
	DOC.NO R13/07 GG DATE 04/12/2007 WORK PACKAGE NO. 20071113144629	<i>O.T.E.</i>
SUBJECT/TITLE : Protocolos de comunicación, rutinas de emergencia y parámetros del Helióstató Autónomo, PCHA		
NO. OF PAGES: 62 NO. OF ATTACHMENTS: 2	<input checked="" type="checkbox"/> REPORT <input type="checkbox"/> MINUTES <input type="checkbox"/> NOTICE	
PREPARED BY: Ginés García Navajas  APPROVED BY: Ginés García Navajas DATE: 04/12/2007.....	CONCURRENCE: DATE DATE	
PARTICIPANTS:	DISTRIBUTION: Autor A. Egea A. Valverde R. Monterreal L. Yebra J. González R. Alonso Oficina Técnica Biblioteca	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> Sr. Bibliotecario: La distribución o copia de este documento ha de ser autorizada expresamente. </div>		



REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstatos Autónomos, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

Page 2



PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN, RUTINAS DE EMERGENCIA Y PARÁMETROS DEL CAMPO DE HELIÓSTATOS AUTÓNOMOS, PCHA

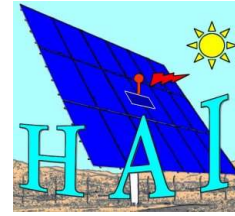
Versión 1.0

PROYECTO HAI: Helióstatos Autónomos Intercomunicados vía WSN (Wireless Sensor Network)

Oficina Técnica Electrónica, OTE

Ginés García Navajas

4 de diciembre de 2007

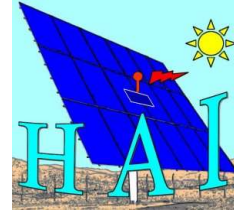


INDICE:

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	PARAMETRIZACIÓN DEL CONTROL LOCAL	4
3.	ESTRATEGIAS OPERATIVAS.	9
4.	COMUNICACIONES Y PROTOCOLOS	11
5.	COMANDOS Y MENSAJES	13
6.	IDENTIFICADORES DE ÓRDENES.	15
7.	IDENTIFICADORES DE PETICIÓN DE INFORMACIÓN Y ASIGNACIÓN.....	20
8.	ESTRUCTURA DE LOS MENSAJES	24
9.	DIRECCIONAMIENTO	25
10.	INFORMACIÓN BÁSICA.....	28
	Byte de estado	28
	Byte de eventos	30
	Bytes de diagnóstico.....	31
11.	OPERACIÓN	32
11.1	Rutinas de emergencia.....	32
11.2.	Posicionamiento de un helióstató PCHA.....	36
11.3.	Mando Local	38
11.4.	Control Central.....	¡Error! Marcador no definido.

ANEXO 1.	PROTOCOLOS “AT” MODEM.....	45
----------	----------------------------	----

ANEXO 2.	CODIGO ASCII.....	52
----------	-------------------	----



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento ha sido realizado a requerimientos y necesidades del proyecto denominado “Helióstatos Autónomos Intercomunicados vía WSN”, HAI. Este proyecto es continuación del anterior proyecto PCHA y pretende solucionar los problemas encontrados en el campo PCHA y diseñar un heliostato autónomo comercial, robusto y fiable diseñado y fabricado por empresas implicadas en su comercialización.

Tanto los protocolos de comunicación, como las rutinas de emergencia y la parametrización descrita en este documento han sido fruto del desarrollo del concepto de Helióstatos Autónomos y definen nuevos métodos de operación protegidos por la patente española nº 99 xxxxx..

Estas rutinas, protocolos y parametrización vienen desarrollándose y depurándose en la Plataforma Solar de Almería desde el año 1999 habiendo acumulado una experiencia importante en la operación rutinaria del Primer Campo de Helióstatos Autónomos, PCHA. Todos estos procedimientos han sido depurados y validados durante estos últimos cuatro años y servirán como punto de partida para su implementación, discusión y mejora en el nuevo proyecto HAI.

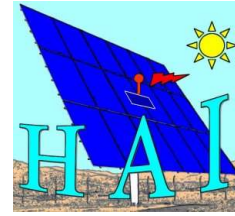
La información contenida en este documento debe de servir para definir las especificaciones necesarias que contemplen el esfuerzo realizado hasta la fecha para la elaboración de herramientas y aplicaciones software encaminadas a conseguir una correcta operación y control de campos numerosos de heliostatos autónomos intercomunicados vía WSN (Wireless Sensor Network). Estas aplicaciones podrán ser:

- **Control Central.** Aplicación base para controlar las comunicaciones y operación del campo de heliostatos.
- **Driver SCADA.** Aplicación para incluir las funciones de operación y control del campo de heliostatos en arquitecturas más elevadas como un elemento más de la Planta Solar.
- Estrategias operativas y de control.

2. PARAMETRIZACIÓN DEL CONTROL LOCAL

La parametrización del heliostato PCHA permitirá, sin modificar el firmware del control local, definir y modificar lo siguiente:

- Adaptar las condiciones propias, constructivas, geométricas y de diseño del heliostato (resolución de posicionado y de seguimiento a foco, posiciones geográficas, márgenes y límites de movimiento,...).
- Definir parámetros operativos del heliostato (identificación, ajuste, offsets, parámetros de apunte,...).



- Definir las posiciones fijas (abatimiento, lavado,...) y coordenadas de foco (foco principal, focos secundarios, focos de emergencia y de seguimiento desfasado,...) más significativas.
- Definir pasillos de seguridad así como condiciones y/o actuaciones de emergencia

En la tabla 1 se recogen todos los parámetros de los heliostatos autónomos del campo PCHA. Los valores indicados son datos por defecto, los no indicados dependerán de cada heliostato.

Tabla 1. Parámetros del heliostato autónomo PCHA											
PARÁMETROS GLOBALES											
Coordenadas geográficas			Resolución Angular		Coordenadas geométricas (mm)						
Latitud		Longitud	Az	El	Altura AB	Desplaz eje BC		Brazo CD	Giro espejo		
37.098°		-2.355°	20000bits	20000bits	3615	0		105	0°		
AJUSTES Y CONFIGURACIÓN											
C (Ajustes ejes)		O (Offset)		I (Configuración)							
Eje_az	Eje_el	Off_az	Off_el	Ngrup	Nhel	BandaAz		BandaEl	BandaAp		
9600 bits	250 bits	0 bits	0 bits	byte	byte	1 bit		1 bit	10 bits		
PUNTOS SIGNIFICATIVOS (bits)											
P[0] Abatimiento		P[1] Defensa		P[2] Lavado1		P[3] Lavado2		P[4] Fuera de servicio			
Az	El	Az	El	Az	El	Az	El	Az	El		
10000	150	10000	250	4000	5000	9750	5000	10000	250		
P[5] Reserva		P[6] Reserva		P[7] Reserva		P[8] Reserva		P[9] Reserva			
Az	El	Az	El	Az	El	Az	El	Az	El		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
FOCOS SIGNIFICATIVOS (mm)											
F[0] Blanco Tierra pasillo s			F[1] Blanco 1 pasillo seg.			F[2] Blanco 2 pasillo seg.			F[3] Blanco 3 pasillo seg		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y		X	Y	Z
50000	0	-10000	50000	0	10000	50000	0	20000	30000	0	30000
F[4] Blanco 4 pasillo seg			F[5] Seguimiento desfasado			F[6] Seguimiento Caldera			F[7] Blanco Emergencia		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
20000	0	40000	15000	0	42000	0	1030	43390	10000	0	42000
F[8] Diana			F[9] Reserva			F[10] Reserva			F[11] Último foco		
X	X	X	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
0	6524	34165									
OTROS											
G (mm) Coordenadas topográficas			S Supervivencia								
X	Y	Z	Permisos	RadioON	Tout	ser_vel	Estado	Hora	Día		
			13	30 min	45''	4	0-15	hh:mm:ss	dd:mm:aa		



REPORT: "Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Heliostato Autónomo, PCHA"

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

Page 6

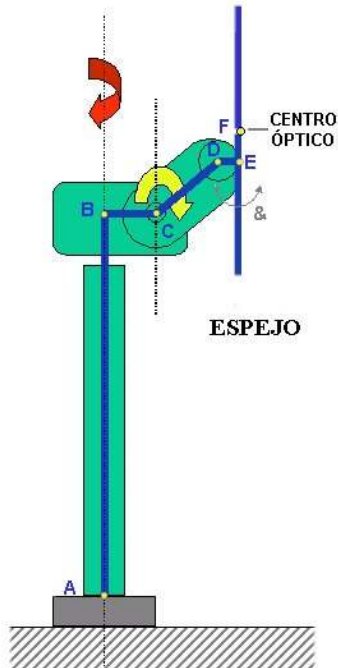
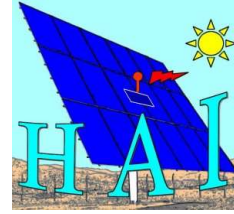


Figura 1. Modelo geométrico

Los parámetros globales no podrán ser reconfigurados y estarán establecidos dentro del código del microcontrolador de cada control local. Estos parámetros, por su propia concepción, permanecerán invariables a lo largo de la vida de la planta. Las coordenadas geográficas corresponderán a las referenciadas en el centro de la torre de la planta solar, la resolución angular será el valor en bits correspondiente a una vuelta completa en cada eje y las geométricas corresponderán a valores dimensionales e invariables del heliostato de acuerdo al modelo indicado en la figura 1.

Los demás parámetros que se describen a continuación estarán contenidos en una memoria no volátil existente en cada heliostato y podrán consultarse y modificarse a voluntad.

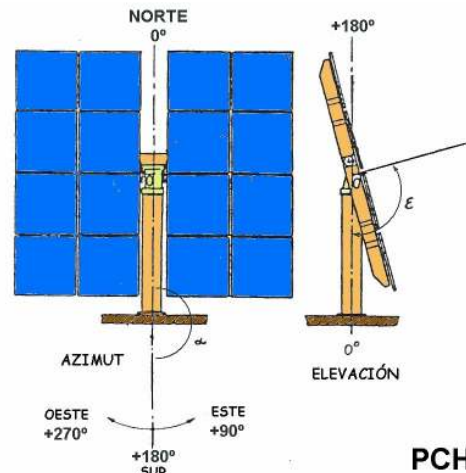
Los parámetros de ajuste y configuración determinan los ajustes básicos del heliostato para determinar la posición absoluta real de sus ejes (ajuste de ejes), las correcciones del cálculo para un correcto apunte (*offsets*), las bandas y

afinado en el seguimiento y su identificación dentro del campo.

Las matrices incluidas en el control local tienen, como finalidad, predefinir los valores de aquellas posiciones o situaciones que tienen cierta significación y que serán empleadas frecuentemente durante la operación rutinaria o durante la realización de una campaña de ensayos. La dimensión de estas matrices es de 10 elementos para puntos significativos y 12 elementos para focos significativos.

El criterio de signos de los movimientos de elevación y azimut del heliostato PCHA viene indicado en la figura 2 de manera que la posición cero de elevación se produce con el espejo mirando al suelo, siendo positivo hacia arriba y la posición cero en el eje de azimut se produce con el espejo mirando al Norte siendo positivo hacia el Este.

Ya que el heliostato incorpora codificadores angulares con resoluciones de 20000 bits (en 360°). El heliostato puede precisar algo menos de 2 centésimas de grado (0,018°) correspondiendo 5000 bits a un giro de 90°.



PCHA

Figura 2. Criterio de movimiento ejes



REPORT: “Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstatos Autónomo, PCHA”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

Page 7



Los puntos significativos se definen como posiciones absolutas (posición estática) de los ejes del heliostato con significado propio. Sirvan de ejemplo las siguientes posiciones: abatimiento, defensa, lavado, mantenimiento... Estas posiciones están definidas en bits lo que equivale, en este caso, a 20000 bits en 360°. El control local puede almacenar 10 puntos significativos, quedando definido cada punto por un índice de valor entre 0 y 9. El elemento 0 de esta matriz queda asignado a la posición de abatimiento del heliostato y el elemento 1 define la posición de defensa en la cual deberá permanecer el heliostato en condiciones de alta velocidad de viento o fallo franco detectado. Los elementos siguientes quedan a la disposición del operador, el cual podrá usarlos y asignarlos a posiciones significativas desde el punto de vista operativo, tales como posiciones de lavado o posiciones de mantenimiento.

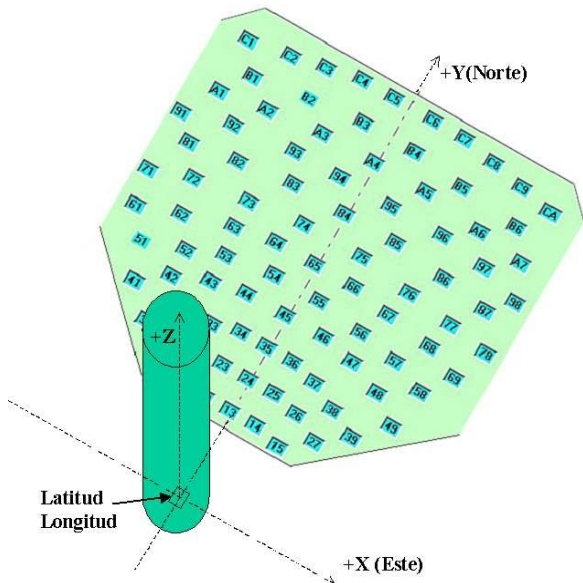
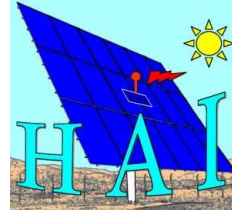


Figura 3. Sistema de coordenadas. Criterio de signos

Los enfoques significativos se definen como coordenadas en milímetros X, Y, Z de blancos conocidos establecidos dentro o fuera del receptor solar (posición dinámica). Estas coordenadas están referidas a un sistema de coordenadas cuyo punto de origen está situado en el centro de la torre de la planta solar, de forma que el eje X es positivo hacia el este, el eje Y es positivo hacia el norte y el eje Z es positivo en altura con la vertical (ver figura 3).

