

Software de sincronismo HP1000 - controlador del del terminal VLBA para observaciones de VLBI

P. de Vicente, I. López

Informe Técnico IT-OAN 2002-1

Índice

1. Introducción	2
2. Estructura de las observaciones de VLBI	2
3. Formato de los archivos de comandos de OBS	3
4. Funcionamiento de snp2hp	4
5. Descripción del código fuente de snp2hp	4
6. Cálculo de los tiempos de posicionamiento, carga y seguimiento	7
7. Transferencia de datos al HP1000	10
8. Apéndice: Código fuente	12

1. Introducción

Las observaciones de VLBI se realizan con ayuda de una aplicación denominada FS (Field System) que permite el control remoto y automático del terminal VLBA4. El FS permite ser comandado interactivamente o utilizar archivos de procedimientos (PRC) y comandos (SNP), y además está preparado para comandar la antena si existe software local que establezca comunicación con el ordenador de control de la antena.

En el CAY la antena es controlada por un ordenador HP2100, que a su vez recibe información de un ordenador HP1000. Ambos, el HP2100, y el HP1000 carecen de conexión ethernet lo que impide ser controlados por el PC del terminal VLBA4 utilizando el FS.

El procedimiento que se sigue en el CAY consiste en generar, a partir del archivo de comandos SNP, un archivo de comandos para OBS. OBS es el programa de observación con el que interactúa el astrónomo en el HP1000 y permite definir todos los parámetros que caracterizan una observación, así como la lectura de un archivo de comandos que va entregando información sobre observaciones sucesivas. Este informe describe detalladamente la aplicación que genera el archivo de comandos para OBS, y explica el procedimiento a seguir para crearlo.

2. Estructura de las observaciones de VLBI

Las observaciones de VLBI se pueden clasificar artificialmente en observaciones geodésicas y astronómicas. Las primeras tienen un patrón de observación estándar que permite controlar fácilmente los procedimientos de observación. Las observaciones de astronomía pueden utilizar diferentes esquemas que en algunos casos requieren modificaciones manuales a los procedimientos de observación de OBS.

Sin embargo en todas ellas el archivo de comandos SNP presenta una estructura de observación que aquí se muestra con un ejemplo:

```
source=0016+731,001654.2,731051.0,1950.0,neutral
.....
!2002.062.20:26:50
data_valid=on
.....
!2002.062.20:29:50
data_valid=off
.....
```

La primera línea indica la fuente a observar y sus coordenadas para la época que se especifica.

Las líneas que contienen un número precedido por una exclamación indican a qué hora y día se debe ejecutar el comando siguiente. El número tiene el siguiente formato: “dddhmmss”, donde “ddd” indica el día del año, “hh” la hora, “mm” el minuto y “ss” el segundo.

Las líneas con los comandos `data_valid=on` y `data_valid=off` indican que a partir de la hora y fecha indicada en el comando anterior los datos que se graban son considerados

válidos o dejan de serlo respectivamente. Por tanto dichas horas son las que aquí se utilizan como marcas de comienzo y fin para el seguimiento de las fuentes con la antena.

Este esquema de observación es el que se utiliza para generar los procedimientos de observación con la antena del 14m. La aplicación que genera los archivos de observación realiza dos tareas:

- Genera un archivo de fuentes, que denominaremos catálogo.
- Genera un archivo de comandos para OBS.

3. Formato de los archivos de comandos de OBS

OBS es la aplicación que permite observar de modo relativamente cómodo con la antena de 14m. Al igual que con el FS se puede utilizar de modo interactivo o mediante un archivo de procedimientos que se ejecuta a ciertas horas. Los comandos que gobiernan qué fuente se carga, durante cuanto tiempo se observa y cuando se inicia la observación, son los siguientes:

```
FUENTE nombredefuente  
TRACKING T tracking C calibrador S seguridad  
CARGAR ST dia:hora:minuto:segundo SL segundos FO
```

El primer comando indica qué fuente se va a observar. Las coordenadas de esta fuente figuran en el archivo del catálogo de fuentes que se comanda mediante: `CATA nombreDeCatalogo`.

