

Programas de control y monitorización de la estación meteorológica y del terminal GPS del CAY

P. de Vicente

Informe Técnico IT-OAN 2002-2

Índice

1. Introducción	2
2. La estación meteorológica SEAC-EMC	2
3. El terminal GPS TrueTime XL-DC-602	2
4. Monitorización y servicio de parámetros en el PC de control	4
5. Biblioteca de funciones para la lectura y escritura de puertos serie	6
6. Postprocesado y análisis de los datos	7
7. Conexión con el PC de control del equipo VLBA	8
8. Apéndice: Programas utilizados en las diversas cuentas	13

1. Introducción

El Centro Astronómico de Yebes dispone de una estación meteorológica para la monitorización y registro de la temperatura, humedad relativa y presión atmosférica del ambiente, y de un terminal receptor de satélites GPS, para la determinación del tiempo Universal Coordinado y la posición de la estación. 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 por el autor, para leer, procesar y analizar estadísticamente los datos. Estos datos se emplean fundamentalmente para complementar las observaciones de VLBI. Este software está en funcionamiento desde el año 1998.

2. La estación meteorológica SEAC-EMC

La estación meteorológica, modelo EMC, está fabricada por la casa española SEAC. Está formada por un brazo cubierto donde se aloja la sonda de temperatura y humedad y por una caja a prueba de intemperie donde se aloja el sensor de presión y las tarjetas de conversión analógico-digitales. El brazo está situado a 2,5 metros de altura del suelo y separada 1 m del muro suroeste del edificio de control del radiotelescopio de 14m. La caja se encuentra situada en la esquina suroeste del mismo edificio, bajo el tejado de uralita que protege los ventanales del edificio de control.

La transmisión de datos se hace a través de un cable serie RS232 apantallado, que pasa a través de un optoaislador para evitar la transferencia de sobretensiones que pudieran dañar los equipos de lectura. Las sobretensiones son habituales en las tormentas con aparataje eléctrico. El optoaislador está alimentado con corriente alterna de 12 V.

Sensor	Tipo de sensor	Rango	Resolución
Temperatura	PT 100 1/3 DIN (100 K)	(-40,60) C	0.1 C
Humedad	HUMICAP	(0,100)	1
Presión	transductor resistivo	(600,1100) hPa	1

Cuadro 1: Tipo, rango y resolución de los sensores empleados en la estación meteorológica SEAC-EMC

3. El terminal GPS TrueTime XL-DC-602

El terminal GPS TrueTime, modelo XL-DC-602 instalado en el CAY está fabricado por la casa TrueTime y fue adquirido en el año 1998. Consta de una antena semiesférica con un preamplificador, situada a 4.5 m de altura del suelo. Se trata de un receptor de satélites GPS que capta la señal de hasta 6 satélites simultáneamente. El receptor produce una serie de señales temporales (pulsos por segundo, pulsos programables, señales con código IRIGB) para su uso por otros equipos. También dispone de un contador interno que calcula la diferencia entre un pulso por segundo (1 PPS) externo y el que se genera internamente a partir de las señales de

los satélites, con una precisión de 30 ns. Así mismo dispone de una salida para una red ethernet desde la que se transmite una señal de tiempos compatible con el protocolo NTP (Network Time Protocol) para la sincronización de ordenadores en una red de área local (LAN).

El cuadro 2 contiene un lista de las señales de entrada y salida del receptor.

Tipo de señal	Número de señales	entrada o salida
1 PPS	2	salida
1 PPO	1	salida
1 NTP	1	salida
1 MHz	1	salida
5 MHz	1	salida
10 MHz	1	salida
IRIGB	1	salida
RS232	1	entrada/salida
1 PPS	1	entrada
5 MHz	1	entrada

Cuadro 2: Señales de entrada/salida del receptor GPS TrueTime XL-DC-602

El terminal GPS se puede comandar localmente desde un teclado y leer en un visor, ambos situados en su frontal, y remotamente a través de un terminal RS232. Las principales características del terminal se describen en el cuadro 3.

