 53.4000
```

El programa de lectura del termómetro LakeShore está gobernado por un crontab que lo activa cada 2 minutos. Por tanto este programa no está en ejecución permanente.

El multímetro Keithley está configurado inicialmente para realizar exploraciones bajo orden del usuario. Mientras eso no sucede, el Keithley monitoriza continuamente en su visor frontal la temperatura ambiente en la plataforma superior de la antena. Cada 2 minutos se ordena al Keithley que realice una exploración y los datos leídos se escriben en memoria donde se pueden consultar constantemente y se guardan por categorías en varios archivos de registros.

Los archivos de registro y formatos utilizados son los siguientes:

- `amp_sx_2m.log` Contiene información sobre la tensión de drenador, intensidad de corriente de puerta, tensión de puerta para cada etapa de los amplificadores de banda S y de banda X. También contiene información sobre la tensión de los leds del amplificador de banda S y de banda X. El formato es el siguiente:

```
%10.4f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f
%10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f\n
```

Por ejemplo:

```
mjdnow, vd1_s, id1_s, vg1_s, vd2_s, id2_s, vg2_s, vd1_x, id1_x,
vg1_x, vd2_x, id2_x, vg2_x, vd3_x, id3_x, vg3_x, vled_s, vled_x
```

- `temp_vacio_2m.log` Contiene información sobre las temperaturas en K en la sala del reloj atómico, en la sala de control, en la plataforma de la antena y de la presión del vacío del criostato en mTorr. El formato es el siguiente:

```
%10.4f %6.2f %6.2f %6.2f %14.2f\n
```

Por ejemplo:

```
52609.0070 21.99 22.74 7.10 47.04
```

El primer campo es el día juliano modificado.

- `now2m.log` Este archivo contiene una sola línea con información de la última medida y por tanto se sobrescribe continuamente. El formato es el siguiente:

```
%10.4f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f
%10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f %10.2f\n
```

Por ejemplo:

6 BIBLIOTECA DE FUNCIONES PARA LA LECTURA Y ESCRITURA DE PUERTOS SERIE8

52623.9195	20.03	23.45	4.17	1	0	36.58
0.00	0.01	-0.02	0.00		0.01	-0.02
0.00	0.01	-0.03	0.00		0.01	-0.03
0.00	0.01	-0.02		0.00		0.0 0 0

Al igual que en el caso anterior el primer campo de cada línea contiene el día juliano con 4 cifras decimales y por tanto no representa el momento exacto de la toma de cada uno de los parámetros. La aplicación de lectura del Keithley se demora 40 segundos, tiempo suficiente para completar la exploración de todos los canales programados y para tener disponible la lectura.

Al igual que en el caso del termómetro LakeShore el programa de lectura del multímetro Keithley es lanzado por un crontab cada 2 minutos.

La configuración inicial del multímetro Keithley se hace a través del puerto serie mediante un procedimiento escrito en Tcl. En principio el procedimiento sólo se ejecutará cada vez que el multímetro se encienda.

Tanto el LakeShore como el Keithley se pueden comandar utilizando los programas escritos en Tcl. En ambos casos es conveniente detener el programa de lectura serie antes de ser utilizados, para que el puerto serie quede liberado, y para evitar además posibles desconfiguraciones de los equipos. Ambas aplicaciones permiten enviar interactivamente comandos en su formato original. Los comandos permitidos y su sintáxis se pueden consultar en los manuales de uso del LakeShore y del Keithley.

6. Biblioteca de funciones para la lectura y escritura de puertos serie

Los programas de lectura hacen uso de una biblioteca de funciones para la lectura de los puertos serie. La biblioteca está compuesta por una serie de funciones en C ya descritas en el informe técnico IT-CAY/OAN 2002-2

También se escribió desde cero una pequeña biblioteca de funciones de control básico de los puertos en Tcl. Esta biblioteca junto con algún procedimiento independiente que la utiliza, sirven para realizar pruebas sobre los puertos y en algunos casos extraer puntualmente los datos que llegan a ellos.

En el apéndice 1 se incluyen las bibliotecas de funciones para los dos lenguajes de programación mencionados.