El segundo comando contiene 3 argumentos para establecer el tiempo de seguimiento de la antena sobre la fuente:

1. `T tracking` indica la duración del seguimiento en segundos (se sustituye `tracking` por su valor en segundos).
2. `C calibrador` indica el intervalo de tiempo necesario para realizar la calibración, en segundos. Se debe sustituir `calibrador` por su valor en segundos. Habitualmente en banda Q son necesarios 6 segundos y en banda X 0 segundos porque el diodo de ruido se enciende durante el seguimiento de la fuente. Este tiempo se añade al del seguimiento.
3. `S seguridad` indica el tiempo de seguridad que se añade al comienzo y final de la observación para asegurarse de que se consigue la sincronización temporal entre el HP1000 y el PC controlador del VLBA. Este tiempo se añade al del seguimiento.

El tercer comando contiene tres argumentos que establecen el momento de la carga de la observación:

1. `ST ddd:hh:mm:ss` indica el momento en el que se debe encender el bit 0 del HP2100, es decir el momento en que comienza la toma de datos por parte del HP1000 y por tanto el momento en el que comienza la contabilidad del tiempo de seguimiento.

2. SL `slew` indica el tiempo necesario para que la antena se mueva hasta la fuente. En la práctica corresponde al número de segundos previo al que figura en el parámetro anterior en el que se debe cargar la observación desde el HP1000 hasta el HP2100, para que cuando el bit 0 se encienda la antena ya esté sobre la fuente.
3. FO indica “forzar” la carga incluso aunque OBS lo impida, por ejemplo en el caso de que la fuente tenga una elevación inferior a la permitida. Esta opción no siempre funciona.

4. Funcionamiento de `snp2hp`

`snp2hp` es la aplicación de generación de archivos OBS a partir de archivos SNP. Se utiliza, por ejemplo, del siguiente modo:

```
esquizo~:$ snp2hp -f X euro64.snp
```

El parámetro que sigue a la “f” indica la banda de frecuencia de la observación y el siguiente parámetro indica el archivo SNP que contiene el programa de observación y control para el terminal VLBA4. La otra opción válida es utilizar `-f Q` para indicar que la observación se hace en banda Q.

La aplicación genera dos archivos de salida con el mismo nombre que el archivo de entrada pero con extensiones “.obs” y “.cat”, que contienen los procedimientos para el programa OBS y el catálogo de fuentes que consulta ese procedimiento respectivamente.

5. Descripción del código fuente de `snp2hp`

La figura 1 muestra un diagrama de flujo simplificado del funcionamiento interno de la aplicación, cuyo código fuente es C y se incluye en el apéndice 1.

A continuación se describe la estructura del programa:

- Al comienzo del programa se definen una serie de constantes empleando la instrucción “#define” que permite que el compilador sustituya la variable por su valor a lo largo del código.
 1. `VLSR 0.0` Indica que la velocidad es 0.0 o que todas las fuentes de VLBI son de continuo
 2. `TSEGU 1` Es el tiempo de seguridad (segs.) que se añade antes y después de la observación (para asegurarse que hay sincronismo HP2100-PC_VLBA). Este tiempo se corresponde con el definido en la sección 3: `seguridad`
 3. `SLEWMAX 360` Es la máxima antelación (segs.) con la que se carga una fuente.
 4. `TCARGA 11` Es el tiempo necesario (segs.) para cargar una fuente desde el HP1000 al 2100. Este tiempo **sólo** se emplea cuando el HP1000 no puede cargar la observación porque el 2100 todavía está ocupado con la observación anterior.