Propiedad	Valor
Estabilidad en frecuencia	$2 \cdot 10^{-12}$ /día
Holdover en frecuencia	$5 \cdot 10^{-12}$ /día
Número de canales de recepción	6
Precisión en la determinación del tiempo	150 ns
Precisión en la determinación de la posición (tras 24 horas de datos)	10 m
Tiempo máximo de adquisición (en frío)	<1 hora
Resolución del contador interno	30 ns

Cuadro 3: Propiedades del receptor GPS

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

Las señales procedentes de la estación meteorológica y del terminal GPS se llevan a un PC con Debian GNU/Linux a través de dos cables RS232 cuyos protocolos de comunicación se resumen en el cuadro 4.

Propiedad	Meteo	GPS
Puerto	/dev/ttyS1	/dev/ttsS0
Velocidad (baudios)	300	9600
Bit de stop	1	1
Bits de datos	7	7
Bit de paridad	Impar	Impar

Cuadro 4: Propiedades de las líneas RS232

En el PC de control existe una cuenta para los datos de la estación meteorológica y otra para los datos del GPS. En cada cuenta existe un programa de lectura para la toma de datos de cada uno de los equipos. El programa de lectura de la estación meteorológica es el más sencillo pues sólo requiere leer datos. El programa para el terminal GPS es ligeramente más complicado porque permite la escritura y lectura en el puerto serie.

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.

La estación meteorológica genera datos cada 2 segundos, cada minuto y cada 10 minutos. Los datos con información de la temperatura, humedad y presión se obtienen cada minuto y cada 10 minutos. Los datos leídos cada minuto se almacenan en memoria mientras que los datos obtenidos cada 10 minutos se guardan en un archivo de registro.

El GPS genera cada segundo información de la diferencia temporal entre el pulso por segundo interno y el externo medidos por el contador interno del GPS. Estos valores se escriben en memoria y se pueden consultar constantemente. Cada 10 minutos se escribe sobre un archivo el promedio correspondiente a promediar los valores de cada segundo obtenidos durante 10 minutos, reduciendo de este modo la dispersión en los valores.

La media y su incertidumbre se calculan de acuerdo con la siguiente expresión [Bevington & Robinson (199

$$\langle gps \rangle = \frac{\sum (gps_i / \sigma_i^2)}{\sum (1 / \sigma_i^2)} \quad (1)$$

$$\sigma_{gps} = \frac{1}{\sum (1 / \sigma_i^2)} \quad (2)$$

donde gps_i es el valor obtenido cada segundo y en nuestro caso la i incertidumbre en cada medida (σ_i) es la misma en todas las medidas y corresponde a 15 ns. Por tanto las expresiones anteriores se reducen a:

