

**Auxiliary Mirror Control Unit**  
**Instalación**

*C.Albo, J. Fernández*

Informe Técnico IT-OAN-2012-6



# Índice

<b>1</b>	<b>Acrónimos .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Verificación de límites hardware. ....</b>	<b>1</b>
3.1	Procedimiento de medida. ....	2
3.2	Resultados. ....	3
3.3	Comprobación de conexionado. ....	4
<b>4</b>	<b>Actuaciones en los servomotores. ....</b>	<b>4</b>
4.1	Recolocación del driver del motor del casquete parabólico. ....	4
4.2	Conexión de los límites eléctricos. ....	5
4.3	Cambio de la dirección Profibus. ....	7
<b>5</b>	<b>Configuración del nuevo sistema de control. ....</b>	<b>8</b>
5.1	Configuración del controlador. ....	8
5.1.1	Conexiones Ethernet. ....	8
5.1.2	Firewall de Windows. ....	8
5.1.3	Propiedades de TwinCAT. ....	8
5.2	Configuración del HHP. ....	9
<b>6</b>	<b>Desconexión del sistema original. ....</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>Instalación del nuevo cuadro de control. ....</b>	<b>10</b>
7.1	Diseño del cuadro de control. ....	10
7.2	Instalación del cuadro de control. ....	11
7.3	Conexionado del cuadro de control. ....	11
7.3.1	Suministro de electricidad al cuadro. ....	11
7.3.2	Alimentación de los servomotores. ....	11
7.3.3	Conexión de las paradas de emergencia. ....	11
7.3.4	Conexión a la red local. ....	12
<b>8</b>	<b>Instalación de la nueva GUI de los LCPs. ....</b>	<b>12</b>
8.1	Instalación de la GUI. ....	12
8.2	Configuración de la conexión de red. ....	12
8.3	Conservación de los cambios. ....	13
<b>9</b>	<b>Puesta en marcha. ....</b>	<b>13</b>
9.1	Creación del fichero de parámetros. ....	13

---

9.2	Prueba de los controles.....	14
9.2.1	Control desde el HHP. ....	14
9.2.2	Control desde los LCPs. ....	15
9.2.3	Control remoto.....	16
9.3	Comprobación del referenciado.....	16
<b>Anexo 1.</b>	<b>Tabla de parámetros. ....</b>	<b>19</b>

# 1 Acrónimos

<b>ACU</b>	Antenna Control Unit
<b>AMS</b>	Auxiliary Mirror System.
<b>AMCU</b>	Auxiliary Mirror Control Unit.
<b>GUI</b>	Ghraphic User Interface.
<b>HHP</b>	Hand Help Panel
<b>LCP</b>	Local Control Panel
<b>SCU</b>	Subreflector Control Unit
<b>LCP</b>	Local Control Panel
<b>RCU</b>	Remote Control Unit

## 2 Introducción

El radiotelescopio de 40 metros del Observatorio de Yebes está diseñado para trabajar en un rango de frecuencias entre 2 y 120 GHz. La recepción de la señal se realiza en la cabina de receptores, donde están instalados todos los receptores del radiotelescopio. La señal captada por la antena es guiada hacia uno o varios receptores (según el experimento) gracias al denominado sistema de espejos auxiliares (AMS). Este sistema está formado por varios espejos, sus estructuras de soporte y las estructuras de soporte de los receptores. Algunos elementos del sistema están preparados para poder desplazarse, permitiendo cambiar la configuración de los receptores a utilizar. Estos elementos, denominados en adelante “subsistemas”, incluyen guías, ejes de accionamiento, servomotores y límites eléctricos de posición.

Con el fin de poder manejar los subsistemas del AMS se ha desarrollado un sistema de control denominado AMCU. Este sistema permite controlar el movimiento y el posicionamiento de los subsistemas según las necesidades del experimento, El control se puede realizar localmente desde un HHP, desde cualquiera de los LCPs distribuidos por el radiotelescopio o remotamente a través de la red Ethernet.

El presente documento describe todos los trabajos realizados para instalar el AMCU y dejarlo operativo con todas las funcionalidades previstas, exceptuando la gestión de posiciones de compatibilidad. En los subsistemas actualmente implementados en el radiotelescopio no existe ninguna incompatibilidad de posiciones, por lo que se ha decidido poner en funcionamiento el AMCU sin dicha gestión para no retrasar su puesta en funcionamiento y facilitar de esta forma el control del AMS lo antes posible.

## 3 Verificación de límites hardware.

Todos los subsistemas instalados hasta el momento se desplazan a lo largo de una línea recta. El movimiento está limitado en cada extremo por una serie de límites físicos y lógicos. En primer lugar se encuentra el límite software, que evita el movimiento más allá de su posición actuando en la señal de entrada del lazo de control del motor. A continuación se encuentra el límite hardware (también denominado límite eléctrico), que consiste en un interruptor instalado en la estructura fija que al ser activado por la estructura móvil provoca que se fuerce al motor a parar

con máxima desaceleración para a continuación poner el freno y cortar la alimentación al motor. En última instancia se encuentra el tope mecánico en la estructura fija, con la que colisionaría la estructura móvil. Ante esta situación el servomotor detectaría un incremento de corriente en el motor y parará su movimiento dando un error de sobrecorriente. Los servomotores utilizados tienen implementados tanto la funcionalidad de límite software como la de límite hardware gracias a la programación de varios parámetros de control. Para implementar los límites hardware los interruptores utilizados se conectan a las bornes correspondientes de los servomotores.

Los interruptores utilizados para los límites hardware son de alta precisión. Esto permite que también puedan ser utilizados para referenciar al subsistema, esto es, hacer que el valor de la posición del subsistema se corresponda con la situación física adecuada. Su uso para esta funcionalidad ha sido verificado durante la instalación del AMCU, determinando la posición a la que se activan y su precisión.

### 3.1 Procedimiento de medida.

El procedimiento se ha realizado utilizando como controlador el ordenador portátil disponible para manejar los motores, que tiene instalado el software de control SimoCom-A así como una tarjeta PCMI de comunicación Profibus.