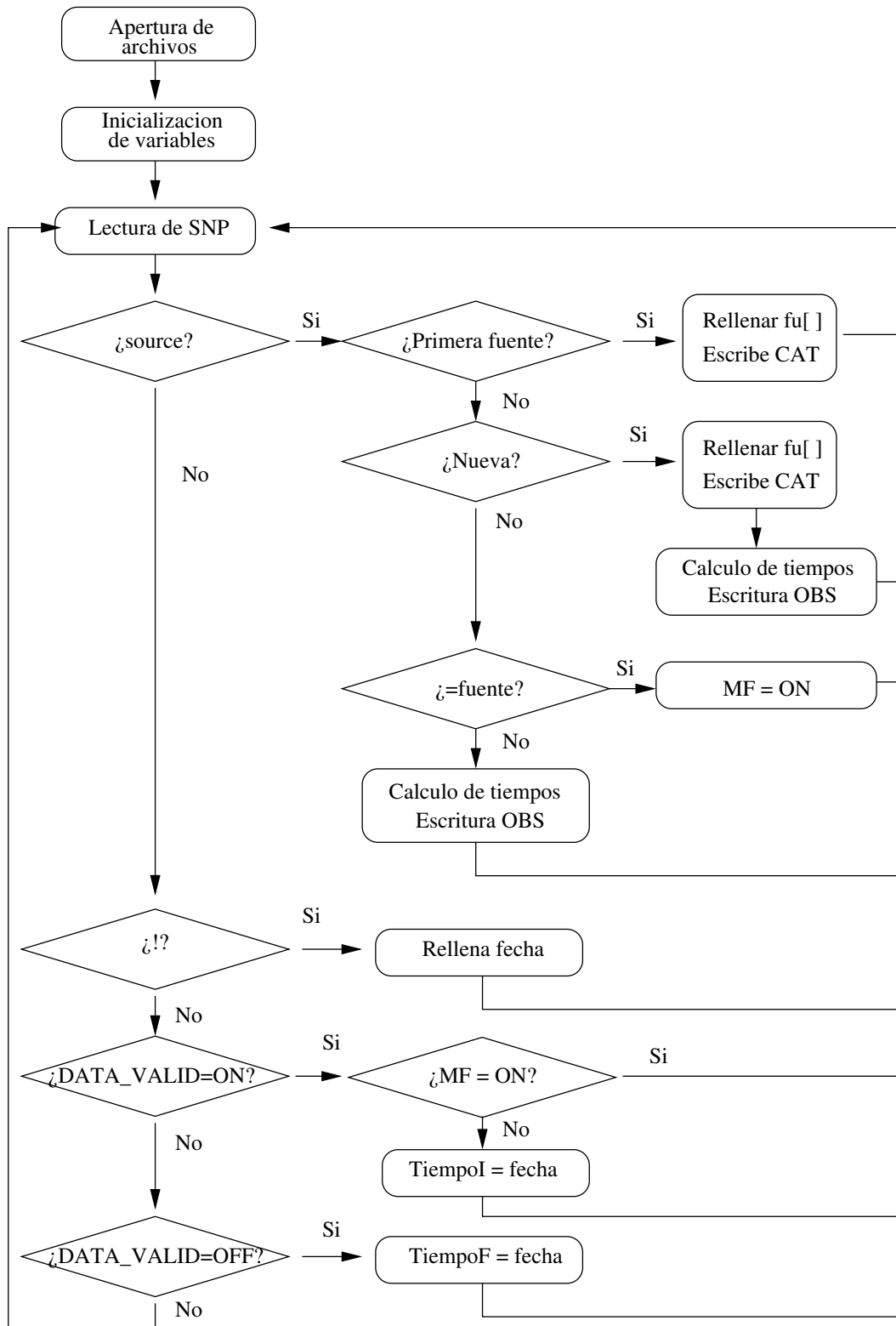


Figura 1: Flujo del programa

5. TCAMBIO_DEFECHECHA 15 Es el tiempo que hay que disminuir el tiempo de posicionamiento (slew) para recargar la fuente, por un cambio de fecha. El HP1000 no permite cargar una fuente si estando en marcha OBS se produce un cambio de fecha. OBS solicita recargar de nuevo la fuente.
 6. TFIN 4 Es el tiempo necesario para que el HP2100 escriba en la pantalla el fin de observación, apague la alarma amarilla y quede listo para la siguiente observación.
- Se definen una serie de variables globales que se utilizan en las diferentes funciones de la aplicación, de modo que no es necesario pasar su valor como parámetros.
 - Se definen variables locales del cuerpo principal de la aplicación, que se inicializan con valores consistentes. Por ejemplo las variables:
 1. primera_fuente 1 Indica que no se ha comenzado a leer ninguna fuente. Una vez leída la primera fuente la variable pasa a valer 0.
 2. fuente_nueva 1 Indica que se trata de una fuente nueva que no se ha leído todavía. Si la fuente ya se ha leído una o más veces la variable toma el valor 0.
 3. misma_fuente 0 Indica si la fuente es la misma que la anterior. Si es la misma que la anterior la variable vale 1, en caso contrario vale 0.
 - El programa lee el archivo SNP y la banda de frecuencia de observación. Se abren dos archivos con el mismo nombre que el archivo SNP con extensiones “.obs” y “.cat” que contienen los comandos de control para OBS y el catálogo de fuentes de la observación respectivamente. Si la banda de observación es la banda Q es necesario reservar un tiempo de 6 segundos para la calibración. Si se trata de banda X no es necesario reservarlo.
 - Se rellenan las primeras líneas de los archivos con extensiones “.obs” y “.cat”.
 - Se inicializan dos variables:
 1. source 0 Es un contador que guarda el número de fuentes diferentes que se observan en todo el experimento.
 2. tiempoF_ant 0 Variable auxiliar que guarda el tiempo en el que acaba la observación anterior.
 - Comienza un bucle en el que se leen los comandos del archivo SNP, se comprueba de que comando se trata y se ejecuta la acción correspondiente.
 1. Si el comando es source se comprueba si la fuente es la primera. Si lo es se escribe una línea con las coordenadas en el archivo del catálogo y se rellena un elemento de la matriz (fu[]) que guarda los nombres de cada fuente.