El control local puede almacenar un total de 12 enfoques significativos, quedando definido cada enfoque por un índice de valor entre 0 y 11. El elemento 6 de esta matriz queda asignado al blanco de seguimiento normal a caldera, el cual

designará el punto donde deberá apuntar el heliostato dentro del receptor en operaciones rutinarias de la planta solar. Los elementos de esta matriz con números 0, 1, 2, 3 y 4 corresponderán a blancos dispuestos en posiciones espaciales fuera del receptor, definiendo un camino o pasillo de seguridad por el que pasará el foco del heliostato en sus movimientos de subida/bajada al principio o final del día operativo. El elemento 5 determinará el punto final del pasillo y corresponderá con el blanco de seguimiento desfasado en el cual el heliostato permanecerá a la espera de ser enviado, por el control de planta, a enfoque normal en el receptor. El elemento 7 determinará la posición del foco al que debe de apuntar un heliostato en caso de disparo o emergencia en el receptor. El elemento 8 definirá la posición de una diana de apunte empleada para el mantenimiento y control visual de las imágenes de los heliostatos. Los demás elementos, del 9 y 10, corresponderán a focos de reserva definidos por el operador y el elemento 11 será solamente de consulta en donde estará registrado las coordenadas del último foco activo.



Las coordenadas topogr3ficas, en mil3metros, definen la posici3n de la base del pedestal de cada heli3stato en el campo con respecto al sistema de referencia mencionado.

Los par3metros de supervivencia habilitan/deshabilitan (con el par3metro *Permisos*) o definen las acciones adoptadas por el heli3stato para su propia seguridad en casos de:

- Letargo para periodos no operativos o nocturnos. Los heli3statos entrar3n en letargo cuando, estando en posici3n de abatimiento, transcurren *RadioON* minutos sin comunicaci3n con el CC. Cada *RadioON* minutos el heli3stato saldr3 autom3ticamente de letargo durante *Tout* segundos para conocer si existe tr3fico desde el CC. De ser as3 el heli3stato queda nuevamente operativo.
- Muy Alta velocidad de viento (l3mite establecido en 70Km en la perpendicular del plano del heli3stato). Los heli3statos supervisores de viento enviar3n una orden de emergencia por viento a todos los heli3statos de su misma l3nea de comunicaciones. Los heli3statos ir3n a la posici3n de defensa definida en el punto significativo 1.
- Muy baja tensi3n de bater3a (l3mite establecido en 11,3Vcc). El heli3stato con emergencia ir3 a su posici3n de defensa moviendo primero en el eje de elevaci3n y despu3s, si a3n le queda bater3a, mover3 en azimut
- P3rdida de comunicaciones estando enfocado en caldera. Transcurridos *Tout* segundos sin comunicaci3n con el CC, el heli3stato afectado ir3 al blanco de emergencia definido en el foco 0 permaneciendo all3 hasta nueva orden.

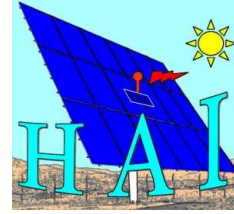
En el apartado n3 11 se definen en mayor detalle estas rutinas de emergencia.

El par3metro *ser_vel* define la velocidad de las comunicaciones del heli3stato. Puede adquirir los valores del 1 al 6 correspondiendo a:

1- 1200b 2- 2400b 3- 4800b 4- 9600b 5- 19200b 6- 38600b

Cualquier otro valor diferente corresponder3 a una velocidad de 9600 baudios.

El par3metro *estado* memoriza el 3ltimo estado adquirido por el heli3stato pudiendo adoptar los valores de 0 a 15.



3. ESTRATEGIAS OPERATIVAS.

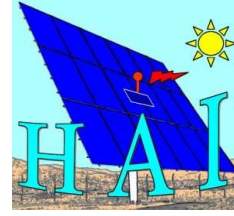
Debido a la gran versatilidad que nos aporta la autonomía y parametrización del helióstato, es posible desarrollar otro nuevo concepto al que denominamos “estrategia”.

Definimos este concepto como el conjunto de acciones, configuraciones del campo solar y decisiones convenidas por el personal de operación y/o investigador para:

- Llevar al proceso, de forma automática, a posición segura ante la presencia de eventos de operación o emergencias del proceso (estrategias de desenfoque).
- Llevar al proceso, de forma automática, a posición segura ante la presencia de condicionantes externos extremos (alta velocidad de viento), avería o malfunción (muy baja tensión de batería) o ante la pérdida de comunicación con el control central (estrategias de autoprotección).
- Controlar, en todo momento, las reflexiones no deseadas asignando a cada helióstato o grupo de ellos un camino de seguridad para la subida y bajada del foco (estrategias de seguridad y puesta en marcha).
- Recabar el tipo de información necesaria procedente del campo de helióstatos de acuerdo a necesidades operativas o de otra índole (estrategias de captura de la información).
- Definir estrategias convenidas de apunte en el receptor o absorbedor solar para la obtención de distribuciones de flujo energético apropiadas (estrategias de apunte).
- Definir las posiciones características del campo solar tales como la posición de abatimiento, defensa, lavado... (estrategias operativas).
- Definir los parámetros característicos del helióstato tales como bandas de seguimiento, *offsets*, hora, calendario, ajustes de ejes... (estrategias operativas y de control).
- Establecer la realización automática de ciclos operativos programados tales como el letargo nocturno... (estrategias de automatización).

Ya que cada helióstato en el campo solar dispondrá de una parametrización propia, será posible configurar cada uno de ellos con el objeto de obtener un resultado final de acuerdo con la estrategia convenida por los diseñadores de la planta. Será posible tener tantos pasillos de seguridad, focos de seguimiento desfasado, focos de receptor, focos de emergencia... como helióstatos haya en el campo solar. Lo normal será, de acuerdo con unas estrategias iniciales, definir los puntos característicos del campo solar y asignar grupos de helióstatos a cada uno de ellos. Una vez configurado el campo, durante la puesta en marcha de la instalación, podrá ser reconfigurado posteriormente tantas veces como sea necesario, con arreglo a necesidades:

- **estacionales:** como por ejemplo configuración de invierno o verano.
- **operativas:** para configuración de grupos, modificación de *offsets*,...



- **de desenfoque:** para una configuración de desenfoque controlado ante una emergencia, cada heliostato tendrá definido de antemano cuál será su foco, acorde con las características del receptor solar.
- **de enfoque:** cada heliostato tendrá definido un foco dentro del receptor con arreglo a una estrategia global de apunte.
- **de seguridad:** definiendo las acciones que realizarán los heliostatos en supuestos tales como avería, alto viento, baja tensión batería, pérdida de comunicaciones con el control central, etc.

El operador, desde la consola del control central, tendrá información actualizada del estado de todos y cada uno de los heliostatos mediante la realización de rondas de petición de estado periódicas (*polling*), realizadas de forma automática por el control central. No obstante, y debido a que estas rondas podrían llevar cierto tiempo, el operador podrá pedir información o enviar una orden a un heliostato o grupos de heliostatos en cualquier momento. Los mensajes generados desde el control central serán enviados con prioridad, quedando interrumpida momentáneamente la ronda. Con ello se asegura una mayor velocidad de respuesta de los heliostatos ante un cambio de consigna o ante una petición de estado particular.

El operador, siguiendo estrategias operativas, podrá enviar a aquellos heliostatos que lo necesiten o a los que no sean requeridos en la operación normal de la planta solar, a seguimiento perpendicular a los rayos del sol para una captación mayor de energía fotovoltaica. Igualmente, y siempre que sea necesario, realizará un ajuste en la parametrización de los heliostatos por motivos: estacionales, operativos, de estrategia de enfoque, de control, seguridad o automatización.

El operador, al comenzar el día, realizará una sincronización de relojes de los heliostatos y, si así lo exigiera la estrategia de operación del receptor solar, configurará el campo solar enviando a cada heliostato o grupo de ellos los diferentes parámetros como resultado de un estudio en el comportamiento del mismo. Un ejemplo será la consigna que cada heliostato adoptaría en el caso de emergencia en el receptor. Con ello conseguiremos que, mediante una orden sencilla enviada simultáneamente a todos los heliostatos del campo, cada heliostato tenga ya definida su actuación. Mediante este concepto se consigue una respuesta instantánea muy importante en casos de emergencia.

Igualmente, y con el objeto de controlar la distribución de flujo energético dentro del receptor solar de acuerdo a limitaciones constructivas del mismo o por condicionantes meteorológicos o de otra índole, cada heliostato tendrá definido un foco que incidirá en una determinada superficie del receptor solar. El campo será configurado para conseguir el perfil energético deseado en diferentes estaciones del año o bajo diferentes modos de operación de la planta.

Las condiciones de seguridad serán igualmente configuradas para el campo de heliostatos y acotadas de acuerdo con los objetivos operativos y de seguridad prefijadas. Cada heliostato, si así se indica, podrá decidir la adopción de medidas para garantizar su integridad o la seguridad global de la planta solar. Así se podrá incorporar:

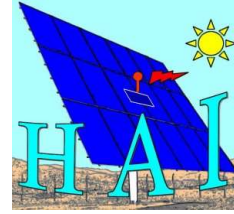


REPORT: “Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstatos Autónomo, PCHA”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

Page 11



- La adopción automática de procesos de ahorro energético (letargo).
- Un envío automático a posición de defensa, en condiciones locales extremas de viento, cuando, por algún motivo, el control central no comunica la emergencia al campo de heliostatos.
- Un abatimiento automático en condiciones de baja tensión de batería.
- Un desenfoque automático y progresivo del campo cuando el control central deje de comunicar con los heliostatos durante un período de tiempo determinado (*Timeout*).

El operador, informado por el control central, indicará al departamento de mantenimiento cuantas averías hayan sido registradas adjuntando el autodiagnóstico recibido de los heliostatos afectados.

Todas estas tareas de configuración podrán ser realizadas de forma automática desde el control central con arreglo a una estrategia global de la planta solar. La reconfiguración del campo podrá realizarse en tiempo real durante la operación, de acuerdo con algoritmos de control más sofisticados (controles globales de planta).

4. COMUNICACIONES Y PROTOCOLOS

Cada control local en el campo dispone de dos números de identificación, uno que designa el grupo al que pertenece y otro que lo identifica dentro del grupo. Estos dos números pueden adoptar los valores de 48 a 255 por lo que la capacidad de direccionamiento de este sistema es de 208 grupos multiplicado por 208 heliostatos por grupo lo que hace un total de 43264 heliostatos. Un tercer número de identificación podrá ser también usado y asignará a la línea

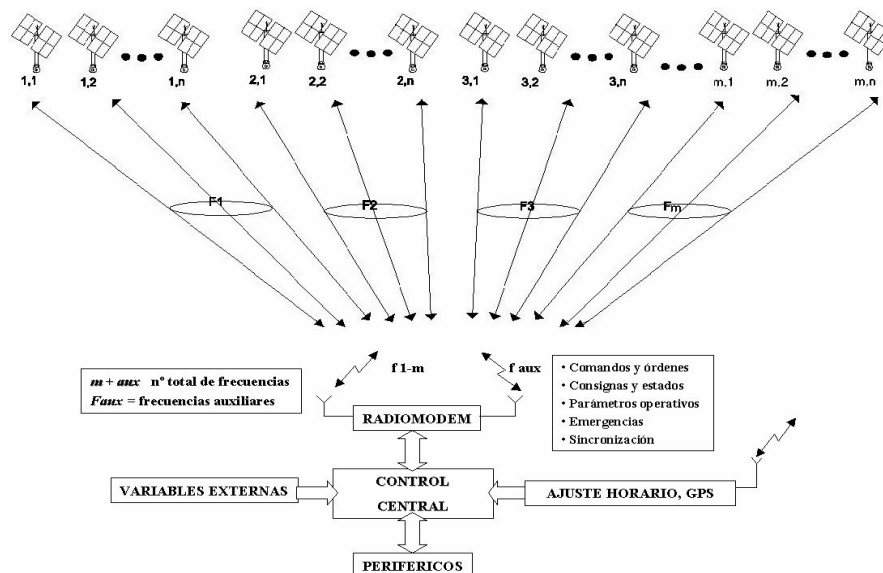
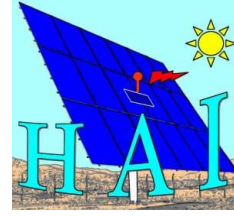


Figura 4. Topología en las comunicaciones del campo de heliostatos autónomos PCHA



Cuando un heliostato recibe un mensaje (trama) desde el control central, el control local analizará si el mensaje va dirigido a él y llega con la secuencia y forma establecidas. Si el resultado de este proceso es válido, el control local procederá a descifrar e interpretar la trama

Debido a procesos de seguridad y protección contra piratería, los mensajes



recibida contestando inmediatamente, si el mensaje era una petición de estado, o asimilando el mensaje, si este correspondía con una orden.

Ningún control local instalado al sistema de comunicaciones del campo de heliostatos enviará mensajes a no ser que sea interrogado o solicitado por el control central. El control de la secuencia de petición de estados o envío de órdenes corresponderá al control central.

El control central realizará un *polling* continuo o interrogatorio, con el fin de obtener los estados de todos y cada uno de los heliostatos del campo en el menor tiempo posible. Este *polling* únicamente será interrumpido cuando el control central, tras recibir la última contestación pedida, necesite enviar una orden individual o colectiva. Una vez realizado el envío de esta orden, el *polling* se continuará por el punto donde se interrumpió.

Se pueden definir varios tipos de *polling* dependiendo del volumen de información que se desea recibir del campo de heliostatos en tiempo real. Estos podrán ser empleados a voluntad del operador o como consecuencia de una estrategia de operación determinada. Uno de éstos, el *polling básico*, incluirá la información mínima necesaria para la operatividad del campo. Este *polling* será el más dinámico y podrá ser empleado durante la operación rutinaria del campo de heliostatos. Los otros *polling* incluirán, además de la información básica, información adicional y su empleo se realizará cuando se necesite una mayor supervisión e información en procesos especiales, ensayos para la evaluación o durante la puesta en marcha de la planta solar. En cualquier caso el tipo de *polling* será decidido cuando, a petición de los operadores, se requiera un mayor conocimiento sobre el comportamiento de los heliostatos.