El procedimiento de medida ha consistido en mover cada subsistema hacia la posición del interruptor bajo estudio con una velocidad muy lenta. El motor se programó para que se parase automáticamente al detectar la activación del interruptor. En ese momento se lee la posición del subsistema, obteniendo la del límite eléctrico. Esta operación se ha repetido un total de cinco veces para cada interruptor. Como posición de activación del interruptor se ha tomado la media aritmética de las posiciones obtenidas, y como medida de precisión, la desviación típica insesgada.

El motor se configuró con los siguientes parámetros:

- Borne 1 (conectada con el interruptor del límite inferior): Entrada, asociada al bit de arranque 6 y al bit de señalización 6.
- Borne 2 (conectada con el interruptor del límite superior): Entrada, asociada al bit de arranque 7 y al bit de señalización 7.
- Secuencia de desplazamiento 13: movimiento relativo de 10 milímetros al 10% de velocidad mientras no esté activo el bit de arranque 6, saltando a siguiente secuencia en cuanto se active el bit de arranque 6.
- Secuencia de desplazamiento 14: movimiento relativo de 0 milímetros al 0% de velocidad con parada al finalizar.
- Secuencia de desplazamiento 18: movimiento relativo de -10 milímetros al 10% de velocidad mientras no esté activo el bit de arranque 7, saltando a siguiente secuencia en cuanto se active el bit de arranque 7.
- Secuencia de desplazamiento 19: movimiento relativo de 0 milímetros al 0% de velocidad con parada al finalizar.

Para determinar la posición del límite inferior se ejecutó en modo automático la secuencia 13, reajustando la velocidad hasta obtener la deseada. Para determinar la posición del límite superior se ejecutó en modo automático la secuencia 18, reajustando igualmente la velocidad hasta obtener la deseada

### 3.2 Resultados.

La velocidad a la que se ha hecho la prueba ha sido de 0,5 mm/s para todos los subsistemas. A continuación se muestran los distintos valores de posición obtenidos para cada interruptor así como el valor promedio adoptado como límite eléctrico y la desviación típica. Todos los valores están expresados en milímetros.

#### Subsistema S-C-CH

	Límite inferior [mm]	Límite superior [mm]
Medidas	-7,9349	646,4316
	-7,9739	646,4461
	-7,9739	646,4461
	-7,9654	646,4486
	-7,9862	646,4449
Valor adoptado	-7,9669	646,4464
Precisión	0,0193	0,0068

#### Subsistema Dicroic

	Límite inferior [mm]	Límite superior [mm]
Medidas	-26,4345	736,3291
	-26,4607	736,3755
	-26,4199	736,3633
	-26,4663	736,3340
	-26,4565	736,3657
Valor adoptado	-26,4476	736,3535
Precisión	0,0196	0,0206

#### Subsistema X-Ku

	Límite inferior [mm]	Límite superior [mm]
Medidas	-6,8750	487,6367
	-6,8762	487,6367
	-6,8798	487,6355
	-6,8762	487,6452
	-6,8762	487,6489
Valor adoptado	-6,8767	487,6406
Precisión	0,0018	0,0061

#### Subsistema Parabolic

	Límite inferior [mm]	Límite superior [mm]
Medidas	-8,5043	768,4263
	-8,4921	768,4243
	-8,4824	768,4341
	-8,5019	768,4292
	-8,4726	768,4145
Valor adoptado	-8,4907	768,4257
Precisión	0,0133	0,0073

Subsistema **22-3mm**

	Límite inferior [mm]	Límite superior [mm]
Medidas	-7,9112	506,6198
	-7,9124	506,6234
	-7,9198	506,6356
	-7,9124	506,6198
	-7,9163	506,6198
Valor adoptado	-7,9144	506,6237
Precisión	0,0036	0,0068

La mayor desviación típica en la posición de activación de todos los interruptores es de 20,6  $\mu\text{m}$ . Teniendo en cuenta que el máximo error permitido en el posicionamiento de los subsistemas, que es de 1 mm, se puede concluir que se puede utilizar la posición de activación de los interruptores para referenciar los subsistemas.

### 3.3 Comprobación de conexionado.

El nuevo sistema de control ha sido diseñado teniendo en cuenta la siguiente regla de conexión de los interruptores de precisión con los servomotores de los subsistemas:

- Límite inferior conectado al borne 1.
- Límite superior conectado al borne 2.

Durante la prueba anterior se detectó que los interruptores de precisión del subsistema S-C-CH estaban conectados al borne incorrecto del servomotor, El resto de subsistemas los tenía correctamente conectados. Este error se subsanó durante la modificación realizada en los drivers descrita en el apartado 4.2 *Conexión de los límites eléctricos*.

## 4 Actuaciones en los servomotores.

### 4.1 Recolocación del driver del motor del casquete parabólico.

Como se muestra en la Figura 1, el driver del motor que mueve el casquete de la parábola M5 sobrepasaba el nivel del techo técnico de la sala de receptores, abombando la plancha que estaba justo por encima.

Esta situación, además de ser poco estética, perjudicaba a la refrigeración del driver y forzaba los cables de salida de comunicación Profibus. Por este motivo se ha procedido a instalar un accesorio que permite colocar el driver separado del motor. Se trata de dos bloques de conectores unidos por dos cables, uno naranja para la alimentación de potencia del motor y otro verde para la interconexión de señales de control (codificador, freno). Un bloque se conecta al driver y otro al motor, quedando separados sin perder funcionalidad. El accesorio fue suministrado por el fabricante del servomotor (Siemens) con la referencia 1P6FX8002-6AA00-1AB0, y sus características son las siguientes:

- Longitud de cables de 50 cm.
- Salida de cables en el lado del motor hacia el cuerpo del motor (de forma que salgan en dirección contraria al techo de la sala).





**Figura 1.** Situación original del servomotor del casquete parabólico.

La siguiente figura muestra como ha quedado el conjunto.