$$\langle gps \rangle = \frac{\sum gps_i}{N} \quad (3)$$

$$\sigma_{gps} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad (4)$$

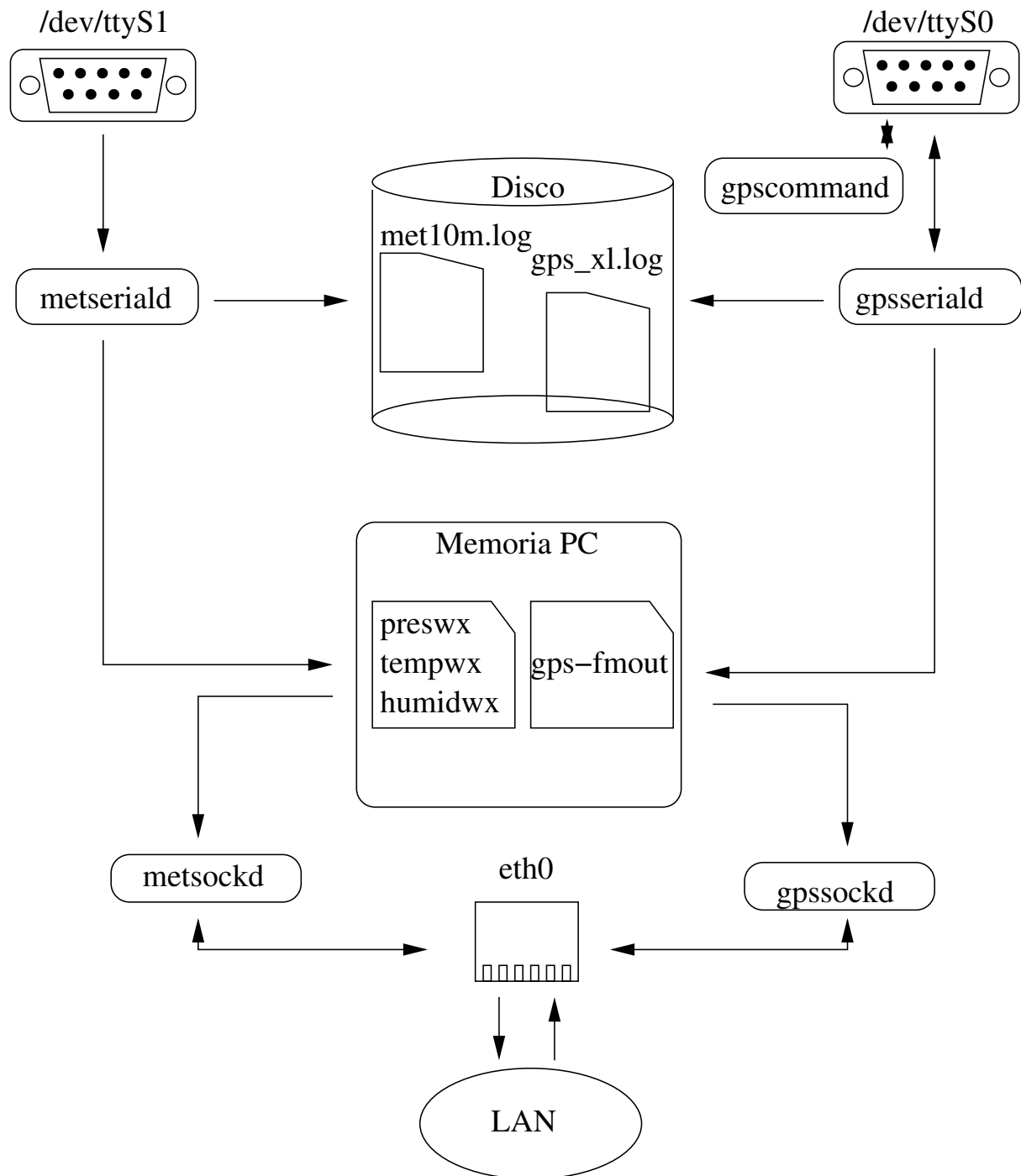


Figura 1: Estructura e interrelación de los programas de monitorización y registro de la estación meteorológica y del terminal GPS

El terminal GPS Truetime se puede comandar utilizando los programas `gpscommand` (escrito en C) o `gps-tcl` (escrito en Tcl). El uso remoto de estos programas se ha restringido a través de la LAN para evitar fallas de seguridad que comprometieran el terminal receptor GPS. Ambos comandos requieren detener el programa `gpsseriald` antes de ser utilizados, para que el puerto serie quede liberado.

Ambas aplicaciones permiten enviar comandos en su formato original. Por ejemplo:

```
~$ gpscommand
gps-command initializing serial port /dev/ttyS0
GPS command: F28 TI
```

Se pueden consultar los comandos permitidos y su sintáxis en el manual de uso del receptor TrueTime XL.

En caso de un corte de suministro eléctrico que afecte al terminal GPS, éste no entrega por omisión la diferencia entre los dos PPS (el externo y el generado internamente por el propio sistema). Para activar este modo de funcionamiento se debe ejecutar el procedimiento `gpsrestartf28mode`. Este procedimiento detiene la generación de información por el puerto serie, modifica el modo de cálculo y reinicia la generación de datos por el puerto serie.

5. 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, que en algunos casos están modificadas respecto de las se emplean en el FS (Field System), y escritas desde el principio en otros casos.

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.

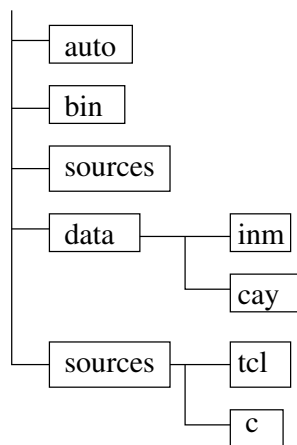
En el apéndice 1 se incluyen las bibliotecas de funciones para los dos lenguajes de programación mencionados.