5. COMANDOS Y MENSAJES

Si hacemos distinción entre número de grupo y número de línea, tendremos una mayor flexibilidad en la modulación y aceptación simultánea de las órdenes enviadas al campo de heliostatos. De esta manera podremos definir diferentes grupos en cada línea de comunicaciones por lo que podríamos enviar órdenes a: (ver apartado 9)

- Todos los heliostatos, de todos los grupos y de todas las líneas.
- Todos los heliostatos, de un grupo y de todas las líneas.
- Todos los heliostatos, de todos los grupos y de una línea
- Todos los heliostatos, de un grupo y de una línea
- Un heliostato, de todos los grupos y de todas las líneas.
- Un heliostato, de un grupo y todas las líneas.
- Un heliostato, de un grupo y una línea.
- Un heliostato, de todos los grupos y de una línea.

A continuación se especifican los tipos de mensajes mediante una letra a la que denominamos identificador. Una letra minúscula designará a un mensaje enviado por el control central hacia el campo con el fin de la ejecución de una orden individual o colectiva. Las letras mayúsculas

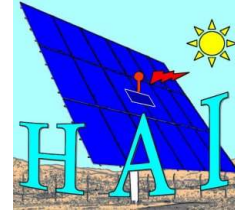


REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Heliostato Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

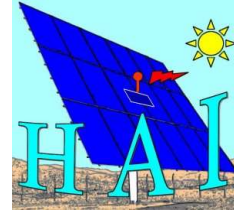
Page 14



designarán mensajes que corresponderán con petición de información o a asignación de nuevos parámetros. En la tabla 2 se muestran los identificadores empleados indicando su función, la descripción y el número de parámetros asociados a cada uno de ellos.

Tabla 2. Identificación de los mensajes

Identificador	PARÁMETROS		DESCRIPCIÓN
a	-	orden	Maniobra de abatimiento (sin pasillo)
b	-	orden	Bajar a abatimiento por pasillo de seguridad
c	Zaz, Zel	orden	Búsqueda de ceros o referencias de ambos ejes Zaz = XXwe xxxx; Zel = XXsb xxxx; siendo: XX= no uso, we= Oest/este, sb= Sub/baja xxxx=min
d	-	orden	Ir a seguimiento desfasado (sin pasillo)
e	-	orden	Enfoque a caldera (sin pasillo)
f	n x,y,z	orden	Ir a foco definido con número <i>n</i> (0 a 11) Ir a foco de coordenadas <i>x</i> , <i>y</i> , <i>z</i> (en mm)
i	-	orden	Inmoviliza heliostato
n	-	orden	Ir a seguimiento normal (máxima captación FV)
p (*)	n az,el	orden	Ir a punto significativo con número <i>n</i> (0 a 9) Ir a punto definido por <i>az,el</i> (en bits)
q	-	orden	Quita heliostato. Ir a foco de emergencia.
s	-	orden	Subir a seguimiento desfasado por pasillo seguridad
v	-	orden	Emergencia por alto viento
w	-	orden	Fuera de servicio
x	p	orden	Cambia a <i>p</i> en mm la coordenada X del foco caldera
y	p	orden	Cambia a <i>p</i> en mm la coordenada Y del foco caldera
z	p	orden	Cambia a <i>p</i> en mm la coordenada Z del foco caldera
C (*)	- az, el	Petición Asignación	Petición de ajustes de eje actuales Asigna nuevos ajustes <i>az, el</i> (en bits)
F (**)	n n,x,y,z	Petición Asignación	Petición coordenadas del foco <i>n</i> (0 a 9) Asigna al foco <i>n</i> las coordenadas <i>x</i> , <i>y</i> , <i>z</i> (mm)
G	- x,y,z	Petición Asignación	Petición de coordenadas topográficas en mm Asigna nuevas coordenadas topogr. <i>x</i> , <i>y</i> , <i>z</i> (mm)
H	- hh,mm,ss hh,mm,ss,d	Petición Asignación Asignación	Petición de hora (hh:mm:ss,d) Asigna nueva hora Asigna nueva hora y desfase con hora solar
I	- ng,nh,az,el,bm	Petición Asignación	Petición parámetros de identif y tracking Asignación parámetros (0 a 255)
M	n n, v	Petición Asignación	Petición parámetro o registro <i>n</i> del MODEM Asignación al registro <i>n</i> del Módem el valor <i>v</i>
O (*)	- az, el	Petición Asignación	Petición de los offsets actuales Asigna nuevos offsets <i>az, el</i> (en bits)
P (***)	n n,az,el	Petición Asignación	Petición del punto significativo <i>n</i> Asigna al punto <i>n</i> la posición <i>az, el</i> (en bits)
R	- n	orden orden	Restaura fallo Resetea hardware&software
S	- n, v	Petición Asignación	Petición de parámetros de seguridad Asigna al parámetro <i>n</i> el valor <i>v</i> (0 a 255)
T	- dd,mm,aa	Petición Asignación	Petición de fecha (dd/mm/aa) Asigna nueva fecha
?	- n	Petición Petición	Petición información básica Petición información básica + nivel <i>n</i>



Notas:

(*) Cuando se especifica que el valor de un parámetro debe venir expresado en bits se indica que se trata de un valor entero de 0 a 20000 (rango dado por la resolución del codificador angular, empleado para medir la posición de los ejes del heliostato y que corresponde a un ángulo de 0 a 360°).

(**) Cada control local tiene definida una matriz de coordenadas de enfoque denominada con la letra F en donde se memorizan hasta 11 valores de foco definidos cada uno por tres coordenadas, (x,y,z) expresadas en milímetros. Los elementos de esta matriz pueden ser alterados de valor mediante el empleo del identificador “F” permaneciendo almacenados en una memoria no volátil. Con el identificador “f” se ordena al heliostato alcanzar un determinado blanco definido como elemento n de la matriz.

(***) Cada control local tiene definida una matriz de puntos significativos, asignada con la letra P, en donde se memorizan diez posiciones absolutas del heliostato, en bits de cada eje del heliostato (acimut y elevación). En el elemento 0 de esta matriz se define la posición de abatimiento del heliostato y en el elemento 1 se determina la posición de defensa. El resto de elementos, pueden ser utilizados para usos o estrategias particulares de operación. Los elementos de esta matriz pueden ser alterados de valor mediante el empleo del identificador “P”, permaneciendo almacenados en una memoria no volátil. Con el identificador “p” se ordena al heliostato alcanzar una determinada posición absoluta definida como elemento n en la matriz de puntos significativos.

6. IDENTIFICADORES DE ÓRDENES.

Los identificadores representados con una letra minúscula corresponden a mensajes enviados al heliostato y clasificados como órdenes o comandos. Ante este tipo de mensajes, el heliostato o heliostatos afectados asimilarán la orden transmitida sin contestar ni enviar mensaje alguno hacia el control central. Estos son:

Identificador “a”: Corresponde con la orden de **abatimiento** y no es necesario especificar ningún parámetro. La acción del heliostato será el conseguir la posición de reposo o de abatimiento, AB, definida en el punto significativo P(0). Esta orden será ignorada únicamente cuando el heliostato no haya completado una tarea de búsqueda de ceros. Este estado está codificado con el valor 5.

Identificador “b”: Corresponde con la orden de **bajar** hasta la posición de abatimiento desde el punto de seguimiento desfasado, SD, siguiendo un pasillo de seguridad marcado por los puntos F(4), F(3), F(2), F(1), F(0) y P(0). No es necesario especificar ningún parámetro. Esta orden es aceptada únicamente desde el estado de seguimiento desfasado o desde estados intermedios del pasillo de seguridad (valores entre 10 y 5). Si estaba subiendo se interrumpe la tarea y comienza la bajada por el pasillo. Si ya estaba bajando por el pasillo, una nueva recepción de esta orden origina un decremento en el punto del pasillo. No es necesario



especificar ningún parámetro. El valor del estado es el correspondiente al punto del pasillo en cada instante (valor 10, 9, 8, 7, ó 6).

Identificador “c”: Corresponde con la orden de **búsqueda de ceros** (referencias absolutas) siendo necesario especificar dos parámetros, Zaz y Zel, que están codificados. La acción del helióstato será, desde cualquier estado excepto “fuera de servicio”, FS, mover sus motores en el sentido especificado durante el número de minutos especificado. El sentido de giro y el tiempo de búsqueda de cada eje se indican en un parámetro de la siguiente forma:

Parámetro Zaz = byte = **XXwe xxxx** donde:

- Bits 7-4: **XXwe**= 0010 indica movimiento hacia Oeste, **XXwe**= 0001 indica movimiento hacia Este.
- Bits 3-0: **xxxx**= nº de minutos de búsqueda (valor de 0 a 15)

Parámetro Zel = byte = **XXsb xxxx** donde:

- Bits 7-4: **XXsb**= 0010 indica movimiento de subida, **XXsb**= 0001 indica movimiento de bajada.
- Bits 3-0: **xxxx**= nº de minutos de búsqueda (valor de 0 a 15)

Si el valor en minutos especificado es cero, no se ejecuta el movimiento en ese eje.

Si durante el tiempo de búsqueda especificado se encuentra la referencia del cero en uno de los ejes, el helióstato detiene su movimiento en el eje en cuestión y activa el byte de consigna alcanzada en ese eje (ver codificación del byte de estado en el apartado 10.1). Si se agota el tiempo el helióstato detendrá el movimiento del eje en cuestión quedando el bit de consigna alcanzada desactivado para indicar que la referencia no fue encontrada en el tiempo especificado y se genera un mensaje de error codificado en el byte de diagnóstico del eje (ver apartado 10.3) quedando el helióstato enclavado en ERROR y del que hay que salir mediante una orden de RESET. Este estado está codificado con el valor 2.

Identificador “d”: Corresponde con la orden de **desenfoque** o de seguimiento desfasado (final del pasillo de seguridad) y no es necesario especificar ningún parámetro. La orden solo es aceptada desde estados con valores 10, 12, 13 y 14. La acción del helióstato será realizar un seguimiento al blanco definido en el punto de la matriz de enfoques F(5), correspondiente al blanco de seguimiento desfasado, SD. Este estado está codificado con el valor 11.

Identificador “e”: Corresponde con la orden de **enfoque** en caldera (receptor) y no será necesario especificar ningún parámetro. La orden únicamente será aceptada desde el estado de seguimiento desfasado, SD. La acción del helióstato será realizar un seguimiento al blanco definido en el punto de la matriz de enfoque F(6) correspondiente al blanco de seguimiento a caldera. Este estado está codificado con el valor 12.

Identificador “f”: Si va precedido por sólo un parámetro, *n*, corresponde con la orden de **enfoque al foco** definido en el elemento *n* de la matriz de enfoques. En este caso la orden será únicamente aceptada desde estados superiores al valor 5 (estados de seguimiento). Si el valor de *n* es menor de 6 el helióstato adopta el estado correspondiente al punto del pasillo de seguridad indicado. Para valores de *n* superiores el estado adoptado será con el valor 14.



REPORT: “Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Heliostato Autónomo, PCHA”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

Page 17



Si va precedido de tres parámetros y el estado inicial del heliostato es mayor de 10, el heliostato enfocará al blanco definido por éstos, los cuales corresponderán a las coordenadas en milímetros X, Y, Z, del foco en cuestión. Este estado está codificado con el valor 14.

Identificador “i”: Corresponde con una orden que pretende la **inmovilización** inmediata de los ejes del heliostato en la posición que tuvieran en ese instante. Al identificador no le sigue ningún parámetro. Esta orden también interrumpe una maniobra de búsqueda de ceros. Este estado está codificado con el valor 1.

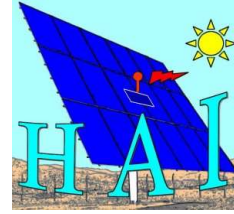
Identificador “n”: Corresponde con una orden de **seguimiento normal** a los rayos solares, de manera que la captación de energía sobre el plano especular del heliostato sea máxima. Este proceso garantizará una mayor producción de energía fotovoltaica y será empleada cuando, en condiciones favorables de luz, la energía acumulada en la batería alcance valores bajos debido a largos períodos de baja o nula insolación o cuando ésta se haya consumido debido a operaciones de subida-bajada repetitivas durante el día. No necesita ningún parámetro y es aceptada desde estados con valores superiores a 4. La rutina de seguimiento normal al Sol tiene en cuenta **el esquivo de la torre** de manera que al determinarse que el foco puede incidir en las inmediaciones de la torre, se produce un movimiento automático en el eje de elevación para elevar éste por encima hasta superar su altura permaneciendo inmóvil en ese punto. El heliostato únicamente mueve en azimuth hasta que el foco traspasa su obstáculo, la torre, momento en el cual el heliostato volverá a recuperar la consigna de elevación solar.

Identificador “p”: Corresponde con una orden de **posicionamiento** absoluto del heliostato. Será aceptada desde cualquier estado que no sea “fuera de servicio” (estado con valor 3) y durante una maniobra de búsqueda de ceros (estado con valor 2). Si sigue un parámetro *n* corresponde con la orden de envío al heliostato a una posición absoluta definida en el elemento de la matriz de puntos significativos especificado por el parámetro que sigue al identificador (número del 0 al 9), P(n).

Si va precedido de dos parámetros el heliostato buscará la posición definida por los mismos en su eje de acimut y de elevación, permaneciendo en esta posición fija hasta nueva orden. Este estado está codificado con el valor 1.

Identificador “q”: Corresponde con la orden de **desenfoque de emergencia**. La orden será únicamente aceptada desde los estados 13 y 14 siendo la acción del heliostato de realizar el seguimiento a un blanco definido como emergencia en la matriz de enfoques, F(7). A este identificador no le sigue ningún parámetro. Este estado está codificado con el valor 12.