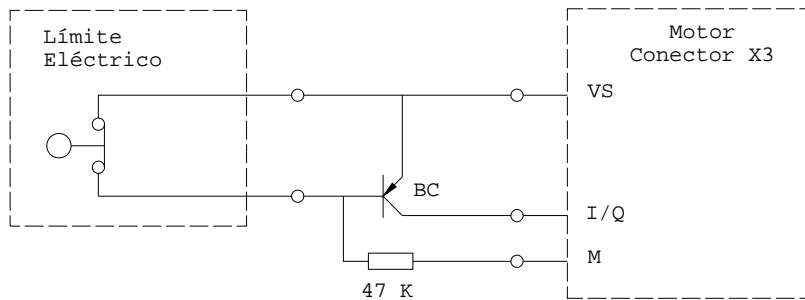
**Figura 2.** Situación final del servomotor del casquete parabólico.

## 4.2 Conexión de los límites eléctricos.

Como se ha comentado en el apartado 3, cada subsistema dispone de dos interruptores de precisión que son utilizados como límites hardware y como referencia de posición. Los drivers de los motores disponen de dos bornes digitales cuya funcionalidad es programable a la que se conectan los dos interruptores. Al ser programados como límites eléctricos, el driver para el movimiento del motor inmediatamente después de la activación del interruptor y sin necesidad de una orden desde el exterior. Esto aumenta la rapidez y fiabilidad en la respuesta al evento, además de facilitar la integración de los límites eléctricos en el sistema.

Los motores actualmente instalados solo está preparado para reconocer contactos normalmente abiertos (NO) como límites hardware. Sin embargo los interruptores de precisión instalados son normalmente cerrados (NC). Para que puedan ser utilizados como límites hardware ha sido necesario instalar un pequeño circuito entre cada interruptor y el borne del driver al que se conecta, que convierta el estado cerrado en abierto y viceversa, de forma que acondicione la

señal de los interruptores para que el driver los vea como interruptores NO. El circuito es el siguiente:



**Figura 3.** Esquema de conexión de los interruptores de precisión al servomotor.

Cuando el interruptor no está activado (contacto cerrado), el transistor no queda polarizado y la entrada (I/Q) está desconectada (queda abierta). Cuando el interruptor se activa y se abre, el transistor queda polarizado y conduce, conectando la entrada con VS.

Los circuitos se han colocado en el interior de la carcasa del driver, de forma que quedan ocultos y protegidos de posibles manipulaciones accidentales. La Figura 4 muestra la conexión inicial de los interruptores, mientras que la Figura 5 muestra como ha quedado la conexión tras intercalar los circuitos de acondicionamiento de la señal.



**Figura 4.** Conexión original del servomotor.



Figura 5. Conexión del servomotor con el circuito de acondicionamiento de los interruptores.

### 4.3 Cambio de la dirección Profibus.

Los servomotores se comunican con el controlador mediante el bus de campo Profibus. Cada elemento del bus, incluyendo el controlador, se identifica por su dirección, un número que debe ser único en todo el bus. En los servomotores la dirección es ajustable por hardware mediante un microswitch instalado en el interior de los drivers. La dirección original ha sido modificada para seguir un criterio que facilite la identificación de los subsistemas en la programación del sistema. El criterio seguido, y que se recomienda seguir para futuras incorporaciones de subsistemas, es el siguiente:

1. El controlador tiene asignada la dirección 1.
2. Los subsistemas de la rama M4' utilizarán las direcciones 10 a 19.
3. Los subsistemas de la rama M4 utilizarán las direcciones 20 a 29.
4. El subsistema más cercano a los espejos Nasmyth tendrá la dirección menor de su rango.
5. Según se aleje el subsistema de los espejos Nasmyth se le irá asignando una dirección superior.

Siguiendo dicho criterio se han asignado las siguientes direcciones a los subsistemas actualmente instalados:

Subsistema	Dirección antigua	Dirección nueva
S-C-CH	15	10
Dicroico	14	11
X.Ku	17	12
Casquete parabólico	13	13
22GHz-3mm	16	14

## 5 Configuración del nuevo sistema de control.

### 5.1 Configuración del controlador.

#### 5.1.1 Conexiones Ethernet.

El controlador tiene dos conectores RJ45 para la conexión a Ethernet. Una se utiliza para la comunicación con el exterior (control del radiotelescopio, ordenador remoto, diagnóstico), La otra se utiliza para la comunicación con el HHP.

Con el fin de aislar el HHP de la red privada del observatorio se ha configurado en el controlador dos direcciones IP distintas, una para cada conexión. Para la comunicación con la red local el controlador adopta la IP XXX.XXX.XXX.XXX. Para la comunicación con el HHP se ha adoptado la IP XXX.XXX.XXX.XXX

#### 5.1.2 Firewall de Windows.

Es necesario que el sistema operativo no bloquee las conexiones exteriores utilizadas por el control. Para ello hay que deshabilitar el Firewall de Windows o habilitarlo con las excepciones "TwinCAT ADS".

#### 5.1.3 Propiedades de TwinCAT.

Se han modificado las siguientes propiedades del sistema TwinCAT para una configuración adecuada.

Sistema: Se ha configurado de forma que el sistema de control arranque automáticamente al encenderse el controlador:

- Auto-arranque de TwinCAT habilitado.
- Arranque automático de la sesión de Administrador de Windows habilitado.

Router: Se han configurado dos ordenadores externos para poder ser utilizados durante la puesta en marcha y para operaciones de diagnóstico del sistema de control:

- Añadido el portátil DELL (D800) como ordenador remoto.
- Añadido al ordenador Albo2 como ordenador remoto.

Nota: ambos ordenadores remotos tienen TwinCAT instalado y han incorporado al controlador (AMCU) en su Router, imprescindible para poder comunicarse.

PLC: Se han configurado las siguientes propiedades de arranque del PLC:

- Un único PLC (Run-Time).
- Directorio del proyecto de arranque 'D:\AMS\BootProject' (en el pendrive conectado al controlador).
- PLC activado (Run-Time en puerto 801).
- Carga y grabado de datos persistentes activada (puerto 801).

## 5.2 Configuración del HHP.

El HHP utilizado ha sido el adquirido como repuesto de los componentes del control de la antena. Inicialmente estaba configurado para trabajar con el sistema de control de la antena, y ha sido necesario realizar algunas modificaciones para trabajar con el AMCU.