7. Postprocesado y análisis de los datos

Las cuentas de criostato y de receptor están estructuradas en directorios donde se organizan los datos, los gráficos, las aplicaciones compiladas, el código fuente y las tareas planificadas. La figura 2 muestra esquemáticamente los árboles de directorios.

Los datos de la cuenta criostato se procesan con aplicaciones escritas en Tcl, que residen en el directorio bin de la cuenta criostato. Los procedimientos están gobernados por un crontab

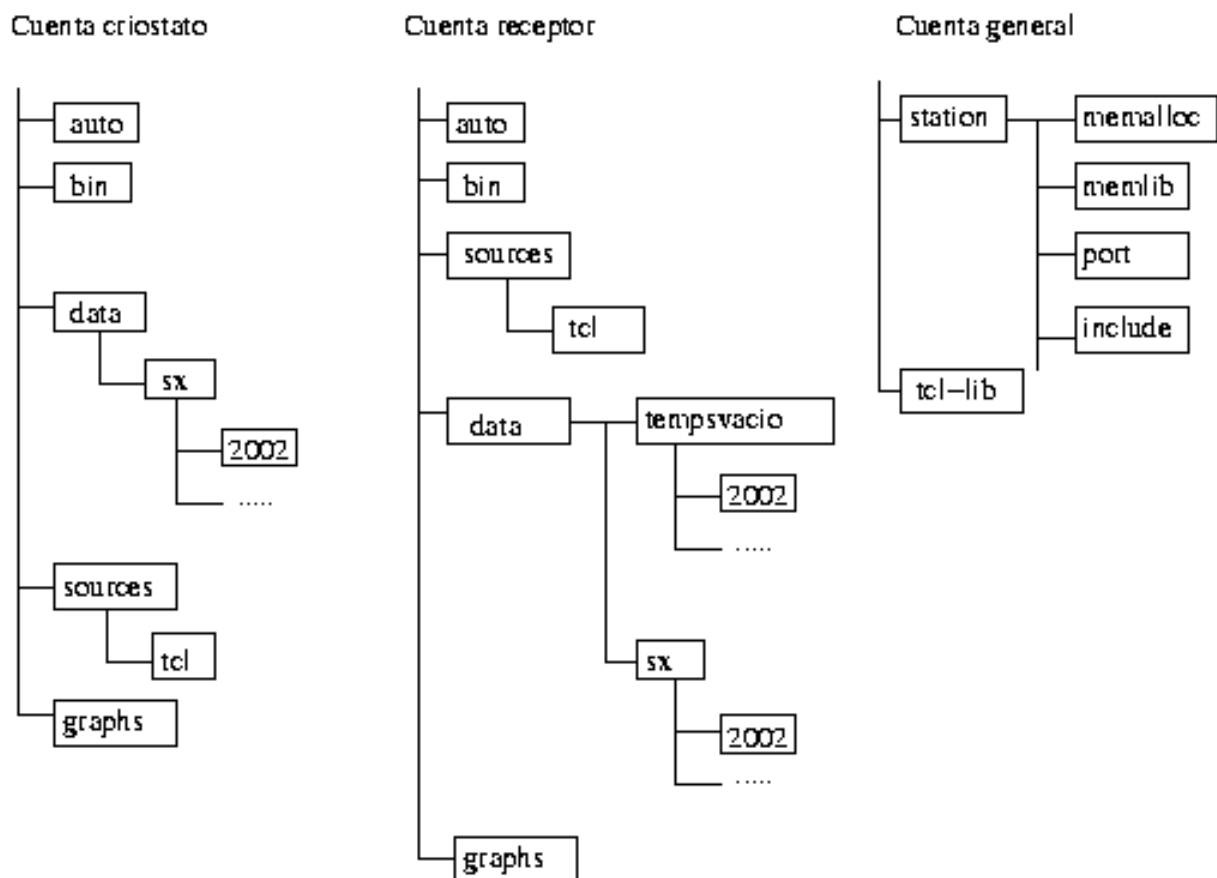


Figura 2: Arbol de directorios de las diferentes cuentas donde se almacenan los datos, los gráficos y las aplicaciones compiladas.