Identificador “s”: Corresponde con la orden de **subir** al punto de seguimiento desfasado desde la posición de abatimiento siguiendo un pasillo de seguridad marcado por los puntos P(0), F(0), F(1), F(2), F(3) y F(4). Esta orden es aceptada desde el estado de abatimiento o desde estados intermedios del pasillo de seguridad (valores entre 5 y 10). Si ya estaba bajando se interrumpe la tarea y comienza la subida. Si ya estaba subiendo por el pasillo, una nueva recepción de esta orden origina un incremento en el punto del pasillo. No es necesario



especificar ningún parámetro. El valor del estado es el correspondiente al punto del pasillo en cada instante (valores 6, 7, 8, 9 ó 10).

Identificador “v”: Corresponde con la orden de **emergencia por alto viento**. No es necesario especificar ningún parámetro. Es aceptada en todas las condiciones incluso una búsqueda de ceros es interrumpida. Si el heliostato estaba en tareas de seguimiento (estado > 5) baja por pasillo de seguridad. En cualquier otra situación (estados < 6) la acción del heliostato será el conseguir la posición de reposo o de defensa definida en el punto significativo P(1). Este estado está codificado con el valor 12.

Identificador “w”: Corresponde con la orden de **fuera de servicio**. Es aceptada en todas las condiciones incluso una búsqueda de ceros es interrumpida. Este estado está codificado con el valor 3.

Identificador “x”: Corresponde con la orden de modificación de la **coordenada x del foco** activo de servicio. Le sigue un parámetro p que corresponde con la nueva coordenada x expresada en milímetros. Esta orden es aceptada desde estados superiores al valor 10. Se adopta el estado anterior.

Identificador “y”: Corresponde con la orden de modificación de la **coordenada y del foco** activo de servicio. Le sigue un parámetro p que corresponde con la nueva coordenada y expresada en milímetros. Esta orden es aceptada desde estados superiores al valor 10. Se adopta el estado anterior.

Identificador “z”: Corresponde con la orden de modificación de la **coordenada z del foco** activo de servicio. Le sigue un parámetro p que corresponde con la nueva coordenada z expresada en milímetros. Esta orden es aceptada desde estados superiores al valor 10. Se adopta el estado anterior.



REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstat Autónomo, PCIA”

DOC.Nº: R13/07-GG

DATE: 04/12/2007

Page 19



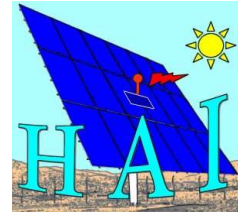
Compatibilidades entre órdenes y estados

		Identif Orden	a Abate	b Baja	c Ceros	d Segui Desfa	e Segui Norm	f Segui Foco	I Inmo- vil	n Segui Sol	p Punto Signif	q Segui Emer	s Sube	v Emer Vient	w Fuera Servi	x Coord focoX	y Coord focoY	z Coord focoZ
Estado																		
0	Mando Local	ML																
1	Mando Manual	MM	X		X				X		X			X	X			
2	Busca Ceros	BC	X		X				X					X	X			
3	Fuera servicio	FS	X						X					X	X			
4	Posición Defensa	DF	X		X				X		X			X	X			
5	Posición Abatim.	AB	X		X				X		X		X	X	X			
6	Blanco Tierra	BT	X	X	X			X	X	X	X		X	X	X			
7	Blanco 1 pasillo	B1	X	X	X			X	X	X	X		X	X	X			
8	Blanco 2 pasillo	B2	X	X	X			X	X	X	X		X	X	X			
9	Blanco 3 pasillo	B3	X	X	X			X	X	X	X		X	X	X			
10	Blanco 4 pasillo	B4	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X			
11	Seguim.Desfasad	SD	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X
12	Seguim.Emergen	SE	X		X	X		X	X	X	X			X	X	X	X	X
13	Seguim.Normal	SN	X		X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
14	Seguim.Foco	SF	X		X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
15	Seguim.Sol	SS	X		X			X	X	X	X			X	X	X	X	X

Tabla 3. Compatibilidades entre ordenes y estados

Ejemplos:

- Solamente podrá aceptarse una orden de seguimiento normal, SN con el heliostato previamente con el estado de SD.
- Solamente podrá aceptarse una orden de seguimiento de Emergencia, SE con el heliostato en estado de seguimiento a Normal o a Foco.
- Solamente podrá aceptarse una orden de Subir, con el heliostato en AB o en cualquier punto del pasillo de seguridad (BT, B1, B2, B3, B4).
- En mando local no se aceptan órdenes aunque queda registrada la última recibida que es ejecutada cuando se pase al control a automático.



7. IDENTIFICADORES DE PETICIÓN DE INFORMACIÓN Y ASIGNACIÓN.

Los identificadores representados con una letra mayúscula corresponden a mensajes enviados al heliostato y clasificados como peticiones de información o de asignación de parámetros. Ante un mensaje de asignación de parámetros, el heliostato o heliostatos afectados asimilarán el nuevo valor asignado al parámetro especificado sin contestar ni enviar mensaje alguno hacia el control central. Un mensaje de petición de información será enviado a un único heliostato de la línea, esperando la respuesta inmediata del mismo. Estos son:

Identificador “C”: Corresponde a mensajes de petición o modificación de los parámetros de **ajuste de ejes** del heliostato. Si al identificador no sigue parámetro alguno, el resultado será una petición de los parámetros de ajuste de ejes. En este caso, el heliostato contestará los siguientes parámetros en el orden indicado:

- a.- valor del ajuste en el eje de acimut (en bits)
- b.- valor del ajuste en el eje de elevación (en bits)

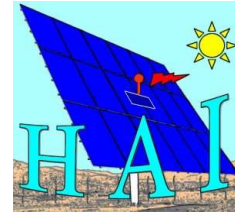
El objetivo es ajustar la posición de las referencias de los codificadores del heliostato con la posición real absoluta de inicio de los movimientos (ceros). Si después del identificador siguen dos parámetros, el resultado será la asignación de los nuevos valores a los parámetros de ajuste.

Identificador “F”: Corresponde a mensajes de petición o modificación de los parámetros de **enfoque** del heliostato. Si al identificador le sigue un único parámetro **n**, el resultado será una petición de las coordenadas de blanco del elemento $F(n)$ de la matriz de enfoques. Si $n = 11$ el resultado será una petición de las coordenadas en milímetros del último blanco utilizado (solo lectura). Si al parámetro **n** le siguen otros tres, **X,Y,Z**, el resultado será la asignación al blanco $F(n)$ de las nuevas coordenadas, en milímetros.

Identificador “G”: Corresponde a mensajes de petición o asignación de las coordenadas **topográficas** del heliostato expresadas en milímetros. Si al identificador no sigue parámetro alguno, el resultado será una petición de las coordenadas x, y, z actuales. Si al identificador le siguen tres parámetros, **X,Y,Z**, el resultado será una nueva asignación de dichos valores (en milímetros).

Identificador “H”: Corresponde a mensajes de petición o modificación de **hora**. Si al identificador no le sigue parámetro alguno, el resultado será la petición de la hora contestando el heliostato los siguientes parámetros y por este orden:

- a.- Hora (uno o dos dígitos. El cero a la izquierda no se manda)
- b.- Minuto (uno o dos dígitos. El cero a la izquierda no se manda)
- c.- Segundo (uno o dos dígitos. El cero a la izquierda no se manda)
- d.- Número de horas de adelanto con respecto a la hora solar (un dígito).



Si después del identificador siguen tres o cuatro parámetros, el resultado será una asignación de la nueva hora y del número de horas de adelanto con respecto a la hora solar.

Identificador “I”: Corresponde a mensajes de petición o modificación de parámetros de identificación y de movimiento en el seguimiento solar. Si al identificador no le sigue parámetro alguno, el resultado será la petición de los valores actuales de los parámetros siguientes:

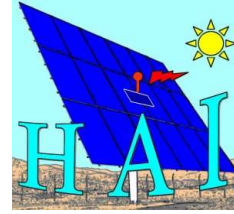
- a.- número de identificación del grupo al que pertenece (48-255)
- b.- número de identificación dentro del grupo (48-255)
- c.- valor de la banda muerta de seguimiento en el eje de acimut (0-15 en bits)
- d.- valor de la banda muerta de seguimiento en el eje de elevación (0-15 en bits)
- e.- valor de la banda de aproximación a consigna (0-255 en bits)

Si al identificador le siguen tres parámetros podrá suceder:

- a) Si el primer parámetro coincide con un código secreto (valor 1234) conocido sólo por personal autorizado, los siguientes dos parámetros corresponderán a los nuevos números de identificación de grupo y heliostato **a** y **b**.
- b) Si el primer parámetro no coincide con este código secreto, estos tres parámetros corresponderán a los indicados anteriormente con **c**, **d** y **e**.

Identificador “M”: Corresponde a mensajes de petición o asignación de registros o parámetros propios del módem. Con este identificador el control local puede consultar o modificar registros AT que particularizan el funcionamiento del radio módem. El protocolo empleado entre ambos equipos es AT y viene descrito en el anexo 1 de este documento. Los registros habitados para ser modificados son los siguientes:

Regis- tro	Descripción	Ej: Trama CC<>CL	Trama AT CL>MODEM	Trama AT MODEM>CL	Valores	V Def
S200	Solicita canal radio Asigna canal radio	11M200/<cs> 11M200,n/<cs>	ATS200?CrLf ATS200=nCrLf	ATS200=nCrLf OKCrLf	n = 0 a 8	0
S201	Pide Velocidad radio Asigna velocidad radio	11M201/<cs> 11M201,n/<cs>	ATS201?CrLf ATS201=nCrLf	ATS201=nCrLf OKCrLf	n = 0 a 3 0 radio a 20Kbits/s 1 radio a 40Kbits/s	1
S204	Pide Long. Carrier rad. Asigna Long. Carrier rad	11M204/<cs> 11M204,n/<cs>	ATS204?CrLf ATS204=nCrLf	ATS204=nCrLf OKCrLf	n = 5 a 65535 mseg	5
S210	PideVel. puerto serie Asigna Vel. puer serie	11M210/<cs> 11M210,n/<cs>	ATS210?CrLf ATS210=nCrLf	ATS210=nCrLf OKCrLf	n = 1 a 6 1 > 1200 Baud 2 > 2400 Baud 3 > 4800 Baud 4 > 9600 Baud 5 > 19200 Baud 6 > 38600 Baud* (con S201 a 40KBit/s)	5
S220	Pide Modo operación Asigna Modo operación	11M220/<cs> 11M220,n/<cs>	ATS220?CrLf ATS220=nCrLf	ATS220=nCrLf OKCrLf	n = 1 a 8 1 > Transparente 2 > Transp strengthens 3 > Transp. Secured 4 > Network Server.	1



					5 > Network Client. 6 > Telemetry Server 7 > Telemetry Client 8 > Radio relay	
Tabla 4. Tramas intercambiadas entre módem y Control						

Notas: **Cr** corresponde al carácter 0x13

El resto de los registros AT del módem vienen descritos en el anexo nº 1 de este documento.

Identificador “O”: Corresponde a mensajes de petición o asignación de offsets del helióstato. El offset es una pequeña corrección realizada en la consigna calculada en cada eje para llevar el foco al punto deseado. Con este parámetro se pretenden corregir pequeñas desviaciones producidas por desajustes de cálculo, mecánicos y/u ópticos. Si al identificador no sigue parámetro alguno, el resultado será una petición de los valores de ambos ejes. Si al identificador le sigue dos parámetros **of_az** y **of_el**, el resultado será una nueva asignación de dichos valores (en bits).

Identificador “P”: Corresponde a mensajes de petición o modificación de los **puntos significativos** de la matriz P(n). Si al identificador le sigue un único parámetro **n**, éste será el número del elemento de la matriz. En este caso el resultado será la petición del valor especificado en el elemento P(n). Si a este parámetro **n** le siguen otros dos, **az** y **el**, el resultado será la asignación al elemento P(n) de los valores (en bits) de la posición de los ejes del helióstato.

Identificador “T”: Corresponde a mensajes de petición o modificación de **fecha**. Si al identificador no le sigue parámetro alguno, el resultado será la petición de la fecha contestando el helióstato los siguientes parámetros y por este orden:

- a.- Día (uno o dos dígitos. El cero a la izquierda no se manda)
- b.- Mes (uno o dos dígitos. El cero a la izquierda no se manda)
- c.- Año (uno o dos dígitos. El cero a la izquierda no se manda).

Si después del identificador siguen tres parámetros, el resultado será una asignación de la nueva fecha indicada por los mismos.

Identificador “R”: Corresponde con una acción de **restablecimiento** ante la presencia de un fallo en el funcionamiento del helióstato. Si no sigue parámetro, la acción será “Restaura fallo” en donde se desbloquea la protección contra fallo y se reinician las condiciones de fallo. Si al identificador le sigue un parámetro **n**, la acción será “Reset hardware y software” en donde se produce una parada y arranque del controlador local.

Identificador “S”: Corresponde a mensajes de petición o modificación de los parámetros de **seguridad** y supervivencia. Si al identificador no le sigue parámetro alguno, el resultado será la petición de los valores actuales de los siguientes parámetros y en este orden:



REPORT: “ Protocolos de comunicaci3n,
rutinas de emergencia y par3metros del
Heli3stato Aut3nomo, PCHA ”

DOC.N3: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

Page 23

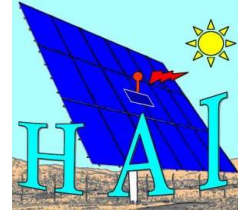


Tabla 5. *Par3metros de seguridad y autoprotecci3n*

n	variable	Descripci3n
1	Permisos	Permisivos de acciones autom3ticas (ver c3digo)
2	RadioON	Tiempo en minutos para, sin comunicaci3n, la entrada en letargo (0-255)
3	Tout	Tiempo en segundos de p3rdida de comunicaciones (0-255)
4	Ser_vel	Velocidad de las comunicaciones del heli3stato (0-6)
5	ChSOS	N3 del canal de radio asignado a la l3nea de emergencia (0-8)
6	ChRad	N3 del canal de radio asignado a la l3nea normal (0-8)

Si despu3s del identificador siguen dos par3metros, *n* y *v*, el resultado ser3 una asignaci3n del par3metro *n* al nuevo valor *v*.