El HHP se ha configurado de forma que se establezcan automáticamente las dos conexiones Ethernet con el controlador que requiere para su funcionamiento, que son el escritorio remoto y el programa Keba Virtual Channel (KVC). El escritorio remoto permite el uso de la interfase gráfica del HHP que se ejecuta en el controlador, mientras que el KCV añade las funcionalidades de llave, rueda de velocidad y luz de activación del HHP.

La siguiente tabla muestra la configuración del HHP para trabajar con el ACU y con el AMCU.

Parámetro	Conexión con el ACU	Conexión con el AMCU
HKEY_LOCAL_MACHINE/Ident/Name	"IGN-HBG-MT41"	"AMCU-HHP"
HKEY_LOCAL_MACHINE/Drivers/BuiltIn/KVC/ServerIPAdr	"XXX.XXX.XXX.XXX"	"XXX.XXX.XXX.XXX"
HKEY_LOCAL_MACHINE/Autostart/Start40 Param40 Delay40 Start50 Dealy50	Entrada no existente Entrada no existente Entrada no existente Entrada no existente Entrada no existente	"\windows\cetsc" "\ipsm\rdpfiles\AMS-HHP.rdp" 1000 "\windows\VirtualChannel.exe" 5000

La configuración de las conexiones de red se encuentran en Start/Settings/Network Connections/CELAN1, con los siguientes parámetros según donde se conecte:

Parámetro	Conexión con el ACU	Conexión con el AMCU
	Specify an IP address	Specify an IP address
IP	XXX.XXX.XXX.XXX	XXX.XXX.XXX.XXX
Subnet Mask	XXX.XXX.XXX.XXX	XXX.XXX.XXX.XXX

La configuración para la conexión del escritorio remoto es distinta en ambos casos. Cada configuración se ha guardado en un fichero distinto. Si fuese necesario ejecutar manualmente el escritorio remoto (como ocurre en el caso del HHP del ACU) habrá que seleccionar la configuración adecuada.

	Conexión a ACU	Conexión a AMCU
<b>Fichero de configuración</b>	\ipsm\rdpfiles\ACU-HHP.rdp	\ipsm\rdpfiles\AMS-HHP.rdp
<b>Parámetros:</b>		
Equipo	XXX.XXX.XXX.XXX	XXX.XXX.XXX.XXX
Nombre de usuario	X	X
Contraseña	*	*
Visualizar barra de conexión	SI	NO

## 6 Desconexión del sistema original.

Los servomotores de los subsistemas estaban originalmente alimentados desde un pequeño cuadro eléctrico instalado a la derecha del soporte del subsistema X-Ku y del receptor de 22 GHz. El control se realizaba desde un ordenador portátil (situado en la cabina de receptores) con una tarjeta PCMI de comunicación Profibus y utilizando la aplicación SimoCom-A para el control de los motores. Antes de conectar el nuevo cuadro de control se ha procedido a desconectar los servomotores tanto del cuadro como del portátil.

Los servomotores disponen de dos entradas de alimentación, una para la electrónica de control y comunicaciones y otra para la electrónica de potencia encargada de excitar al motor. En el cuadro original ambas alimentaciones se tomaban de la misma fuente de 24 Vdc, mientras que en el nuevo cuadro existe una alimentación de 24 Vdc para el control y otra de 48 Vdc para la potencia. La electrónica de potencia admite 24 Vdc, pero la de control no admite los 48 Vdc. Por ello se ha comprobado que los cables de suministro de alimentación no se encuentran cambiados por error en ninguno de los servomotores, desconectando primero el cable de alimentación de potencia y comprobando que la electrónica de control seguía funcionando en todos. Una vez hecha la comprobación se ha procedido a desconectar la alimentación de control.

Después se ha desconectado el cable Profibus del portátil y se ha llevado hacia el nuevo cuadro de control. Hay que tener en cuenta que en cualquier momento se puede desconectar el bus Profibus del cuadro de control y conectarlos al portátil como último recurso de control en caso de que el nuevo sistema de control falle.

Por último se ha desconectado la seta de emergencia del cuadro original. Tras ello se han eliminando todos los cables de salida del cuadro así como los interiores relacionados con la alimentación a los servomotores. Dentro del cuadro solo ha quedado operativo el circuito de alimentación al ventilador del receptor de 22 GHz.

## 7 Instalación del nuevo cuadro de control.

### 7.1 Diseño del cuadro de control.

El cuadro de control se ha diseñado teniendo en cuenta las siguientes premisas:

1. Los elementos de control deben ser los mismos que los utilizados por el control del radiotelescopio.
2. Se deben de poder mover hasta tres subsistemas a la vez.

Como elementos de control se han utilizado los siguientes componentes:

- Un ordenador embebido de Beckhoff modelo CX1020-0121 como núcleo de control.
- Un módulo CX1500-M310 para la comunicación Profibus con los servomotores.
- Un módulo CX1100-0012 para la conexión de módulos adicionales de entrada y salida de señales.
- Un módulo KL6094 y otro KL1094 para la implementación del circuito de seguridad ante fallos en el controlador o paradas de emergencia.
- Un panel de Keba modelo Ketop T100 como HHP de control del sistema.

El 95% de los elementos utilizados están presentes en el sistema de control del radiotelescopio. Para cumplir la segunda premisa, es necesario utilizar una fuente de alimentación de potencia a

los motores distinta a la utilizada originalmente. Originalmente se utilizaba una fuente de alimentación de 24Vdc/10A para el circuito de control y de potencia de los servomotores. Utilizar esta fuente obligaría limitar la máxima corriente del motor a alrededor de 2,5 A teniendo en cuenta el consumo de la electrónica de control de 16 servomotores. Un valor tan bajo provocaría que el motor parase al sobrepasar dicho consumo durante la aceleración o durante desplazamientos de cargas pesadas.

## **7.2 Instalación del cuadro de control.**

El cuadro de control se ha colocado en el lateral izquierdo del soporte del receptor de 3mm. Se han fabricado cuatro piezas de aluminio que se han sujetado al soporte y de los que sobresale el cuerpo de un tornillo que es el que se utiliza para soportar el cuadro. Además de facilitar la instalación, estas piezas permiten salvar los cordones de soldadura del soporte del receptor.