que reside en el directorio auto. A continuación se describen los procedimientos que se ejecutan periódicamente:

- Cada 2 horas se genera una gráfica de las temperaturas en el criostato de las últimas 24 horas y se guarda dicha información en un archivo denominado:
`data/daily-crio.log`
- Cada día de madrugada (0 horas 4 minutos) se genera una gráfica con las temperaturas en el criostato de los últimos 7 días y se guarda la información en un archivo denominado:
`data/weekly-crio.log`
- Cada mes se reordenan los archivos de datos. Se genera un archivo con los registros correspondientes al mes vencido y se genera el directorio del nuevo año si esto fuera necesario. Los datos se encuentran en archivos del tipo `data/sx/año/mesaño.log`.

Los datos de la cuenta receptor también se procesan con procedimientos escritos en Tcl. Al igual que en el caso anterior los procedimientos residen en el directorio bin de la cuenta receptor. Los procedimientos están gobernados por un crontab que reside en el directorio auto. A continuación se enumeran los procedimientos que se ejecutan periódicamente:

- Cada 2 horas se genera la gráfica de la presión en el criostato de las últimas 24 horas a partir de la información guardada en el archivo `data/daily-recep-t-vacio.log` y se transfiere al servidor WEB del CAY. La gráfica está en la página:
`http://www.cay.oan.es/cay/datos/imagenes.shtml`.
- Cada día de madrugada se generan las gráficas de la presión en el criostato y de las temperaturas en la sala del maser, sala de control y plataforma de los últimos 7 días utilizando WIP a partir de la información guardada en el archivo `data/weekly-recep-t-vacio.log` y se transfieren al servidor WEB del CAY. La página de consulta es la misma que en el punto anterior.
- Cada mes además se reordenan los archivos de datos. Se genera un archivo con los registros correspondientes al mes vencido y se genera el directorio del nuevo año si esto fuera necesario. Los datos se encuentran en archivos del tipo `data/sx/año/mesaño.log` en el caso de los datos relativos a los amplificadores y en archivos del tipo `data/tempsvacio/año/mesaño.log` en el caso de los datos relativos a la presión en el criostato y a la temperatura de la sala del maser, sala de control y plataforma.

Las figuras 3, 4, 5, 6 muestran el tipo de gráfica que representa la evolución temporal de la presión del criostato y de las temperaturas de la etapa de 20 y 70 K. La figura de la gráfica que representa la evolución temporal de las temperaturas de la sala del maser, sala de control y plataforma no se incluye en el informe pero puede verse en la WEB del CAY como se ha mencionado anteriormente.

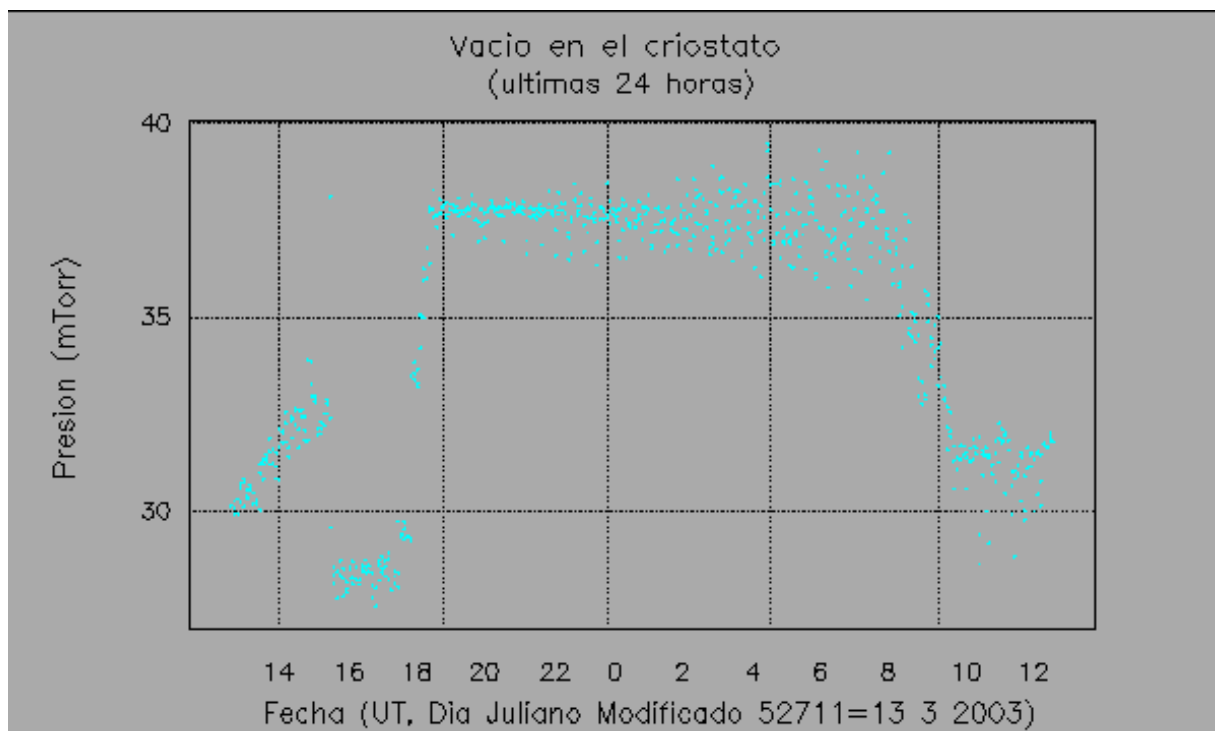


Figura 3: Gráfica generada cada 2 horas por uno de los procedimientos para mostrar la evolución temporal de la presión del criostato.