Si no se trata de la primera fuente se comprueba si es una fuente nueva. Si lo es se rellena el archivo del catálogo con las coordenadas y un elemento de la matriz (fu[]) que guarda los nombres de cada fuente. Si no lo es se comprueba si se trata de la misma fuente que en el caso anterior. Si es la misma fuente, la variable MF se

6 CÁLCULO DE LOS TIEMPOS DE POSICIONAMIENTO, CARGA Y SEGUIMIENTO

pone a 1, y si no lo es se pone a 0, y se calcula el tiempo de seguimiento y de carga para la fuente anterior y se escribe en el archivo “.obs”.

2. Si el comando comienza por ! se lee la fecha y hora, se pasa esta a un tiempo absoluto que mide segundos desde el primer día del año y se guarda en una variable temporal.
3. Si el comando es `data_valid=on` la fecha y hora anterior se guardan en la variable `tiempoI`, salvo que la variable MF esté a 1, es decir salvo que la fuente sea la misma que la anterior.
4. Si el comando es `data_valid=off` la fecha y hora anterior se guardan en la variable `tiempoF`.

6. Cálculo de los tiempos de posicionamiento, carga y seguimiento

Antes de describir el proceso de cálculo de los tiempos de seguimiento y de carga es necesario aclarar que:

1. OBS **añade** los tiempos de seguridad (`seguridad`) y de calibración (`calibrador`) al tiempo de seguimiento (`tracking`) que se especifica con la instrucción

```
TRACKING T tracking C calibrador S seguridad
```

2. OBS **NO utiliza** los anteriores tiempos de seguridad para calcular los tiempos de carga.

En el cálculo de los tiempos de posicionamiento, carga y seguimiento se definen una serie de variables auxiliares en la aplicación `snp2hp`:

- `slew` Es el tiempo que necesita la antena para posicionarse en la siguiente fuente. Se inicializa a `SLEWMAX`.
- `tpost` Es el tiempo requerido para que el HP2100 quede listo para la siguiente observación. Por tanto incluye el tiempo de seguridad (`TSEGU`) añadido antes y después del seguimiento y el tiempo necesario para escribir el fin de observación y apagar la alarma amarilla.

$$tpost = 2 * TSEGU + TFIN \quad (1)$$

Para el cálculo del tiempo de seguimiento y carga resulta muy útil obtener el tiempo de encendido del Bit 0 en el HP2100.