En un lateral del cuadro se ha instalado el soporte del HHP. El HHP está conectado al cuadro mediante un cable de 10 metros de longitud que, una vez enrollado, se cuelga en el propio soporte.

## **7.3 Conexión del cuadro de control.**

Una vez instalado el cuadro de control se ha procedido a realizar las conexiones exteriores necesarias.

### **7.3.1 Suministro de electricidad al cuadro.**

La fuente de alimentación de 48 Vdc requiere una alimentación trifásica, obligando a tener un suministro eléctrico de tres fases más neutro. El suministro se ha tomado del cuadro terciario de SAI de la cabina de receptores. Para ello se ha utilizado el circuito de reserva disponible en dicho cuadro. La conexión de tierra se ha tomado del mismo cuadro. El cable utilizado a sido de 5x2,5mm<sup>2</sup> libre de halógenos.

### **7.3.2 Alimentación de los servomotores.**

Los servomotores tienen un conector de entrada y otro de salida para la distribución de las alimentaciones de control y potencia a un conjunto de ellos. De esta forma todos los servomotores están conectados en paralelo a las fuentes de alimentación. Los cables de salida de las fuentes de alimentación llegan al subsistema S-C-CH, del que parten sendos cables de alimentación hacia el siguiente driver y así sucesivamente. Estos cables han sido sustituidos por otros de mayor longitud debido a la nueva ubicación del cuadro de control. Los nuevos cables son, para ambas alimentaciones, de 3x2,5mm<sup>2</sup> libres de halógenos.

### **7.3.3 Conexión de las paradas de emergencia.**

El sistema está preparado para admitir tres señales de parada de emergencia: la seta de emergencia del AMS (colocada en el lateral izquierdo del soporte del subsistema X-Ku), la seta de emergencia del HHP y una señal procedente del sistema de control de la antena. Todas ellas se consideran NC, es decir, que en condiciones normales existe un circuito cerrado y en caso de que se activen se queda el circuito abierto.

La seta del AMS se ha cableado hasta el nuevo cuadro de control. Los dos interruptores que tiene se han conectado en serie en su interior, de forma que no se pierde la redundancia.

La seta del HHP está conectada a través del propio cable de conexión del HHP. Los dos interruptores que tiene se han conectado en serie en el conector del cuadro de control, de forma que no se pierde la redundancia.



La tercera aún no se ha conectado por no disponer de dicha señal durante la instalación. En su lugar se ha colocado un puente en el terminal de conexiones de entrada, de forma que el sistema de seguridad entienda que no se ha activado y permita el funcionamiento normal del sistema de control.

#### **7.3.4 Conexión a la red local.**

La comunicación con el sistema de control del radiotelescopio y con el ordenador remoto se realiza a través de la red privada del observatorio. La conexión del controlador a dicha red se ha realizado utilizando la roseta 'Receptores 3' preinstalada bajo el suelo técnico, y que está conectada al puerto 3 del switch de la cabina de receptores.

## **8 Instalación de la nueva GUI de los LCPs.**

El sistema de control del radiotelescopio permite el control del radiotelescopio localmente a través de los tres LCPs instalados en la sala de control, de servos y de receptores. Los LCPs están conectados al SCU, donde se ejecuta la GUI que sirve de interfase entre el operador y el sistema de control del radiotelescopio. La aplicación tenía originalmente bloqueada el pulsador para acceder a la ventana de control del AMS, puesto que el dicho control no estaba implementado cuando se instaló el sistema de control del radiotelescopio.

El desarrollo del AMCU ha incluido la actualización de la GUI de control local del radiotelescopio, incorporando el control del AMS- Una vez desarrollado se ha instalado y puesto en marcha en el SCU.

### **8.1 Instalación de la GUI.**

La aplicación de la GUI se ha copiado en el disco duro que el modelo en uso del SCU tiene incorporado. El nombre de la aplicación es "IgnLcp+AMS.exe" y su ruta de acceso "D:\AMS". Se ha creado un acceso directo en el escritorio con el nombre "IgnLcp+AMS". La aplicación antigua se ha mantenido accesible como seguridad ante fallos de la actualización. Su acceso directo en el escritorio ha sido renombrado con el nombre "IgnLcp-OLD".

### **8.2 Configuración de la conexión de red.**

El SCU tiene dos conexiones de red distintas, una utilizada para la conexión en tiempo real con el ACU y otra destinada a la comunicación con el ordenador remoto y comunicación estándar con el ACU. Esta última conexión de red es la que también se encargará de la comunicación con el AMCU.

La configuración original de la conexión permitía al SCU establecer comunicaciones como servidor en la red privada del observatorio, pero no lo permitía como cliente. En el caso de la comunicación con el ordenador de control remoto esto no es un problema porque el remoto es el cliente. Sin embargo, en el caso de la comunicación con el AMCU, es éste el servidor, y el SCU el cliente. Para permitir la comunicación con el AMCU se han realizado las siguientes modificaciones en las propiedades del protocolo de comunicación TCP/IP de la conexión de red "X2\_Remote"



Parámetro	Original	Modificado
<b>General</b>		
Dirección IP	XXX.XXX.XXX.XXX	XXX.XXX.XXX.XXX
Máscara de subred	XXX.XXX.XXX.XXX	XXX.XXX.XXX.XXX
Puerta de enlace predeterminada	XXX.XXX.XXX.XXX	XXX.XXX.XXX.XXX
<b>Avanzada</b>		
Direcciones IP-1	XXX.XXX.XXX.XXX	XXX.XXX.XXX.XXX
Mascara subred-1	XXX.XXX.XXX.XXX	XXX.XXX.XXX.XXX
Direcciones IP-2	XXX.XXX.XXX.XXX	XXX.XXX.XXX.XXX
Mascara subred-2	XXX.XXX.XXX.XXX	XXX.XXX.XXX.XXX

### 8.3 Conservación de los cambios.

La unidad de almacenamiento principal del SCU es una tarjeta de memoria Compact Flash (CF). Estas tarjetas tienen un número limitado de accesos. Para minimizar las operaciones de acceso y así alargar la vida útil de la CF, el SCU dispone de la aplicación Enhanced Write Filter (EWF). Esta aplicación mantiene una imagen de la CF en la RAM, que queda accesible al sistema operativo y al resto de aplicaciones. Todas las operaciones de escritura y lectura son realizadas en dicha imagen en lugar de en la CF. El contenido de la imagen solo se vuelca a la CF mediante el comando apropiado de la aplicación EWF. De no realizar el volcado de datos, todas las modificaciones realizadas y se perderán en el siguiente reinicio del sistema operativo.