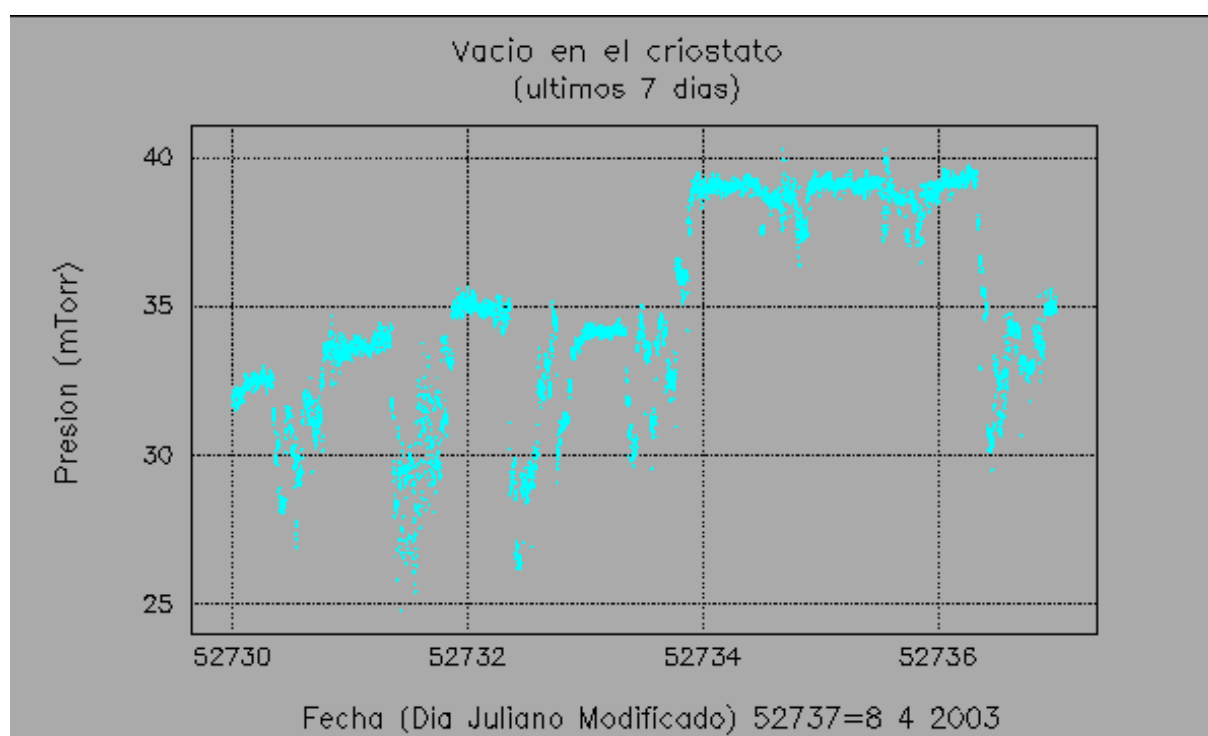


Figura 4: Gráfica generada diariamente por uno de los procedimientos para mostrar la evolución temporal de la presión del criostato.