6 CÁLCULO DE LOS TIEMPOS DE POSICIONAMIENTO, CARGA Y SEGUIMIENTO8

1. Lo primero que se calcula es el momento en el que se enciende el bit 0 del HP2100, este tiempo se almacena en la variable `tiempoB0`:

$$tiempoB0 = tiempoI - TSEGU - tbandaq \quad (2)$$

El bit 0 se enciende $TSEGU + tbandaq$ segundos antes del tiempo marcado como `data_valid=on`

2. Se calcula el tiempo requerido de posicionamiento de la antena para la siguiente fuente. Este tiempo se almacena en la variable `slew`,

$$slew = tiempoI - (tiempoF_ant + tpost) \quad (3)$$

donde `tiempoF_ant` es el tiempo de finalización de la observación anterior, y `tpost` ya se ha definido antes.

Si el tiempo de posicionamiento es superior al permitido (`SLEWMAX`) se elige el valor máximo permitido. De este modo se impide que la antena cargue una observación con mucha antelación, minimizando el riesgo de que OBS falle al intentar cargar una fuente que pudiera estar por debajo de 10 grados de elevación.

Si por el contrario el tiempo de posicionamiento es menor que el tiempo necesario para finalizar la observación (`tpost`), el tiempo de posicionamiento toma el valor del tiempo mínimo para cargar la fuente (`TCARGA`), que se definió al comienzo del programa. En este caso es necesario recalculer el tiempo en el que se enciende el bit 0, ya que la antena llegará tarde al comienzo de la observación:

$$tiempoB0 = tiempoB0 + slew + tpost \quad (4)$$

Es decir el tiempo de encendido del bit 0 se retrasa `tpost` segundos necesarios para acabar la observación anterior, más `slew` segundos necesarios para cargar la siguiente observación.

3. Se comprueba si se ha producido un cambio de fecha. Para ello se compara el día de inicio de la observación con el día en el que se enciende el bit 0, para cada fuente que se carga. Si se produce un cambio de día, la variable `cambio_defecha` pasa de valer 0 a valer 1. Esta variable se utiliza después para recalculer el tiempo de carga.
4. Se calcula el tiempo de seguimiento, que se almacena en la variable `tracking`,

$$tracking = tiempoF - tiempoB0 - TSEGU - tbandaq \quad (5)$$

es decir el tiempo de seguimiento es el tiempo final menos el tiempo de encendido del bit 0 menos el tiempo de seguridad. En condiciones normales en realidad la ecuación anterior queda así:

$$tracking = tiempoF - (tiempoI - TSEGU - tbandaq) - TSEGU - tbandaq \quad (6)$$

y `TSEGU` y `tbandaq` desaparecen del tiempo de seguimiento.

6 CÁLCULO DE LOS TIEMPOS DE POSICIONAMIENTO, CARGA Y SEGUIMIENTO⁹

5. Finalmente se escribe en el archivo “.obs” el tiempo de seguimiento (tracking):

```
TRACKING T tracking C calibrador S TSEGU
```

y el de encendido del bit 0 (tiempoB0) y de posicionamiento (slew).

```
CARGAR ST tiempoB0 SL slew FO
```

6. Si se produce un cambio de fecha al intentar la carga, OBS se detiene y solicita que se comande de nuevo la fuente. Para tener en cuenta esta circunstancia se examina la variable que indica si se ha producido cambio de fecha en el tiempo en el que se enciende el Bit 0 del HP2100. Este valor está almacenado en la variable cambio_defecha.

Se calcula el tiempo de carga,

$$tiempoC = tiempoB0 - slew \quad (7)$$

y se verifica si el día de ese tiempo es el mismo en el que se enciende el Bit 0. Si lo es se recalcula el tiempo de posicionamiento reduciendolo en una cantidad TCAMBIO_DEFECHEA y comandando de nuevo la fuente, el tiempo de seguimiento y la carga y poniendo la variable cambio_defecha a 0. Si no lo es no se hace nada y se mantiene la variable cambio_defecha a 1 para que en la siguiente fuente se recalculé el tiempo de posicionamiento de la antena.