Tras realizar las modificaciones indicadas en los dos apartados anteriores, se ejecutó el volcado de datos desde la imagen en la RAM a la CF con el siguiente comando desde la consola de comandos de Windows:

```
Ewfmgr -c -commit.
```

## 9 Puesta en marcha.

### 9.1 Creación del fichero de parámetros..

Antes de poner en marcha el sistema se ha creado la primera versión del fichero con la tabla de parámetros del sistema. La tabla se ha rellenado de la siguiente forma para todos los ejes actualmente implementados:

Parámetro	Valor
Identifying_Text	Según elemento móvil.
Axis_Implemented	YES (está implementado)
Profibus_Address	Según apartado 4.3 <i>Cambio de la dirección Profibus.</i> (página 7).
Kind_Subsystem	TR (traslación)
Scaling_Factor[DU/rev]	Según configuración original
GearBox_Reduction	Según configuración original
Default_Rotation_Sense	n/a (no aplicable)
Positioning_Accur[DU]	0,0250 (el 2,5% del máximo error permitido, 1 mm)
Backlash_Compensation	0,0000 (no se considera necesaria en la actualidad).

Parámetro	Valor
Load_Max_Speed[DU/s]	Si la carga es pesada, 20 mm/s Si la carga es ligera, 100 mm/s
Load_Def_Speed[DU/s]	La mitad de Load_Max_Speed
Load_Accel[DU/s <sup>2</sup> ]	Load_Max_Speed / 10s
Overcurrent_Limit[A]	5.0000 A
Maximum_Current[A]	5,0000 A
Manual_Ref_Pos[DU]	Según medidas realizadas en el AMS.
Electrical_Limit_1	Valor inicial según apartado 3.2 (página 3). Valor definitivo según apartado 9.3 (página 16).
Electrical_Limit_2	Valor inicial según apartado 3.2 (página 3) Valor definitivo según apartado 9.3 (página 16).
Software_Limit_1	5 mm menos que la posición de observación menor. Si se obtuviese un número inferior a Electrical_Limit_1 se toma un valor redondeado entre ambos.
Software_Limit_2	5 mm mayor que la posición de observación superior. Si se obtuviese un número superior a Electrical_Limit_2 se toma un valor redondeado entre ambos.
Search_Sense_Switch_1	CW
Search_Sense_Switch_2	CCW
Num_Observ_Position	Según configuración original
Observ_Position_Name_X	Según configuración original
Observ_Position X	Según configuración original
Static_Interf_Subsys_W	0000h
Cmpl_Pos_X_Subsys_Y	0,0000

El Anexo I muestra los valores de la tabla de parámetros que ha sido cargada y que está en uso al finalizar la instalación.

## 9.2 Prueba de los controles.

Los distintos puntos de control del AMS han sido probados secuencialmente. Primero se comprobó el funcionamiento del sistema desde el HHP. Una vez que se comprobó que el HHP funcionaba correctamente se activó el control desde los LCPs y se comprobó su funcionamiento. Finalmente se activó el control remoto.

### 9.2.1 Control desde el HHP.

El HHP se inició y se conectó correctamente con el AMCU desde el principio. Fue necesario dimensionar correctamente la GUI para que todas las pantallas encajasen perfectamente en la pantalla del HHP.

Se comprobó la carga de los parámetros de ambas tablas y el almacenamiento de estos en la memoria del controlador y el los propios servomotores. Se detectaron algunos errores de formato en la tabla de parámetros que produjeron que estos no fuesen cargados por el sistema. Tras corregirlos, las tablas fueron cargadas sin problemas y se pudo seguir con las siguientes pruebas.

El HHP mostró correctamente los subsistemas implementados en el marco "Subsystems". Los botones de los subsistemas muestran correctamente los nombres, y si están activados o no. Al

seleccionar cualquiera de ellos se comprueba que se muestra su estado, se puede comandar y se accede a sus parámetros.

Se ha comprobado la correcta ejecución de todos los comandos. Todos han funcionado correctamente exceptuando la búsqueda de referencia. Se detectó que la velocidad a la que se desplazaba hacia los límites eléctricos era en algún caso excesiva, y la leva que activa el interruptor sobrepasaba a este antes de que el sistema parase. Para evitarlo ha sido necesario reajustar las velocidades de desplazamiento de los subsistemas durante las operaciones de búsqueda y chequeo de referencia

Se han realizado algunas modificaciones respecto de la idea inicial de funcionamiento:

- El sistema se programó para que al encender el HHP apareciese directamente la GUI en su pantalla. Esto implicaba que la aplicación que muestra la GUI estuviese siempre ejecutándose en el controlado. Sin embargo esta situación impide que se pueda realizar una conexión remota de diagnóstico con el sistema. Para permitir el diagnóstico remoto el usuario debe iniciar y, una vez realizadas las operaciones oportunas, terminar la ejecución de la aplicación de la GUI en la pantalla del HHP.
- El sistema se programó para que al activar la llave del HHP éste adquiriese el control y se activasen sus funciones. Sin embargo, con la modificación del punto anterior se puede dar la situación de que se active el HHP con la GUI no iniciada. Para que el HHP adquiriera el control del sistema solo cuando la GUI se ha activado, se ha introducido un pulsador en la GUI que lo activa y desactiva, eliminando la funcionalidad de la llave.

### 9.2.2 Control desde los LCPs.

La nueva versión de la GUI de los LCPs se ha desarrollado partiendo de la última versión instalada por MT-Mechatronic. Básicamente se ha añadido la ventana de control del AMS y la su pestaña del estado en la ventana de estado global del sistema de control de la antena. El código se ha desarrollado en Visual C++ 6.0.