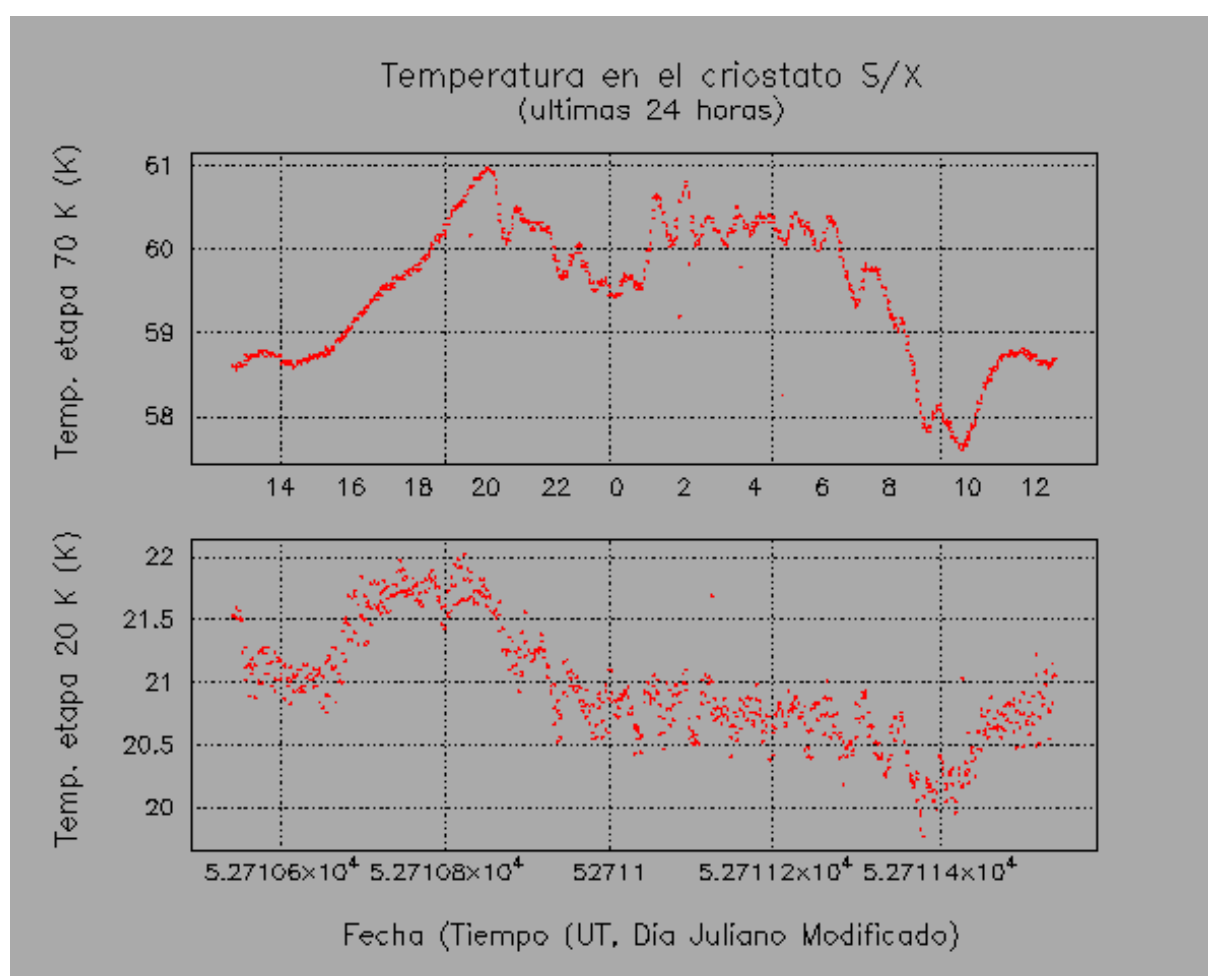


Figura 5: Gráfica generada cada 2 horas por uno de los procedimientos para mostrar la evolución temporal de las temperaturas de la etapa de 20 y 70 K.