La figura 2 contiene un resumen gráfico de los cálculos de los tiempos de seguimiento, carga y posicionamiento de la antena.

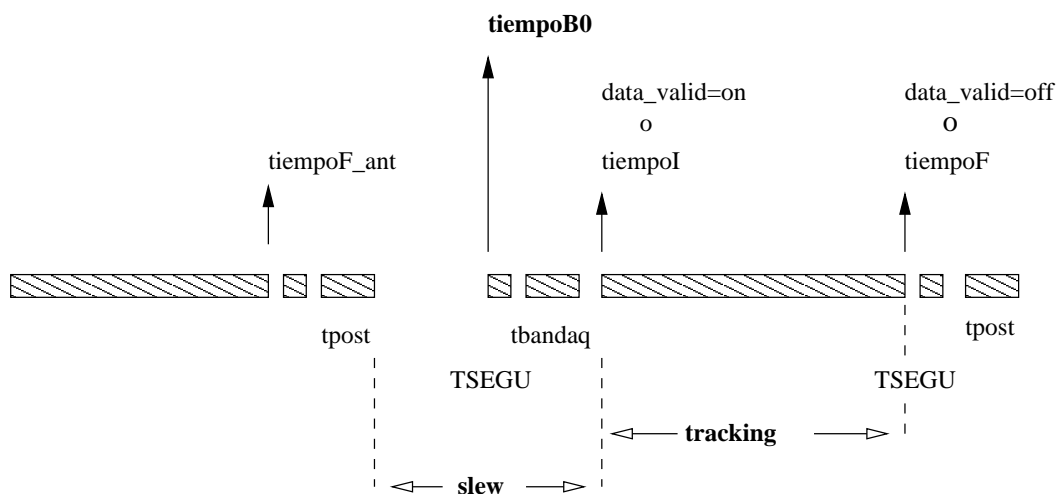


Figura 2: Esquema de la distribución de los intervalos temporales

7. Transferencia de datos al HP1000

Los archivos “.obs” y “.cat” se transfieren al HP1000 utilizando la aplicación Kermit. La versión instalada en el PC de control en el momento de la redacción de este informe es la 7.0.196, mientras que la instalada en el HP1000 es la kermit-RTE 1.98a

Para poder realizar la transferencia existe un archivo de inicialización de Kermit denominado `hp.kermit`, con el siguiente contenido:

```
set modem none
set escape 24
set line /dev/ttyD002
set terminal bytesize 8
set baud 9600
set file type text
set send negotiation-string-max-length 6
```

La transferencia de archivos al HP1000 se realiza del siguiente modo:

En el HP1000

1. entrar en la cuenta VLBI,
2. introducir,

```
kermit
```

3. desconectar el cable serie del conector A de la caja BLACKBOX y conectarlo al puerto 3 del expansor de puertos del PC de control del VLBA4. Dicho puerto tiene permanentemente conectado un conversor macho-macho de 24 pines.

En el PC de control del VLBA4:

1. entrar en la cuenta oper
2. introducir

```
cd scheds
kermit
kermit> take hp.kermit
kermit> connect
Kermit-RTE> server
You can now escape to your local system pressing the
escape key and c afterwards
CTRL-X c
kermit> send fichero.obs
```

```
kermit> send fichero.cat  
kermit> finish  
kermit> exit
```

En caso de que no aparezca el mensaje `You can now escape...`, o que aparezca de modo incompleto, **no** introducir la instrucción `CTRL-X c`, desconectar el cable del expansor y volver a conectarlo a la caja BLACKBOX. Si en la pantalla del terminal del HP1000 aparece `Type off to abort?` pulsar INTRO y se recuperará el “prompt” del sistema. Volver a conectar el cable del puerto serie al expansor de puertos.

Repetir la operación descrita antes desde `kermit` en el PC de control del VLBA4 a partir de la instrucción `CTRL-X c`.

En caso de repetirse el problema puede introducir `server` desde el terminal del HP1000 y a continuación conectar el cable en el expansor de puertos del PC de control del VLBA4.

8. Apéndice: Código fuente

Sólo disponible en papel