6. Postprocesado y análisis de los datos

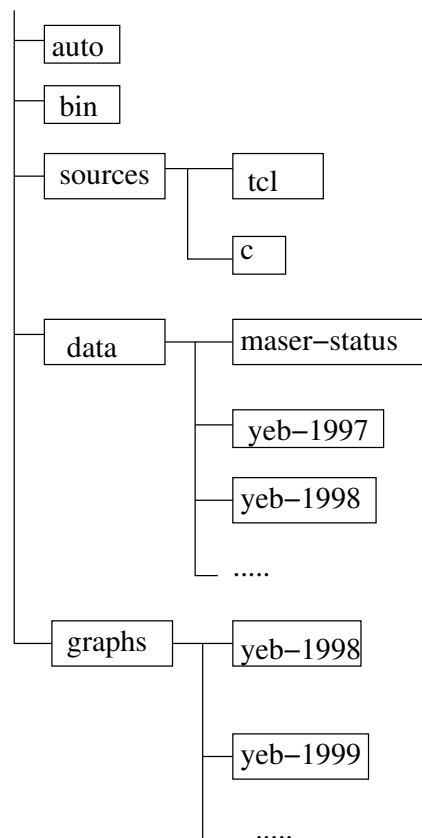
Las cuentas de meteorología y de monitorización del maser están estructuradas en directorios donde se organizan los datos, los gráficos, los aplicaciones compiladas, el código fuente y las tareas planificadas. La figura 2 muestra esquemáticamente los árboles de directorios.

Los datos meteorológicos se procesan con aplicaciones escritas en Tcl, que residen en el directorio `bin` de la cuenta de meteorología. Los procedimientos están gobernados por un `crontab` que reside en el directorio `auto`. A continuación se describen los procedimientos que se ejecutan periódicamente:

Cuenta meteorologia



Cuenta GPS



Cuenta general

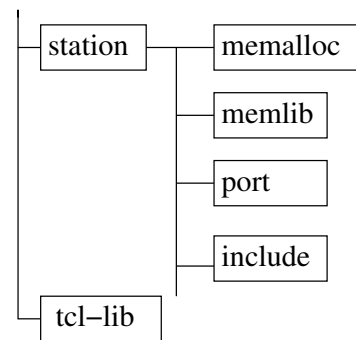


Figura 2: Organigrama de los directorios de las cuentas relevantes para la monitorización de la estación meteorológica y del terminal GPS.

- Cada 30 minutos se comprueba la fecha de actualización del archivo de registro `met10m.log`. Si no se han producido actualizaciones se verifica si `metseriald` está en ejecución. Si no lo está se intenta arrancar. Si esto fracasara se envía un mensaje al autor de este informe para notificarle el problema.
- Cada dos horas se envían los datos al FTP anónimo del servidor de Windows NT que el IGN tiene instalado en el CAY.
- Cada dos horas se genera una gráfica de las condiciones meteorológicas de las últimas 24 horas y se transfiere a los servidores WEB del OAN. Las gráficas están en las páginas: <http://www.oan.es/cay/14m/met> y <http://www.cay.oan.es/14m/met>.
- Cada día de madrugada se genera una gráfica con las condiciones meteorológicas de los últimos 7 días y se transfiere a los servidores WEB del OAN. Las páginas de consulta son las mismas que en el punto anterior.
- 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/cay/año/mesaño.log`.

Las figuras 3 y 4 muestran el tipo de gráfica que se obtiene para mostrar la evolución de la temperatura y humedad relativa en el CAY.

La comparación del GPS con el máser también se procesa con procedimientos escritos en Tcl. Al igual que en el caso anterior los procedimientos residen en el directorio `bin` de la cuenta del GPS. Los procedimientos están gobernados por un `crontab` que reside en el directorio `auto`. A continuación se enumeran los procedimientos que se ejecutan periódicamente:

- Cada 30 minutos se comprueba la fecha de actualización del archivo de registro `gps_x1.log`. Si no se han producido actualizaciones se verifica si `gpsseriald` está en ejecución. Si no lo está se intenta arrancar. Si esto fracasara se envía un mensaje al autor de este informe para notificarle el problema.
- Cada día se generan las estadísticas correspondientes a la comparación para la EVN. Estas estadísticas contienen un sólo valor por día y los valores correspondientes a todos los días del mes en curso se envían a un servidor en Italia (<ftp://terra.ira.cnr.it>).
- Cada mes se genera una gráfica de la deriva del maser utilizando WIP. Las gráficas se almacenan en formato GIF y PostScript en el directorio `graphs` y en subdirectorios clasificados por año y mes. En el comienzo de año se crea el directorio correspondiente a dicho año. Las gráficas están en archivos del tipo `data/yeb-año/mesaño.ps`.
- 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/yeb-año/mesaño.log`.