* C3digo de *Permisos*:

Tabla 6. *Par3metros de seguridad. C3digo de permisos*

Bit	Valor o peso	Descripci3n
b0	1	Letargo autom3tico
b1	2	Emergencia por muy alto viento
b2	4	Emergencia por muy baja bater3a
b3	8	Desenf3que de emergencia por fallo de comunicaciones
b4 al b7		Reservas.

Ejemplo: el valor 9 activa el permiso de la primera b0 y la 3ltima acci3n b3.

* C3digo de *Ser_vel*:

1= 1200 baud

2= 2400 baud

3= 4800 baud

4= 9600 baud

5= 19200 baud

6= 38400 baud

Cualquier otro valor corresponder3 con 9600baud.

Identificador “?”: Corresponde siempre con una petici3n de informaci3n al heli3stato y ser3 utilizado para la realizaci3n del interrogatorio o *polling*. Si despu3s del identificador no sigue par3metro alguno o este es el valor cero, el resultado ser3 el env3o de la informaci3n b3sica correspondiente al *polling* de nivel b3sico. Si al identificador le sigue un par3metro *n* (0-9) la informaci3n devuelta por el heli3stato ser3 diferente dependiendo del valor de 3ste de tal forma que:

- **n = 0** (nivel 0): informaci3n b3sica (ver apartado 10).
- **n = 1** (nivel 1): informaci3n b3sica + posiciones Az y El (en bits)
- **n = 2** (nivel 2): informaci3n nivel 1 + consignas Az y El (en bits)
- **n = 3** (nivel 3) : informaci3n nivel 2 + acimut solar + 3ngulo cenital solar (en grados)



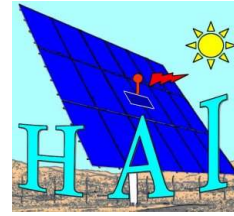
REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstatos Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 24



8. ESTRUCTURA DE LOS MENSAJES

Todos los mensajes intercambiados entre el control central y los heliostatos del campo solar tienen tres partes perfectamente diferenciadas. Están formados por una cabecera, un cuerpo o zona de parámetros y una finalización. Esta estructura, idéntica para cada línea de comunicaciones, se describe a continuación:

CABECERA: Compuesta por los siguientes tres bytes:

<nº de grupo> byte con valor desde el 48 al 255 (208 grupos máximo)

<nº de heliostato> byte con valor desde el 48 al 255 (208 heliostatos máximo)

<Identificador tipo del mensaje> valor desde el carácter ? (0x3F), hasta la z (0x7A); (60 identificadores máximo)

Tabla 7. Cabecera del mensaje

	1 ^{er} byte	2º byte	3 ^{er} byte
EJEMPLO	nº de grupo	nº de heliostato	identificador mensaje
Carácter ASCII	1	1	T
Código	49 (0x31)	49 (0x31)	84 (0x54)

ZONA DE PARÁMETROS: Sin ningún carácter separador, comienza a continuación de la cabecera. Cada parámetro podrá tener hasta 6 bytes correspondiendo cada uno de ellos a un dígito (0 al 9 en ASCII). Podremos especificar hasta un máximo de 6 parámetros separados, entre ellos, por comas (código ASCII = 0x2C). La tabla 4 muestra un ejemplo de composición de esta zona.

Tabla 8. Cuerpo del mensaje, zona de parámetros.

	4º byte	5º byte	6º byte	7º byte	8º byte	9º byte	10º byte	11º byte
	1º PARAMETRO		separador	2º PARAMETRO		separador	3º PARAMETRO	
EJEMPLO	1º dígito	2º dígito		1º dígito	2º dígito		1º dígito	2º dígito
car. ASCII	2	4	,	1	0	,	9	7
Código	50 (0x32)	52 (0x34)	45 (0x2C)	49 (0x31)	48 (0x30)	45 (0x2C)	57 (0x39)	55 (0x37)

FINALIZACIÓN DEL MENSAJE: Se compone de los siguientes dos caracteres:

<Fin mensaje> En un mensaje con parámetros seguirá al último dígito del último parámetro introducido. En un mensaje sin parámetros seguirá al byte <identificador del mensaje>. Será siempre el carácter ASCII “/” (valor 0x2F).

<Checksum> Será el byte cuyo valor sea el resultado de efectuar la operación XOR con todos los bytes del mensaje (en el ejemplo desde el primero hasta el doceavo, ambos inclusive) más dos claves.



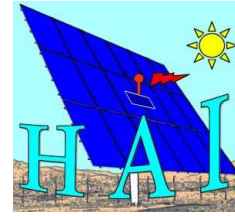
REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstatos Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 25



Clave1 = ano + mes + día + horas de adelanto (válido para el día en cuestión)

Clave2 = hora + minuto (válido para el minuto en cuestión)

Checksum = checksum del mensaje ^ clave1 ^ clave2;

El valor del checksum calculado antes de realizarse la transmisión debe de coincidir con el valor calculado con la trama recibida. Si no fuera así el mensaje será ignorado.

El motivo de codificar el *Checksum* con tramas de hora tiempo es para evitar que los mensajes intercambiados con los heliostatos puedan ser interceptados y pirateados por agentes malintencionados externos a la planta. Cada *checksum* de un mensaje será válido para un minuto por lo que los relojes del transmisor y del receptor han de estar perfectamente sincronizados. Es por ello que el control central, durante el interrogatorio o *polling* envía cada minuto un mensaje de sincronización de hora colectivo a todo el campo de heliostatos. Es por ello que para permitir la sincronización del receptor y del transmisor únicamente los mensajes con identificadores H y T no se codifican con las claves de tiempo.

Tabla 9. Finalización del mensaje

	12º byte	13º byte	
EJEMPLO	fin mensaje	Checksum	
Carácter ASCII	/		
Código	59 (0x2F)		

El ejemplo corresponde (ver tabla del apartado anterior) al mensaje enviado desde el control central hacia el heliostato número 1,1. Este mensaje de cambio de fecha es asimilado únicamente por el heliostato número 1,1. La fecha enviada es el 24 de octubre de 2097. En ASCII el mensaje completo del ejemplo sería:

11T24,10,97/a

Ya que las radiocomunicaciones son públicas y a pesar de que esta codificación es fácilmente descifrable, el mero hecho de su interceptación y descifrado supone una acción malintencionada y un delito contemplado en las leyes de las radiocomunicaciones.

9. DIRECCIONAMIENTO

Cada heliostato dispone, dentro de su control local, de dos números de identificación, uno que designa el grupo al que pertenece y otro que lo identifica dentro del grupo. Estos dos números pueden adoptar los valores de 48 a 255 por lo que la capacidad de direccionamiento de este sistema es de 208 grupos multiplicado por 208 heliostatos por grupo lo que hace un total de 43264 heliostatos. Un tercer número de identificación será ser también usado y asignará a la línea de comunicaciones o al canal de radio empleado lo que nos posibilitaría direccionar un número casi ilimitado de heliostatos.



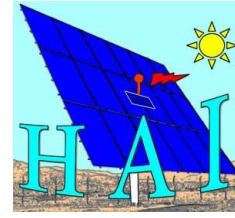
REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstató Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 26



El código 48, correspondiente al carácter “0” en ASCII, quedará reservado para la realización de órdenes colectivas significando “TODOS”.

Para evitar posibles problemas de duplicación en las identidades de los heliostatos, máxime cuando cada heliostato puede conmutar su línea o radiocanal, cada heliostato del campo tendrá una identificación única y diferente no pudiendo haber dos iguales aunque pertenezcan a líneas de comunicaciones diferentes ni emplear el carácter reservado “TODOS” (código ASCII 48)

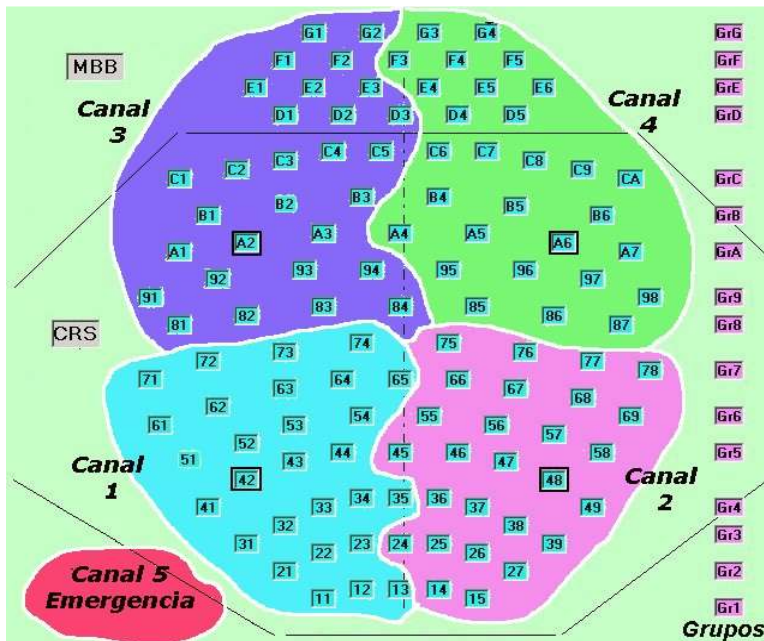


Figura 6. Direccionamiento e identificación.

En la figura 6 se propone una configuración en la cual no se repite ningún número de heliostato y coexiste el concepto de grupo y línea de comunicaciones. Los grupos se definen por filas y los heliostatos, dentro de cada fila, se enumeran de izquierda a derecha. Las líneas se hacen coincidir con los cuatro cuadrantes del campo definiendo 4 líneas operativas y una quinta para emergencias. La siguiente tabla 9 muestra algunos ejemplos de direccionamientos colectivos.

Direccionamiento			Helióstatos afectados
Línea	Grupo	Helióstató	
1	1	1	H11
1	1	0	H11, H12, H13
1	0	1	H11, H21, H31, H41, H51, H61, H71
0	1	0	H11, H12, H13, H14, H15
0	0	1	H11, H21, H31, H41, H51, H61, H71, H81, H91, HA1, HB1, HC1, HD1, HE1, HF1, HG1
0	0	0	Todos los heliostatos

La siguiente tabla 11 muestra algunos ejemplos de generación de tramas en una línea cualquiera de comunicaciones.



REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstató Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 27

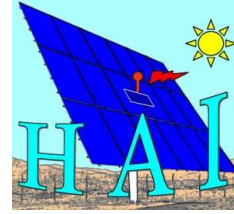


Tabla 11. Ejemplos de tramas

CONTROL CENTRAL		CONTROL LOCAL	
TRAMA	Descripción	TRAMA	Descripción
Mensajes al heliostato 1,1			
11T24,10, 7/<cs>	Cambia la fecha al hel. 1,1	No contesta trama	Asimila cambio fecha
11T/<cs>	Pide fecha al hel. 1,1	11T24,10,7/<cs>	Contesta con fecha
11?/<cs>	Pide información básica	11?est,event,d_az,d_el/<cs> 11?36,0,0,0/<cs>	Contesta informac. Básica En formato Hexadecimal est = byte de estado evento = byte de evento d_az = byte diagnost.Az d_el = byte diagnost.El
11?1/<cs>	Pide información nivel 1	11?est,aviso,d_az,d_el, pos_az,pos_el/<cs> 11?36,0,0,0,4500,500/	Contesta info. Básica más: pos_az = posición acimut pos_el = posición elevac.
11M200/<cs>	Pide valor registro 200 módem	11M200,0/<cs>	Contesta con valor canal radio
11O/<cs>	Pide valores de offsets	11OofAz,ofEl/<cs>	Contesta con offsets ejes
Mensaje a todos los heliostatos nº 1 de todos los grupos			
01f3/<cs>	Ir al punto de enfoque nº3	Nadie contesta	Todos los heliostatos nº 1 de todos los grupos aceptan
01F0,0,0,60000/<cs>	Modifica blanco caldera	Nadie contesta	Idem
Mensaje a todos los heliostatos del grupo 1			
10H10,0,0,2/<cs>	Cambia hora a todos los heliostatos del grupo 1	Nadie contesta	Todos los heliostatos del grupo asimilan el cambio
10e/ <cs>	Manda a enfoque a todos los heliostatos del grupo 1	Nadie contesta	Todos los heliostatos del grupo ejecutan la orden
10R/ <cs>	Restaura fallo	Nadie contesta	Todos los heliostatos del grupo ejecutan la orden
Mensajes a todos los heliostatos de la línea			
00p500,500/ <cs>	Todos los heliostatos a posición fija 500,500 bits	Nadie contesta	Todos asimilan y ejecutan
00a/ <cs>	Abatimiento de todos los heliostatos (sin pasillo seg.)	Nadie contesta	Todos asimilan y ejecutan
00P1,250,100/ <cs>	Asigna al punto 1 la posic. fija 250,100 bits	Nadie contesta	Todos asimilan el cambio del parámetro
00M200,0/<cs>	Asigna canal 0 al MODEM (registro 200 = 0)	Nadie contesta	Todos asimilan y ejecutan
00s/ <cs>	Todos los heliostatos suben por pasillo de seguridad a seguim. desfasado desde pos.abatiment	Nadie contesta	Todos asimilan el cambio del parámetro