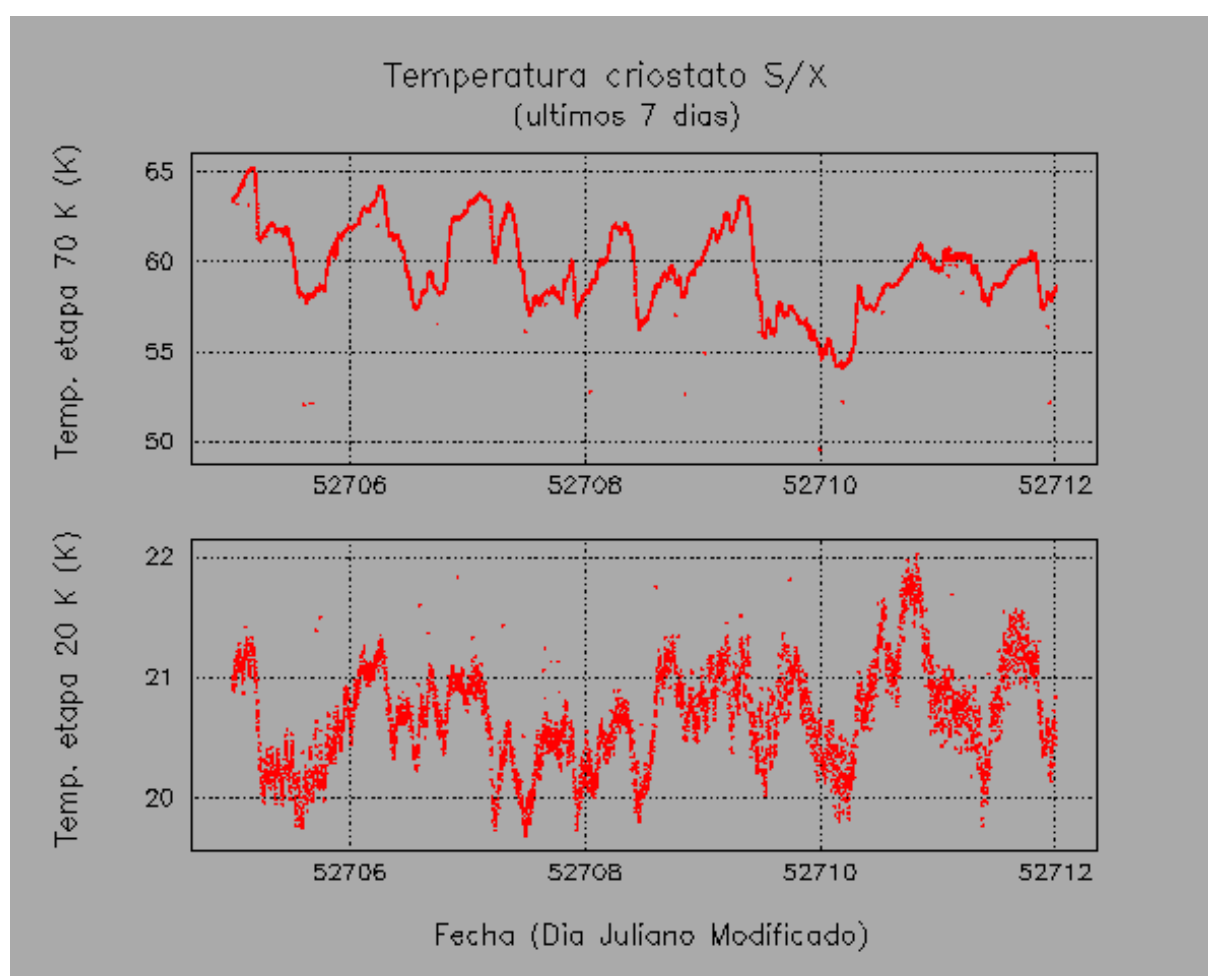


Figura 6: Gráfica generada diariamente por uno de los procedimientos para mostrar la evolución temporal de las temperaturas de la etapa de 20 y 70 K.

8. Visualización de los parámetros utilizando un navegador web

Los parámetros que se monitorizan en el receptor S/X, así como las diferentes temperaturas y los parámetros atmosféricos en Yebes se pueden consultar en la dirección:

<http://www.cay.oan.es/cay/datos/>.

Esta página sólo es accesible desde el interior de la red del OAN y se recarga automáticamente cada 2 minutos, de modo que la persona que la visualiza disponga de información casi en tiempo real. La figura 7 muestra la página web que se obtiene.