En la figura 5 se incluye una gráfica con la comparativa correspondiente a uno de los meses.

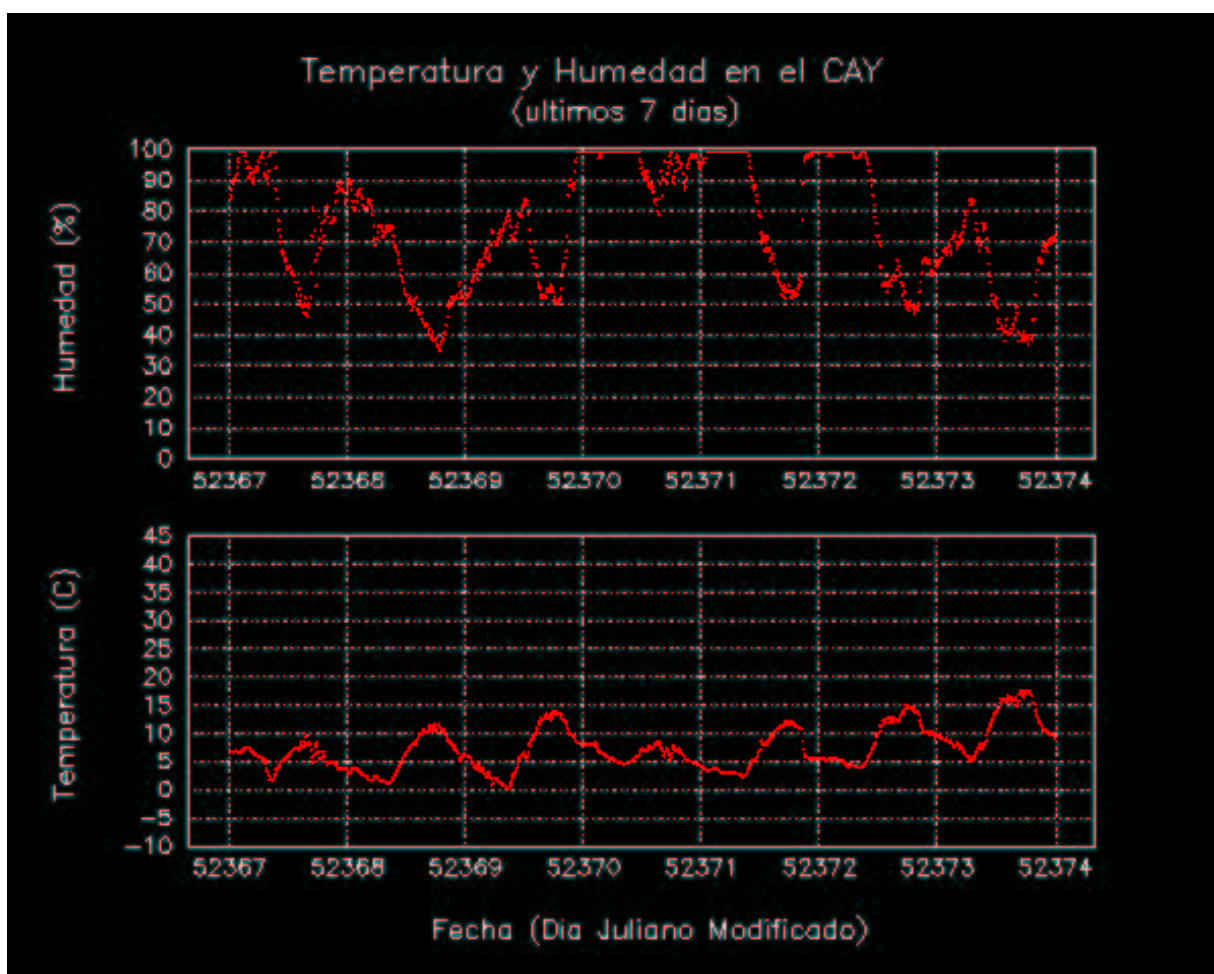


Figura 3: Gráfica generada diariamente por uno de los procedimientos para mostrar la evolución temporal de los parámetros atmosféricos en el CAY.