Nota: <cs> corresponde al valor de checksum



10. INFORMACIÓN BÁSICA

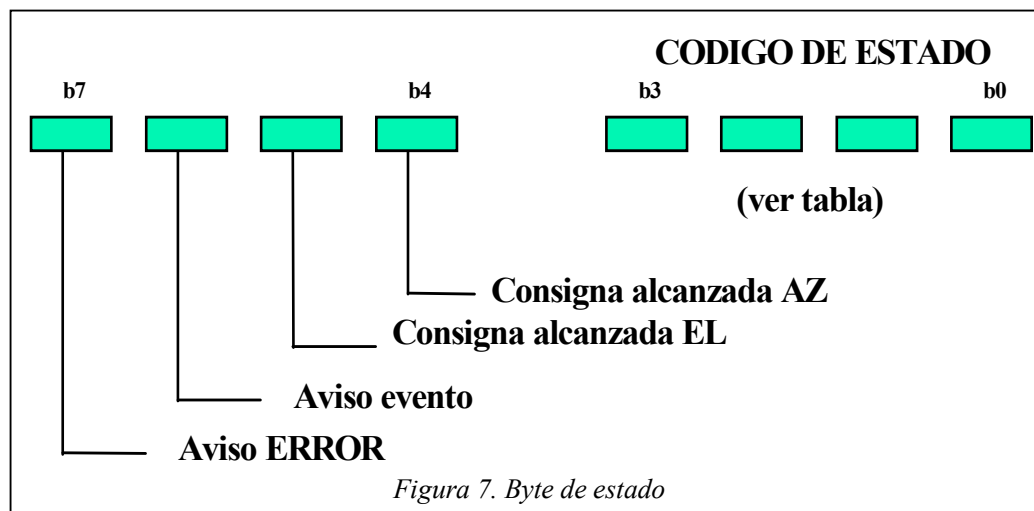
En la mayoría de las ocasiones, incluso durante la operación del campo de heliostatos, será más que suficiente para el operador conocer el estado de cada uno de los heliostatos, sin necesidad de conocer las posiciones absolutas de los ejes u cualquier otra información adicional. Dicha información se ha denominado “información básica”, la cual ha sido cuidadosamente seleccionada y condensada en cuatro bytes. Uno de los bytes, el transmitido primero al cual denominamos “byte de estado”, llevará una información codificada referente al estado del heliostato. El siguiente byte, denominado “byte de eventos”, nos informará de forma codificada, de los eventos registradas durante el funcionamiento del heliostato. Los otros dos bytes, denominados “bytes de diagnóstico” nos informarán de las anomalías o averías registradas en cada eje. Ya que estos bytes se transmiten en formato hexadecimal, se necesitarán, como máximo, dos caracteres por byte. Un mensaje típico será: `11?36,0,0,0/<cs>`

Esta información será suficiente para actualizar y animar en tiempo real el gráfico del campo de heliostatos del control central durante la operación rutinaria de la Planta Solar. Mediante la interpretación de estos bytes y la asignación de colores y otros atributos gráficos, se tendrá una visión general actualizada del campo solar en todo momento.

Corresponderá al responsable de Operación definir la asignación de atributos y colores a los estados y eventos así como los elementos de animación que desee para una mejor supervisión y operatividad del campo solar.

El control central descodificará todos estos bytes y asignará etiquetas informativas que podrán ser definidas externamente a la aplicación.

Byte de estado





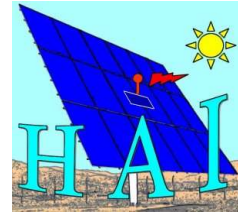
REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstato Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 29



Los cuatro primeros bits nos indicarán el estado del helióstato con arreglo al código mostrado en la tabla 12.

CODIGOS DE ESTADO			
	b3 ...b0	VALOR	ESTADO
CODIGOS POSICIÓN FIJA	0000	0	Operación local
	0001	1	Consigna fija o inmovilizado
	0010	2	Búsqueda de referencias (ceros)
	0011	3	Fuera de servicio
	0100	4	Posición de defensa (emergencia)
	0101	5	Abatimiento normal
CODIGOS POSICIÓN SEGUIMIENTO	0110	6	Blanco Tierra
	0111	7	Blanco 1 pasillo
	1000	8	Blanco 2 pasillo
	1001	9	Blanco 3 pasillo
	1010	10	Blanco 4 pasillo
	1011	11	Seguimiento desfasado
	1100	12	Blanco de emergencia
	1101	13	Seguimiento normal a caldera
	1110	14	Enfoque a foco significativo
	1111	15	Seguimiento normal al sol

Tabla 12. Códigos de estado en el helióstato autónomo

Consigna alcanzada: Cuando el bit b4 y/o b5 está activo (1) se indica que el estado indicado en los bits anteriores está alcanzado en un eje y/o en el otro. Si está desactivo (0) significa que el eje en cuestión está en transición (moviendo) hacia ese estado.

Aviso evento: Cuando el bit b6 está activo (1) se indica que hay un evento registrado en el byte de eventos siendo aconsejable su lectura inmediata.

Aviso ERROR: Cuando el bit b7 está activo (1) se indica que hay un error registrado en los bytes de diagnóstico siendo aconsejable su lectura inmediata.



REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstató Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 30



Byte de eventos

Los códigos recibidos en este byte deberán de asociarse con una tabla de etiquetas, perfectamente modificable. Estás serán, inicialmente las siguientes:

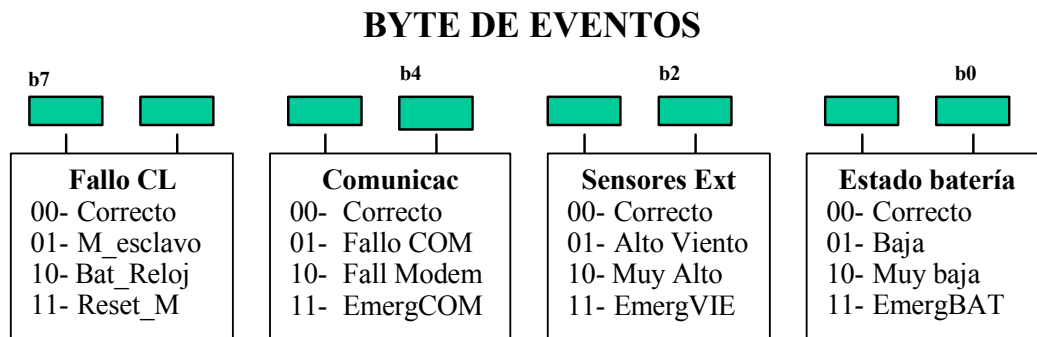
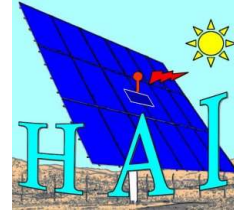


Figura 8. Byte de eventos

Código del estado de baterías (bits 0 y 1)		
Cod. Binario	Cod. dec	Etiqueta
00	0	Todo correcto
01	1	Aviso de Batería baja (2seg)
10	2	Aviso de Batería muy baja (2seg)(emergencia)
11	3	Emergencia por batería
Código de los condicionantes externos (bits 2 y 3)		
Cod. Binario	Cod. dec	Etiqueta
00	0	Todo correcto
01	1	Aviso de alto viento
10	2	Aviso de Muy Alto Viento (2seg) (emergencia)
11	3	Emergencia por viento
Código de las radiocomunicaciones (bits 4 y 5)		
Cod. Binario	Cod. dec	Etiqueta
00	0	Todo correcto
01	1	Fallo de comunicaciones
10	2	Fallo MODEM AT
11	3	Emergencia por comunicaciones
Código de Otros (bits 6 a 7)		
Cod. Binario	Cod. dec	Etiqueta
00	0	Todo correcto
01	1	Fallo del micro esclavo
10	2	Fallo Batería Reloj BQ3287
11	3	RESET micros

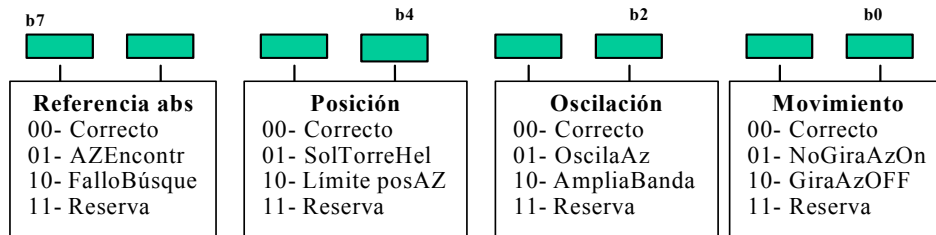
Tabla 13. Códigos en el byte de eventos



Bytes de diagnóstico

Cada eje del heliostato tendrá asignado un byte de diagnóstico. El byte de diagnóstico de acimut se transmite primero. Estos bytes están codificados de la siguiente manera:

BYTE DE DIAGNÓSTICO AZ



BYTE DE DIAGNÓSTICO EL

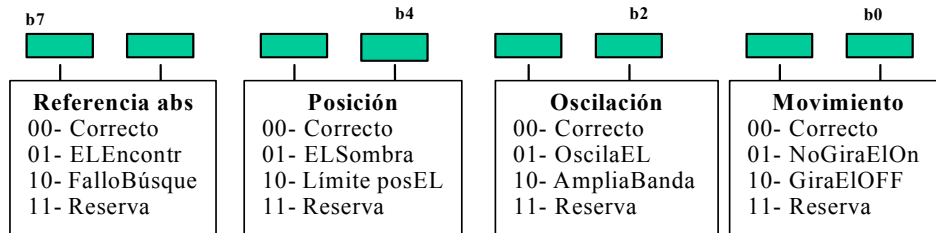


Figura 9. Bytes de diagnóstico

Código de análisis movimiento (bits 0 y 1)		
Cod. Binario	Cod. Dec	Etiqueta
00	0	Todo correcto
01	1	Fallo_No mueve AZ con motor ON (6 seg)
10	2	Fallo_Mueve AZ con motor OFF (18 seg)
11	3	Reserva
Código de análisis de oscilaciones (bits 2 y 3)		
00	0	Todo correcto
01	1	Fallo_Oscila AZ (cambia sentido 16 v/min)
10	2	Aviso_Oscila AZ. 10 v/min> AmpliaBandaAZ (6 bits)
11	3	Reserva
Código de análisis de posiciones críticas(bits 4 y 5)		
00	0	Todo correcto
01	1	Aviso_Sol, Torre y Helióstatto en Línea
10	2	Fallo_Posición límite AZ alcanzada
11	3	Reserva
Código de análisis de codificadores (bits 6 a 7)		
00	0	Todo correcto
01	1	Aviso_Cero AZ encontrado (temporizado tout seg)
10	2	Fallo_Búsqueda del cero en AZ
11	3	Reserva

Tabla 14. Códigos del byte de diagnóstico de azimuth



REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstatos Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 32



Código de análisis movimiento (bits 0 y 1)		
Cod. Binario	Cod. Dec	Etiqueta
00	0	Todo correcto
01	1	Fallo_No mueve EL con motor ON (6 seg)
10	2	Fallo_Mueve EL con motor OFF (18 seg)
11	3	Reserva
Código de análisis de oscilaciones (bits 2 y 3)		
00	0	Todo correcto
01	1	Fallo_Oscila EL (cambia sentido 16 v/min)
10	2	Aviso_Oscila EL. 10 v/min> AmpliaBandaEL(6 bits)
11	3	Reserva
Código de análisis de posiciones críticas(bits 4 y 5)		
00	0	Todo correcto
01	1	Aviso_ElevaciónSol_HelSombraTorre
10	2	Fallo_Posición límite EL alcanzada
11	3	Reserva
Código de análisis de codificadores (bits 6 a 7)		
00	0	Todo correcto
01	1	Aviso_Cero EL encontrado (temporizado tout seg))
10	2	Fallo_Búsqueda del cero en EL
11	3	Reserva

Tabla 15. Códigos del byte de diagnóstico de elevación

11. OPERACIÓN

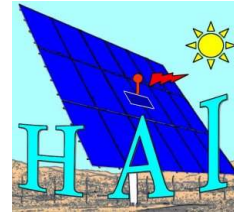
Se describen aquí las rutinas operativas, estrategias y aquellas consideraciones que, desde el punto de vista operativo, se han de tener en cuenta.

11.1 Rutinas de emergencia

El heliostato autónomo PCHA dispone de cuatro rutinas de emergencia que pueden ser activadas y configuradas desde el Control Central mediante el grupo de parámetros de seguridad, S. Estas rutinas, una vez activadas, supervisan las condiciones externas de funcionamiento del heliostato y lo protegen de circunstancias extremas que pueden dañar su integridad o afectar al buen funcionamiento de la Planta Solar.

Aunque un heliostato autónomo siempre atenderá a las consignas recibidas desde el Control Central, en condiciones especiales, adoptará decisiones propias con vistas a salvar su integridad. Ello dará una mayor seguridad operativa a la Planta Solar ya que, aunque todos los sistemas de seguridad de la misma fallen, los heliostatos autónomos adoptarán posiciones seguras ante situaciones peligrosas.

Las rutinas adoptadas han sido:



11.1.1. Letargo

Una vez que el permisivo ha sido activado, poniendo a 1 el primer bit del parámetro denominado *permisos* perteneciente al grupo de seguridad o identificador *S*, cada helióstató tendrá definida, dependiendo del valor alojado en los parámetros *t_out* y *letargo* pertenecientes al mismo grupo de seguridad, una manera de actuar para reducir sus consumos eléctricos y ahorrar energía para ello desconecta los consumos de las tarjetas de potencia y la radio quedándose únicamente activa la tarjeta de control y los codificadores.

Este proceso se adopta en periodos nocturnos o de inactividad del campo de helióstatos.

Para que un helióstató se aletargue deben darse las siguientes condiciones:

0. Tener su permisivo activo
1. Estar en su consigna de Abatimiento, AB, en emergencia (viento o muy baja tensión de batería) en local o en fallo (en cualquier otro estado tal como mando manual, búsqueda de ceros,... un helióstató nunca se aletargará).
2. Haber perdido comunicación con el Control Central por las líneas Normal y de Emergencia (canales de radio definidos por los parámetros *ChRad* para el canal normal y *ChSOS* para el de emergencia) durante *letargo* minutos.

Durante este periodo de letargo el helióstató sólo atiende a las comunicaciones con el Control Central activando periódicamente la radio en breves periodos de tiempo. Los ciclos de conexión/desconexión están definidos por los parámetros *t_out* y *letargo*. La radio es activada, cada *letargo* minutos, durante *t_out* segundos.