Tras ejecutarse por primera vez la nueva versión de la GUI en el SCU con el control del AMS activado, se detectó un problema de comunicación entre el SCU y el AMCU. El problema se corrigió satisfactoriamente tal y como se ha descrito en el apartado 8 *Instalación de la nueva GUI de los LCPs*. (página 12).

Una vez establecida la comunicación, y sin una tabla de parámetros cargada en el SCU, se intentó ejecutar un comando, obteniéndose la respuesta esperada de error en la tabla de parámetros del comando. Tras ello se descargó dicha tabla desde el AMCU satisfactoriamente, actualizándose los controles de la GUI con los nuevos parámetros.

Con la tabla de parámetros correcta en el SCU, ya fue posible comandar a los distintos subsistemas del AMS. Todos los comandos funcionaron correctamente, recibiendo el mensaje de respuesta al comando adecuado a la situación y el estado del AMS. También se comprobó que se puede mover simultáneamente a tres subsistemas, y que estos se paran bruscamente a la vez al pulsar el botón STOP.

El siguiente paso fue comprobar que al activar el HHP el LCP perdía el control y solo lo recuperaba al desactivar el HHP.

Durante las pruebas se detectó que en determinadas situaciones el SCU no detectaba la pérdida de comunicación con el AMCU. Estos casos son la parada del PLC de TwinCAT en el AMCU o el apagado repentino del AMCU. El SCU no detectaba la pérdida de comunicación y por ello no intentaba restablecerla, por lo que al restablecer el estado del AMCU la comunicación seguía interrumpida.. Esto se debe a que la comunicación TCP se mantiene activa mientras uno de los extremos no indique que la cierra. Si el AMCU se apaga bruscamente el sistema operativo no cierra controladamente las comunicaciones abiertas, cosa que tampoco hace si se para el PLC. Para solucionarlo se ha ´modificado el código del LCP para que si en diez segundos no recibe un

nuevo mensaje de estado del AMCU cierre el socket e intente conectarse de nuevo. De esta forma se restablecerá la comunicación cuando el AMCU esté de nuevo listo.

### 9.2.3 Control remoto.

Las modificaciones necesarias en el software del RCU para permitirle controlar el AMS no estaban aún implementadas en el momento de instalar el AMCU. Por ello el control desde el RCU no se ha podido probar durante la instalación del sistema.

## 9.3 Comprobación del referenciado.

Con la ayuda del HHP se puede verificar la posición a la que se activan los límites eléctricos con el comando de chequeo de referencia. Cuando se ejecuta dicho comando desde el HHP el subsistema activo se mueve en dirección al límite seleccionado, y una vez que éste es activado, retrocede cinco milímetros y vuelve a moverse hacia el límite a una velocidad muy reducida, parándose justo cuando se activa de nuevo el límite. La posición del subsistema en ese momento se considera la de activación del límite.

El procedimiento seguido durante el chequeo de referencia es el mismo que el seguido en la búsqueda de referencia. Por tanto se considera que las posiciones obtenidas en esta comprobación son las que finalmente se deben adoptar como posiciones de los límites eléctricos. Con estos valores se creó una nueva versión de la tabla de parámetros, versión que se cargó en el AMCU para actualizar las posiciones de los límites eléctricos.

El HHP muestra la posición exacta a la que se para el motor tras la ejecución del comando de chequeo de referencia, puesto que realiza la lee del servomotor justo en el momento de detectar la activación del límite. Sin embargo, la posición del mensaje de estado puede presentar ligeras variaciones aunque el subsistema se encuentre parado tras la activación, puesto que la lectura de los parámetros del servomotor la realiza cada 250 ms y el valor de posición leído generalmente estará desincronizado con la activación del límite. El HHP muestra tanto la posición de parada como la del mensaje de estado, pero en los LCPs y en el ordenador remoto solo se muestra la posición del mensaje de estado. Hay que tener en cuenta este posible error cuando se comprueba la posición del subsistema tras la ejecución del comando de chequeo de referencia.

Los valores obtenidos se muestran en las tablas siguientes. En ellos se muestran tanto la posición de detección del límite como la leída en el mensaje de estado.

### S-C-CH

	Limite 1			Limite 2		
	Sts Pos [mm]	Ref Pos [mm]	Diferencia (Ref.Pos–Sts.Pos) [mm]	Sts Pos [mm]	Ref Pos [mm]	Diferencia (Ref.Pos–Sts.Pos) [mm]
Medidas	-8,0268	-8,0268	0	646,4446	646,4458	0,0010
	-8,0207	-8,0207	0	646,4629	646,4629	0
	-8,0207	-8,0207	0	646,4494	646,4507	0,0013
	-8,0109	-8,0109	0	646,4470	646,4482	0,0012
	-8,0183	-8,0183	0	646,4470	646,4470	0
Promedio	-8,0195	<b>-8,0195</b>	0	646,4502	<b>646,4509</b>	0,0007
Des.típica	0,0057	0,0057	0	0,0073	0,0070	0,0006

**Dicroic**

	Limite 1			Limite 2		
	Sts Pos [mm]	Ref Pos [mm]	Diferencia (Ref.Pos-Sts.Pos) [mm]	Sts Pos [mm]	Ref Pos [mm]	Diferencia (Ref.Pos-Sts.Pos) [mm]
Medidqs	-26,3395	-26,3995	0	736,3250	736,3299	0,0049
	-26,3922	-26,3922	0	736,3031	736,3104	0,0073
	-26,4068	-26,4068	0	736,3104	736,3153	0,0057
	-26,3458	-26,3458	0	736,3324	736,3324	0
	-26,3775	-26,3775	0	736,3202	736,3275	0,0073
Promedio	-26,3724	<b>-26,3724</b>	0	736,3182	<b>736,3231</b>	0,0050
Des. ípica	0,0291	0,0291	0	0,0116	0,0097	0,0030