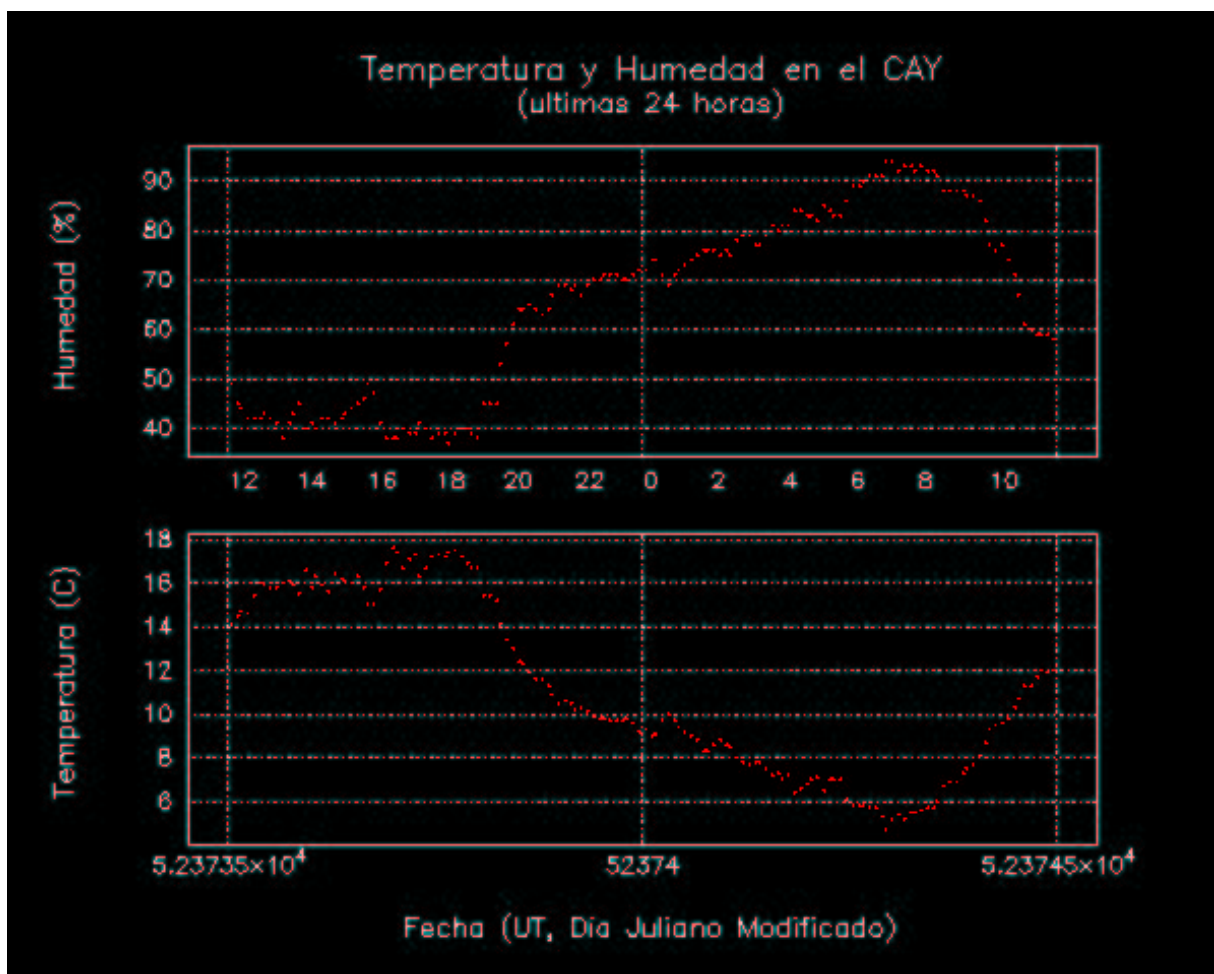
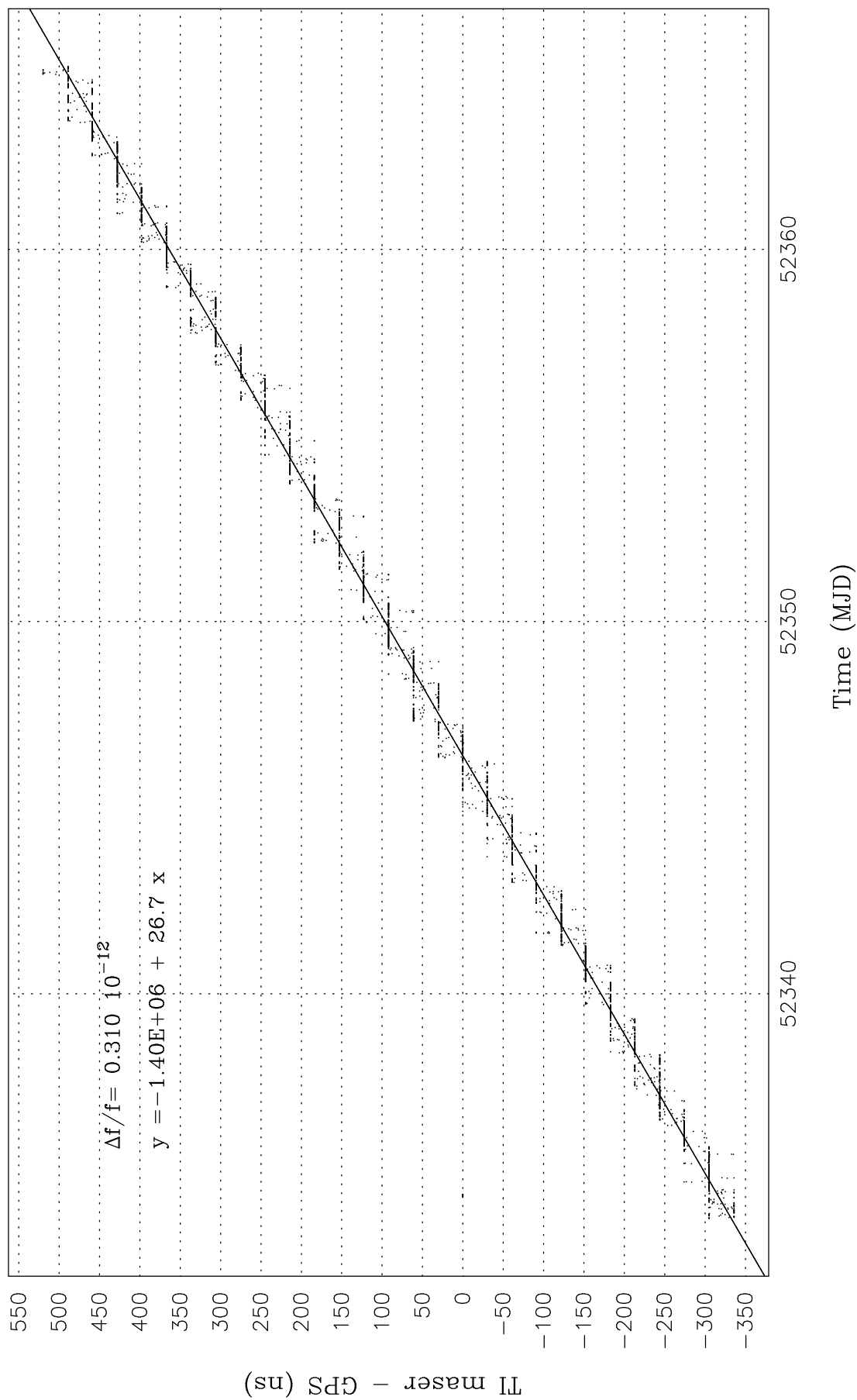


Figura 4: Gráfica generada cada dos horas por uno de los procedimientos para mostrar la evolución temporal de los parámetros atmosféricos en el CAY.

Yebes CH1-75 maser drift (1-30/03/2002)



7. Conexión con el PC de control del equipo VLBA

Los datos meteorológicos y la comparación GPS máser se recuperan del PC de control del VLBA con aplicaciones que utilizan sockets UDP a través de la red de área local (LAN) y que establecen un diálogo con las aplicaciones “metsockd” y “gpssockd”. Las aplicaciones clientes en el PC de control del VLBA se ejecutan cada dos minutos desde un cron en las cuentas de meteorología y del GPS existentes en dicho PC. Las aplicaciones escriben los valores leídos en memoria desde donde son recuperados por el FS que los muestra en pantalla cada vez que hay una solicitud “wx” o “gps-fmout”.

Referencias

[Bevington & Robinson (1992)] “Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences” Bevington P.R., Robinson D.K. 1992, MacGraw-Hill, pag: 59.

8. Apéndice: Programas utilizados en las diversas cuentas

Sólo disponible en papel