Si durante este tiempo de activación el helióstató recibe un mensaje dirigido al él, este sale de letargo provocando un RESET al microcontrolador. Durante el nuevo arranque el helióstató inicializa su funcionamiento, arrancando en el canal normal y adoptando un estado de “Fuera de Servicio” en el cual el helióstató atiende las comunicaciones pero tiene desconectada la potencia. El operador debe de poner operativo al helióstató mandándole una orden de abatimiento.

11.1.2. Emergencia por muy alto viento.

Todos los helióstatos autónomos pueden disponer de un sensor de viento especialmente diseñado para esta aplicación aunque, en campos de helióstatos y por razones prácticas, sólo unos pocos lo incorporarán. Los helióstatos con sensor de viento supervisarán las condiciones del viento para garantizar el funcionamiento seguro de sí mismos y del grupo de helióstatos que le han sido asignados.

En el campo PCHA han sido seleccionados los helióstatos H41, H91 y HC1 como supervisores de viento. Cada supervisor, comandará a los helióstatos asignados a su mismo número de canal de radio cuando las condiciones sean peligrosas y el Control Central, gestor principal de la seguridad, no dé señales de actividad.



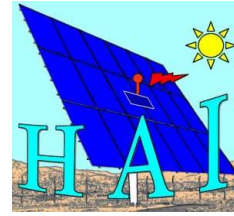
REPORT: “Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstato Autónomo, PCHA”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 34



Así el helióstato H41 supervisará las primeras cuatro filas de heliostatos todos ellos funcionando en el canal nº 2 de radio, el helióstato H91 hará lo mismo para las filas 5, 6, 7 y 8 en el canal nº 4 de radio y el HC1 lo hará para las filas 9, 10, 11 y 12 en el canal nº 6 de radio.

Una vez que el permisivo ha sido activado, poniendo a 1 el segundo bit del parámetro denominado *permisos* perteneciente al grupo de seguridad o identificador *S*, cada supervisor podrá comandar a posición segura a su grupo de heliostatos cuando:

- El sensor de viento haya detectado rachas intensas superiores o iguales a 70Km/h.
- El Control Central no comunique con el supervisor ni haya adoptado previamente decisión alguna bien por problemas en su funcionamiento o por estar fuera de servicio.

Dadas estas condiciones, el supervisor activa el canal de radio y envía el comando de emergencia por viento el cual debe ser escuchado e interpretado por todos los heliostatos de su grupo. El comando enviado por el supervisor tiene la siguiente estructura:

00v/ch siendo 00 = Todos los heliostatos, todos los grupos del canal de radio

v = Emergencia por viento

/ch = Checksum

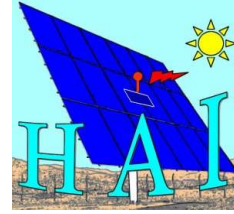
Los heliostatos del grupo que estuvieran en operación de foco, bajarán por el pasillo de seguridad hasta la posición de abatimiento, para proceder después, como el resto de los heliostatos, a conseguir su posición de defensa la cual es aquella que ha sido configurada para ofrecer menor oposición al viento.

En el campo PCHA la posición de defensa ha sido configurada en la posición AZ = 10000 y EL = 250 aunque puede definirse cualquier otra en cualquiera de los heliostatos autónomos. Esta posición coloca al helióstato con las facetas mirando al suelo ligeramente levantadas de la horizontal (4,5°) y en dirección sur.

En estas condiciones, el supervisor que ha causado la emergencia, informará al Control Central, durante las rondas de petición de estado, de la situación de emergencia por viento poniendo a 1 el cuarto bit del byte *aviso*.

Antes de provocarse esta situación, cada supervisor habrá avisado previamente al Control Central con alarmas de Alto Viento fijadas sobre los 55Km/h. Para ello el mensaje quedará codificado poniendo a 1 el bit tercero del byte *aviso*.

Los heliostatos que han adoptado la posición de defensa informarán al Control Central de su nueva situación, durante las rondas rutinarias de petición de estado. Para ello el primer dígito, en hexadecimal, del byte *estado* tomará el valor 4 que corresponde a la situación de emergencia por Muy Alto Viento.



11.1.3. Emergencia por baja tensión de batería

Una vez que el permisivo ha sido activado, poniendo a 1 el tercer bit del parámetro denominado *permisos* perteneciente al grupo de seguridad o identificador *S*, cada helióstato tendrá definida una manera de actuar en el caso que, durante su operación normal en el campo de helióstato, se produzca una muy baja tensión de batería.

Previamente a esta situación el helióstato habrá avisado al Control Central con una alarma de Baja Tensión de Batería al objeto de recibir instrucciones del operador.

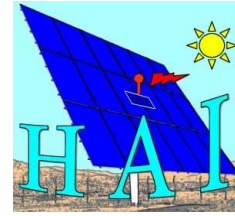
Si, después de este aviso, se llegara a producirse el estado de emergencia de Muy Baja Tensión de Batería el helióstato, antes de quedarse sin energía, decidirá mover primeramente solo el eje de elevación hacia la posición de emergencia más cercana (espejo mirando al cielo o al suelo) para mover después, si aún queda energía suficiente en la batería, en azimut buscando su posición de abatimiento. Alcanzada esta posición el helióstato desconectará la potencia y se aletargará.

11.1.4. Emergencia por fallo de las comunicaciones

Una vez que el permisivo ha sido activado, poniendo a 1 el cuarto bit del parámetro denominado *permisos* perteneciente al grupo de seguridad o identificador *S*, cada helióstato tendrá definida, dependiendo del valor alojado en los parámetros *t_out* y *letargo* pertenecientes al mismo grupo de seguridad, una manera de actuar en el caso que, durante su operación normal en el campo de helióstato, se pierda comunicación con el Control Central.

El helióstato autónomo, transcurridos *t_out* segundos sin recibir la ronda de petición de estado generada continuamente por el Control Central, decidirá automáticamente cambiar al canal de radio de emergencia para intentar allí la comunicación. Este canal está definido en el parámetro del mismo grupo denominado *ChSOS*. Pueden suceder dos casos:

- **Caso_1: La comunicación se establece en este nuevo radiocanal**, el helióstato estará operando normalmente empleando este canal hasta que, desde el Control Central sea nuevamente pasado a su canal normal de operación. Esta circunstancia puede darse cuando exista alguna anomalía en uno de los radiomodem maestros o cuando aparezcan importantes y persistentes interferencias que impidan la comunicación en uno de los canales de radio. Una vez restituido el funcionamiento del radiomodem, la comunicación puede volver a establecerse por los caminos o radiocanales normales. Esta rutina garantiza la operación de uno o de un grupo de helióstatos que, perdiendo comunicación con el Control Central, pueden reestablecerla empleando otro canal de radio.
- **Caso_2: En el canal de emergencia tampoco se establece la comunicación** con el Control Central. Después de transcurrir sin comunicación otros *t_out* segundos, (dos veces *t_out* segundos desde que surgió la emergencia) podrá suceder:
 - **Caso 2_1. El helióstato está en Seguimiento Normal, SN, o en seguimiento de foco (estados 13 y 14).** El helióstato decidirá ir a su foco de emergencia establecido en el foco significativo nº 7, F7. Permaneciendo allí *letargo* minutos. Agotado este tiempo sin haberse establecido comunicación en ninguno de los canales operativos (normal y



- emergencia) el heliostato decidirá bajar por el pasillo de seguridad hasta su posición de abatimiento.
- **Caso 2_2. El heliostato estaba en Seguimiento Desfasado SD.** Transcurridos *letargo* minutos sin establecerse comunicación por ninguno de los dos canales (normal o emergencia) el heliostato decidirá bajar por el pasillo de seguridad hasta su posición de abatimiento.
 - **Caso 2_3. El heliostato estaba abatido AB o llega a este estado de la consecuencia anterior.** Transcurridos *letargo* minutos sin establecerse comunicación por ninguno de los dos canales (normal o emergencia) el heliostato decidirá aletargarse, (también lo haría si esta en fallo).
 - **Caso 2_4. El heliostato esta en cualquier otro estado.** En mando manual, consigna fija, punto significativo o en tarea de búsqueda de ceros, el heliostato no adopta ninguna decisión.

11.2. Posicionamiento de un heliostato PCHA

Los heliostatos autónomos PCHA vienen provistos de dos codificadores ópticos (encoders) en los ejes de azimut y elevación del mecanismo al objeto de medir la posición angular de los mismos con precisión.

La resolución empleada en estos heliostatos es de 20000 pasos por vuelta los que significa que una distancia angular de 360 grados corresponderá con una lectura de 20000 *bits*. Ello aporta una resolución angular de $360/20000 = 0.018^\circ$ lo que corresponderá, en la jerga empleada, al valor de un *bit*.

Las posiciones angulares del heliostato así como determinadas parámetros del mismo vendrán especificadas en *bits*.

Como se indicó en el apartado 2, página 5 de este documento, se define un criterio de signos en los movimientos de los dos ejes del heliostatos de manera que en Azimut la posición cero esta definida al norte y aumenta con signo positivo hacia el este. Respecto al eje de Elevación la posición cero se define con los espejos mirando al suelo aumentando a medida que el espejo se levanta en dirección a la vertical:

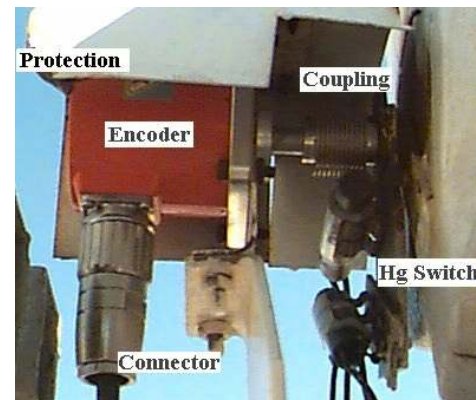


Figura 10. Codificador de Elevación

Posición eje de Azimut			Posición eje de Elevación		
Espejo hacia:	grados	bits	Espejo hacia:	grados	bits
El norte	0	0	El suelo	0	0
El este	90	5000	El horizonte	90	5000
El sur	180	10000	El cielo	180	10000
El oeste	270	15000			



REPORT: “Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Heliostato Autónomo, PCHA”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 37

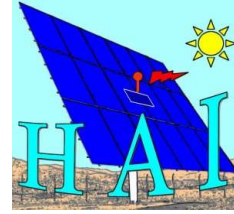


Tabla 16. Criterio de posición de ejes

Las posiciones y los límites característicos de los heliostatos PCHA son las siguientes:

Posiciones y límites característicos		grados	bits	Observaciones
Referencias Absolutas (ajustes de ejes)	Azimut	175	9722	Valores aproximados ± 50 bits
	Elevación	5	278	
Posición de Abatimiento	Azimut	180	10000	Definido en: Punto significativo P[0]
	Elevación	2,7	150	
Posición de defensa	Azimut	180	1000	Definido en: Punto significativo P[1]
	Elevación	4,5	250	
Posición de lavado	Azimut	72	4000	Definido en: Punto significativo P[2]
	Elevación	90	5000	
Límites de mov_ AZIMUT (por software)	Tope ESTE	70,2	3900	No se permite mover después de este límite
	Tope Oeste	289,8	16100	
Límites de mov_ ELEVACION (por software)	Tope BAJA	7,2	-400	No se permite mover después de este límite
	Tope SUBE	181,8	10100	
Finales de carrera AZIMUT	FC_E	71,1	3950	Valores aproximados ± 50 bits
	FC_O	288	16000	
Finales de carrera ELEVACION	FC_B	-6,3	-350	Valores aproximados ± 50 bits
	FC_S	180	10000	

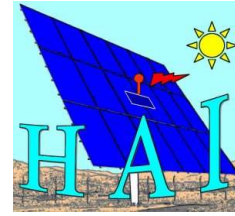
Tabla 17. Posiciones y límites característicos de heliostatos PCHA

Las referencias absolutas o ceros de los codificadores están localizados aproximadamente en los valores indicados con una banda de tolerancia de ± 100 bits ya que dependen de las condiciones del montaje de los codificadores de los heliostatos.

El movimiento en ambos ejes está limitado por el software y no se permitirán posiciones más allá de estos valores en el funcionamiento en modo automático. De alcanzarse alguno de estos límites, el control quedará enclavado en fallo.

Los finales de carrera de los heliostatos deberán de limitar aún más los límites fijados por software. La posición y límite real de estos finales de carrera dependerán de la tolerancia en el montaje fijada en unos ± 50 bits. Estos límites impedirán el movimiento en cualquier condición operativa impidiendo la llegada de la orden de movimiento a la tarjeta de potencia.

Las coordenadas de los blancos y de los focos de los heliostatos vendrán definidos en milímetros con respecto a un sistema de coordenadas cartesianas X, Y y Z con origen en el centro de la Torre. Este fue descrito en el apartado 2, página 6 de este documento de manera que el eje X es positivo hacia el Este, el eje Y es positivo hacia el Norte y el eje Z es positivo hacia arriba.



11.3. Mando Local

De forma local cada helióstato puede ser maniobrado mediante el accionamiento manual de tres interruptores dispuestos en el lateral de la caja de control local. El operario podrá acceder a estos interruptores aflojando las dos palometas y retirando la tapa existente en el lado este del pedestal. Este movimiento estará limitado por los finales de carrera.

Los interruptores son los siguientes:

Interruptor Auto/Manual	2 posiciones (Pos_Izq)	En AUTO los otros interruptores no actúan
Interruptor Este/OFF/Oeste	3 posiciones (Pos_Central)	En MANUAL mueve en Azimut
Interruptor Subir/OFF/Bajar	3 posiciones (Pos_Dcha)	En MANUAL mueve en Elevación

Tabla 18. Interruptores del mando local



Figura 11. Control local

Desde estos interruptores el helióstato puede ser maniobrado siempre por personal autorizado al objeto de realizar tareas de mantenimiento en campo tales como lavado o reparación.