Desde esta página se puede acceder a todas las gráficas que se generan siguiendo el enlace correspondiente.

Centro Astronomico de Yebes

Monitorización de sensores

- Momento aproximado de la toma de datos: 11:24:03 26/02/2003
- Las gráficas de evolución se pueden consultar pulsando sobre el enlace en cada fila de la columna 1 o pulsando [evolución temporal](#)

Sensores Generales

Sensor	Valor
Temperatura ambiente en el exterior	4.5 C
Presión ambiente en el exterior	903.6 hPa
Humedad relativa ambiente en el exterior	94.0 %
Temperatura en la sala del maser	19.9 C
Temperatura en la sala de control	23.5 C
Temperatura en la plataforma de la antena	6.6 C
Diferencia 1 PPS Maser-GPS	-397.0 ns

Página cargada.

Figura 7: Página web donde se muestra el estado de los sensores con una periodicidad de 2 minutos.

9. Transferencia de los archivos al servidor web local

La generación de la página web se hace desde la cuenta de gestión a partir de un procedimiento TCL que lee los archivos: `now2m.log` en la cuenta del criostato, `now1m.log` en la cuenta de meteorología y `now2m.log` en la cuenta del receptor. Este procedimiento tan sólo genera la página HTML donde se alojan las imágenes, pero las imágenes se generan cada una en su cuenta correspondiente.

La transferencia del archivo HTML y de los archivos de imágenes se hace desde la cuenta de gestión. Esta transferencia se hace automáticamente y empleando una capa segura de transporte SSH. Ello requiere cierta configuración especial que se detalla en la siguiente sección.

9.1. Transferencia segura automatizada de archivos

SSH permite la comunicación entre diferentes máquinas empleando validación de claves. No es necesario establecer una política de cuentas y contraseñas aplicables examinando el origen de la comunicación, como se hacía antiguamente con `rsh` al emplear los archivos `.netrc`.

El procedimiento consiste en generar un par de claves pública y privada y en propagar la clave pública a aquellas cuentas a las que se desea abrir el acceso. Este procedimiento permite el acceso desde el exterior sin necesidad de informar de la contraseña propia. La ventaja de este modo es que la sesión se puede restringir configurandola de modo adecuado. Las claves se pueden proteger con contraseñas o no. El primer caso es el adecuado cuando la comunicación se hace de modo interactivo y el segundo cuando la comunicación no es interactiva.

A continuación se describe el proceso paso por paso. Supondremos que el ordenador al que se desea acceder se llama “servidor” y el ordenador desde el que se hace la conexión “cliente”.

Desde el ordenador “cliente” y desde la cuenta desde la que se accederá al servidor generamos el par de claves pública y privada introduciendo:

```
ssh-keygen -t dsa -f mifichero
```

Cuando se nos solicite una frase contraseña pulsamos “Intro” dejandola en blanco.

Obtendremos un mensaje donde se nos indica dónde se han guardado la identificación y la clave:

```
Your identification has been saved in mifichero.  
Your public key has been saved in mifichero.pub.  
The key fingerprint is:  
b6:aa:85:be:c5:61:62:75:d6:08:fb:52:a4:f0:e6:62 usuario@cliente
```

Los archivos `mifichero` y `mifichero.pub` deben ser protegidos contra lectura y escritura:

```
chmod 700 .ssh  
cd .ssh  
chmod 600 mifichero mifichero.pub
```

A continuación en la cuenta del “servidor” donde deseamos acceder, en el directorio `.ssh` añadiremos el archivo `mifichero.pub` al archivo `.ssh/authorized_keys2`. Si ese archivo no existe lo creamos, y si existe se añade al final de lo que contenga. El archivo `.ssh/authorized_keys2` contiene una relación de las claves públicas con las que se permite el acceso a dicha cuenta.

Para poder acceder al “servidor” desde el “cliente” sería necesario introducir:

```
ssh -i ~/.ssh/mifichero -l cuenta servidor
```

Si deseamos simplificar el comando es necesario renombrar `mifichero` a `id_dsa` y `mifichero.pub` a `id_dsa.pub`. En ese caso desde el cliente basta introducir:

```
ssh -l cuenta servidor
```

10. Apéndice: Programas utilizados en las diversas cuentas