**X-Ku**

	Limite 1			Limite 2		
	Sts Pos [mm]	Ref Pos [mm]	Diferencia (Ref.Pos-Sts.Pos) [mm]	Sts Pos [mm]	Ref Pos [mm]	Diferencia (Ref.Pos-Sts.Pos) [mm]
Medidas	-6,7202	-6,7214	0,0012	-487,8232	487,8232	0
	-6,7348	-6,7348	0	-487,8354	487,8366	0,0012
	-6,7348	-6,7348	0	-487,8281	487,8183	-0,0098
	-6,7214	-6,7190	-0,0024	-487,8293	487,8281	-0,0012
	-6,7287	-6,7300	0,0013	-487,8317	487,8330	0,0013
Promedio	-6,7280	<b>-6,7280</b>	0	-487,8295	<b>487,8278</b>	-0,0017
Des. típica	0,0070	0,0074	0,0015	0,0045	0,0073	0,0046

**Parabolic**

	Limite 1			Limite 2		
	Sts Pos [mm]	Ref Pos [mm]	Diferencia (Ref.Pos-Sts.Pos) [mm]	Sts Pos [mm]	Ref Pos [mm]	Diferencia (Ref.Pos-Sts.Pos) [mm]
	-8,4677	-8,4701	0,0028	768,3709	768,3682	-0,0027
	-8,4997	-8,5043	0,0046	768,3487	768,3365	-0,0122
	-8,4848	-8,4872	0,0024	768,3731	768,3706	-0,0025
	-8,4652	-8,4677	0,0025	768,3804	768,3780	-0,0024
	-8,4945	-8,4994	0,0049	768,3877	768,3853	-0,0024
Promedio	-8,4824	<b>-8,4857</b>	0,0034	768,3722	<b>768,3677</b>	-0,0044
Des. típica	0,0155	0,0166	0,0012	0,0147	0,0187	0,0043

**22-3mm**

	Limite 1			Limite 2		
	Sts Pos [mm]	Ref Pos [mm]	Diferencia (Ref.Pos-Sts.Pos) [mm]	Sts Pos [mm]	Ref Pos [mm]	Diferencia (Ref.Pos-Sts.Pos) [mm]
	-7,9683	-7,9683	0	506,6236	506,6224	-0,0012
	-7,9661	-7,9674	0,0013	506,6261	506,6273	0,0012
	-7,9625	-7,9588	-0,0037	506,6212	506,6187	-0,0025
	-7,9698	-7,9503	-0,0195	506,6334	506,6284	-0,0050
	-7,9771	-7,9771	0	506,6310	506,6261	-0,0049
Promedio	-7,9688	<b>-7,9644</b>	-0,0044	506,6271	<b>506,6246</b>	-0,0025
Des. típica	0,0054	0,0102	0,0087	0,0051	0,0040	0,0026

En el Anexo 1 se muestra la tabla de parámetros utilizada definitivamente. Incluye los cambios de valores de los límites hardware de los valores finales.

## Anexo 1. Tabla de parámetros.

Revision_Number	2012030901					
Parámetro	Subsist. 1	Subsist. 2	Subsist. 3	Subsist. 4	Subsist. 5	Subsist. 6-16
Identifying_Text	S-C-CH	Dicroic	X-Ku	Parabolic	22-3mm	NDEF
Axis_Implemented	YES	YES	YES	YES	YES	NO
Profibus_Address	10	11	12	13	14	0
Kind_Subsystem	TR	TR	TR	TR	TR	-
Scaling_Factor[DU/rev]	5,0000	10,0000	5,0000	10,0000	5,0000	0,0000
GearBox_Reduction	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000
Default_Rotation_Sense	-NA-	-NA-	-NA-	-NA-	-NA-	-
Positioning_Accur[DU]	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0000
Backlash_Compensation	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Load_Max_Speed[DU/s]	20,0000	100,0000	20,0000	100,0000	20,0000	0,0000
Load_Def_Speed[DU/s]	10,0000	50,0000	10,0000	50,0000	10,0000	0,0000
Load_Accel[DU/s <sup>2</sup> ]	2,0000	10,0000	2,0000	10,0000	2,0000	0,0000
Overcurrent_Limit[A]	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	0,0000
Maximum_Current[A]	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	0,0000
Manual_Ref_Pos[DU]	450,0000	0,0000	0,0000	0,0000	85,0000	0,0000
Electrical_Limit_1	-8,0195	-26,3724	-6,7280	-8,4857	-7,9644	0,0000
Electrical_Limit_2	646,4509	736,3231	487,8278	768,3677	506,6246	0,0000
Software_Limit_1	-5,0000	-10,0000	-2,5000	-2,5000	-25,0000	0,0000
Software_Limit_2	645,0000	725,0000	475,0000	770,0000	502,5000	0,0000
Search_Sense_Switch_1	CW	CW	CW	CW	CW	-
Search_Sense_Switch_2	CCW	CCW	CCW	CCW	CCW	-
Num_Observ_Position	3,0000	2,0000	3,0000	2,0000	2,0000	0,0000
Observ_Position_Name_1	CH	OFF	X	Open	22_GHz	-
Observ_Position_1	0,0000	0,0000	-5,5000	0,0000	0,0000	0,0000
Observ_Position_Name_2	C	ON	Ku	Close	100_GHz	-
Observ_Position_2	320,0000	720,0000	150,0000	765,0000	500,0000	0,0000
Observ_Position_Name_3	S	-	OFF	-	-	-
Observ_Position_3	640,0000	0,0000	450,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Observ_Position_Name_4	-	-	-	-	-	-
Observ_Position_4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Observ_Position_Name_5	-	-	-	-	-	-
Observ_Position_5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Observ_Position_Name_6	-	-	-	-	-	-
Observ_Position_6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Observ_Position_Name_7	-	-	-	-	-	-
Observ_Position_7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Observ_Position_Name_8	-	-	-	-	-	-
Observ_Position_8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Observ_Position_Name_9	-	-	-	-	-	-
Observ_Position_9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Observ_Position_Name_10	-	-	-	-	-	-

<b>Parámetro</b>	<b>Subsist. 1</b>	<b>Subsist. 2</b>	<b>Subsist. 3</b>	<b>Subsist. 4</b>	<b>Subsist. 5</b>	<b>Subsist. 6-16</b>
Observ_Position_10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Static_Interf_Subsys_W	0000h	0000h	0000h	0000h	0000h	0000h
Cmpl_Pos_1_Subsys_1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Cmpl_Pos_2_Subsys_1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
.....	...	...	...	...	...	...
Cmpl_Pos_10_Subsys_16	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000