11.4. Control Central

En la sala de control de la Planta Solar estará alojado un ordenador que realizará las funciones de gestión de las comunicaciones con el campo de helióstatos debiendo de recabar, en tiempo real, información actualizada de todos y cada uno de los helióstatos y enviar las órdenes oportunas al campo para una correcta operación de la Planta Solar. Para ello esta información deberá de monitorizarse y estar disponible por el operador en un entorno gráfico. Esta interfase hombre-máquina deberá de ser amigable e intuitiva con animación de sinópticos e imágenes de campo y con generación de órdenes o peticiones individuales o colectivas mediante la selección por ratón, pantalla táctil, botones o cualquier otro método que facilite la operación.

Desde este control central se controlarán las comunicaciones del campo de helióstatos debiendo ser posible:

- La gestión de las comunicaciones y de los flujos de información recibidos desde los radio módems maestros.
- Interacción con los radio módems maestros al objeto de acceder a sus parámetros internos para adaptar sus condiciones de trabajo (canal, frecuencia, potencia, velocidad, etc...)
- Generar el motor y el control de las comunicaciones para realizar *pollings* cíclicos con tiempos de refresco ajustables.
- Entorno amigable. Interfaz gráfico mediante ventanas y botones que sirva al operador para monitorizar el campo de helióstatos mediante sinópticos y códigos de colores y estado.
- Selección gráfica de helióstatos para el envío de órdenes individuales, a grupos o colectivas así como para solicitar estados.
- Visualización en tiempo real de los estados y diagnósticos de todos los helióstatos.



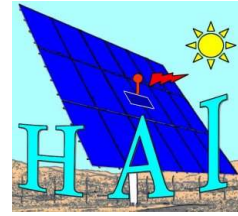
REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstatto Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 39



- Consulta y/o modificación de parámetros.
- Registro de tramas, parámetros y datos de los heliostatos con la actualización de una base de datos.

La aplicación deberá correr en:

- Un ordenador PC en entorno Windows que servirá como estación base y estará situado en la sala de control.
- Un ordenador portátil que servirá para el control de la operación de un heliostato en campo.

Figura 12. Ejemplo de consulta/modificación de parámetros

Desde una pantalla similar a la de la figura 12 se podrán consultar y o modificar los parámetros de uno o un grupo de heliostatos así como el envío de órdenes al campo y la visualización de las tramas recibidas del heliostato.



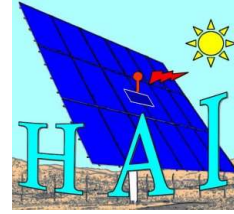
REPORT: "Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Heliostato Autónomo, PCHA"

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 40



La figura 13 muestra el aspecto que podría tener la pantalla de información de un heliostato. Esta pantalla debe de contener una información completa del mismo mostrando su base de datos, su estado, sus consignas, posiciones y diagnósticos. Un sinóptico animado con parpadeos y colores codificados por estados ayudará al operador a asimilar rápidamente la información del heliostato.

Figura 13. Ejemplo de información de heliostato

En esta pantalla el operador encontrará el valor registrado de todos y cada uno de los parámetros del heliostato así como mensajes de estado, de evento y de diagnóstico concretos y precisos que indicarán las condiciones operativas del heliostato actualizadas en tiempo real. El operador podrá igualmente conocer los permisos habilitados para la realización de tareas de emergencia, las posiciones angulares en bits y las consignas así como el vector solar calculado por el heliostato los permisos de tareas de emergencia. Podrá igualmente enviar comandos u órdenes al heliostato y saber si las comunicaciones con el control se establecen con asiduidad y cuando fue el último contacto.

Desde esta pantalla será muy cómodo el acceso directo a una imagen del campo de heliostatos pinchando en el logo.



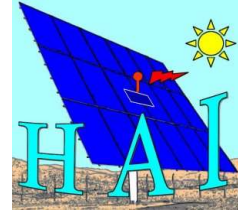
REPORT: "Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstatos Autónomo, PCHA"

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 41



La figura 14 muestra una imagen animada del campo de helióstatos.

Esta imagen de campo puede ser muy útil para una visión global de la operación del campo de helióstatos y para realizar selecciones o deselecciones de grupos de helióstatos creando listas de helióstatos y órdenes colectivas. Para seleccionar un helióstatos y agregarlo a la lista bastará con pulsar sobre él. Para deseleccionarlo bastará con hacer un doble clic sobre él.

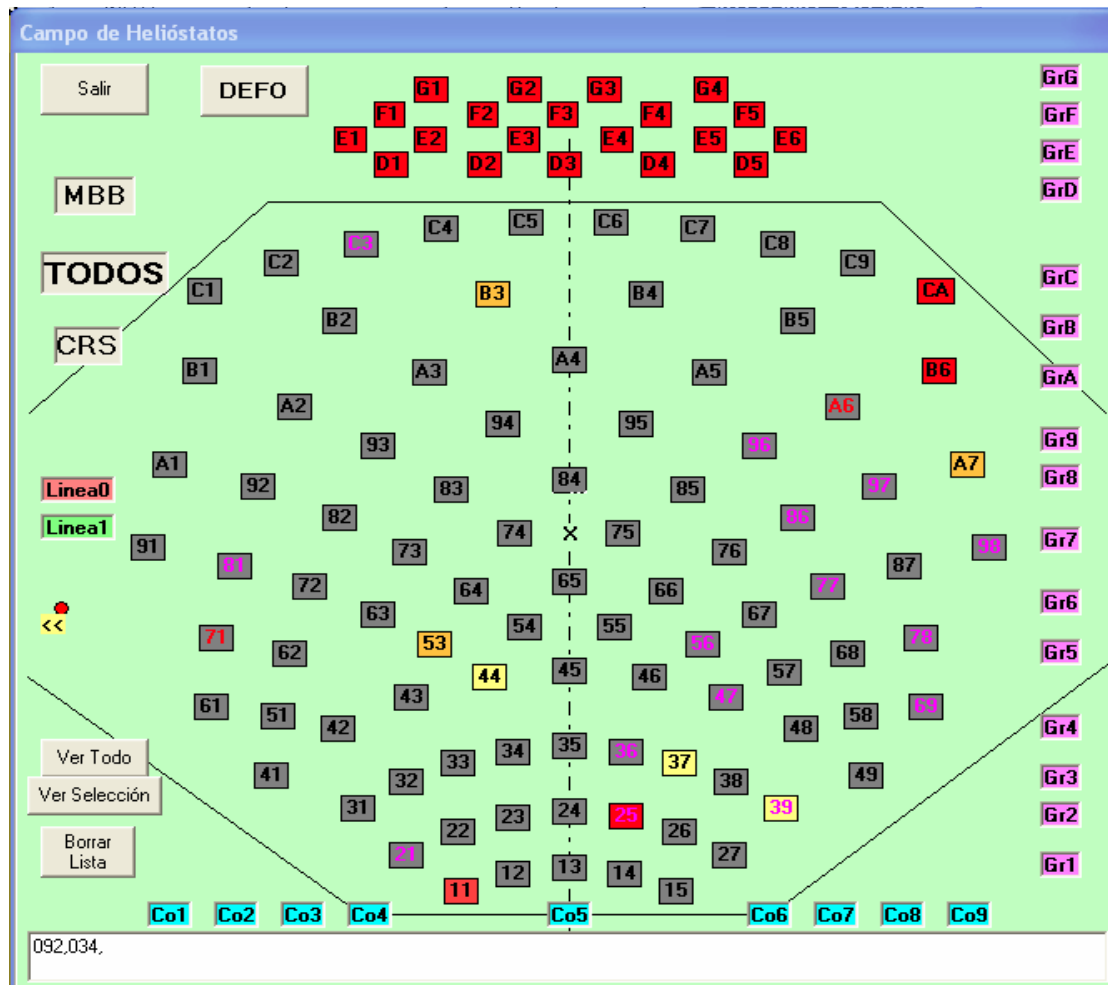


Figura 14. Imagen del campo de helióstatos

Para completar esta información otra pantalla será necesaria para conocer de forma agrupada cuántos helióstatos están en cada uno de los estados y para desplegar tablas de consignas y estados de grupos de helióstatos posibilitando el envío de órdenes o comandos colectivos a grupos ya formados (almacenados en archivos) o seleccionados para el momento. También desde esta pantalla habrá un acceso directo a la imagen del campo haciendo clic en el logo.

La figura 15 muestra una pantalla ejemplo de este tipo en la que además contiene una ventana con los avisos y fallos registrados y almacenados en disco.



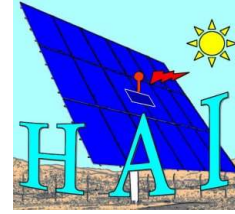
REPORT: "Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstatos Autónomo, PCHA"

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 42



Primer Campo de Helióstatos Autónomos PCHA

Archivo Ayuda

Parámetros Hel INFO Helióstatos INFO Campo Comunicaciones Registros 29/11/2007 15:55:28

NHel's Transitan

Operación local. 4 1

Consigna fija... 0 0

Búsqueda ceros... 0 0

Fuera servicio... 23 0

Posición defensa 1 0

Abatimiento norm 83 1

Blanco Tierra... 0 0

Blanco 1..... 0 0

Blanco 2..... 0 0

Blanco 3..... 0 0

Blanco 4..... 0 0

Seguim.Desfasado 3 0

Foco Emergencia. 0 0

Seguim.Normal... 0 0

Foco significat. 0 0

Seguim. al Sol.. 0 0

ERROR..... 2 0

EVENTO..... 15 0

Grupos

Seleccionar

Gr0

Crear

Comandos

S.Desf. SD Bajar PS Abatir AB Fuera Serv. Ir a punto Az.El Posic. defens Reset

Caldera SN Subir PS Radiom

Emerg. SE Ir a foco Busca ceros

S.Solar SS X Y Z X,Y,Z Inmóvil

14:24:16><<_NO_CONTESTA

14:24:16>G4_NO_CONTESTA

14:24:16>G3_NO_CONTESTA

14:24:16>G2_NO_CONTESTA

14:24:16>G1_NO_CONTESTA

14:24:16>F5_NO_CONTESTA

14:24:16>F4_NO_CONTESTA

14:24:16>F3_NO_CONTESTA

Operación local

Seleccionar 93 Borrar Lista

L Hel	Estado	Flags	Posicion	Consigna (0)
0 11	Posición def	0 0 0 0	9999 249	10000 250
0 12	Abatimiento	0 0 0 0	9997 147	10000 150
0 13	Abatimiento	0 0 0 0	10002 147	10000 150
0 14	Abatimiento	0 0 0 0	10003 147	10000 150
0 15	Abatimiento	0 0 0 0	10003 148	10000 150
0 21	Abatimiento	0 1 0 0	9997 146	10000 150
0 22	Abatimiento	0 0 0 0	10003 147	10000 150
0 23	Abatimiento	0 0 0 0	10004 147	10000 150
0 24	Abatimiento	0 0 0 0	10004 148	10000 150
0 25	Fuera servic	0 1 0 0	-12211-21651	-12211-21651
0 26	Abatimiento	0 0 0 0	9998 149	10000 150
0 27	Abatimiento	0 0 0 0	9998 147	10000 150
0 31	Abatimiento	0 0 0 0	10004 148	10000 150
0 32	Abatimiento	0 0 0 0	9998 148	10000 150
0 33	Abatimiento	0 0 0 0	10004 149	10000 150
0 34	Abatimiento	0 0 0 0	10002 148	10000 150
0 35	Abatimiento	0 0 0 0	10000 150	10000 150
0 36	Abatimiento	0 1 0 0		
0 37	Operación lo	0 0 0 0	8251 153	10000 150
0 38	Abatimiento	0 0 0 0	9997 148	10000 150
0 39	Operación lo	0 1 0 0		
0 41	Abatimiento	0 0 0 0	10000 147	10000 150
0 42	Abatimiento	0 0 0 0	10003 147	10000 150
0 43	Abatimiento	0 0 0 0	10002 149	10000 150
0 44	Operación lo	0 0 0 0	10004 153	10000 150
0 45	Abatimiento	0 0 0 0	10003 153	10000 150
0 46	Abatimiento	0 0 0 0	9997 150	10000 150
0 47	Abatimiento	0 1 0 0		
0 48	Abatimiento	0 0 0 0	10002 146	10000 150
0 49	Abatimiento	0 0 0 0	10003 147	10000 150

010,020,030,040,050,060,070,080,090,0A0,0B0,0C0,110,120,130,140,150,160,170,180,190,1A0,1B0,1C0,

Figura 15. Imagen de Información del campo y grupos de heliostatos

Desde otra pantalla deberán de poder gestionarse los interrogatorios o *polling* de los canales normal y de emergencia. Para ello, en la pantalla mostrada en la figura 16, se muestra la gestión de dos líneas o puertos de comunicaciones en donde es posible:

- La configuración de ambos puertos (velocidad, abrir/cerrar y reset)
- La configuración de la ronda o *polling* indicando el tiempo en milisegundos de pregunta entre uno y otro heliostato y el archivo que contiene la secuencia cíclica a seguir así como un botón para su activación/desactivación.
- Configura el permiso y el tiempo de captura del puerto para la descarga del buffer de comunicaciones.
- Permite seleccionar la grabación a un archivo externo de las tramas de recepción y/o transmisión intercambiadas.
- Se visualizan, en dos ventanas independientes, las tramas de ida y vuelta de la ronda.



REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstatto Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 43

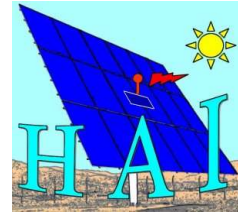


Figura 16. Imagen de Información de las comunicaciones

Por último debe de existir un registro diario con todas las órdenes o comandos enviados al campo de heliostatos así como otro registro con los diagnósticos recibidos de los heliostatos referentes a averías, avisos y advertencias. Este registro se almacena en el disco duro del control central en un archivo diario. Para ello estos mensajes se pueden consultar en una pantalla como la mostrada en la figura 17.



REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstatto Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 44

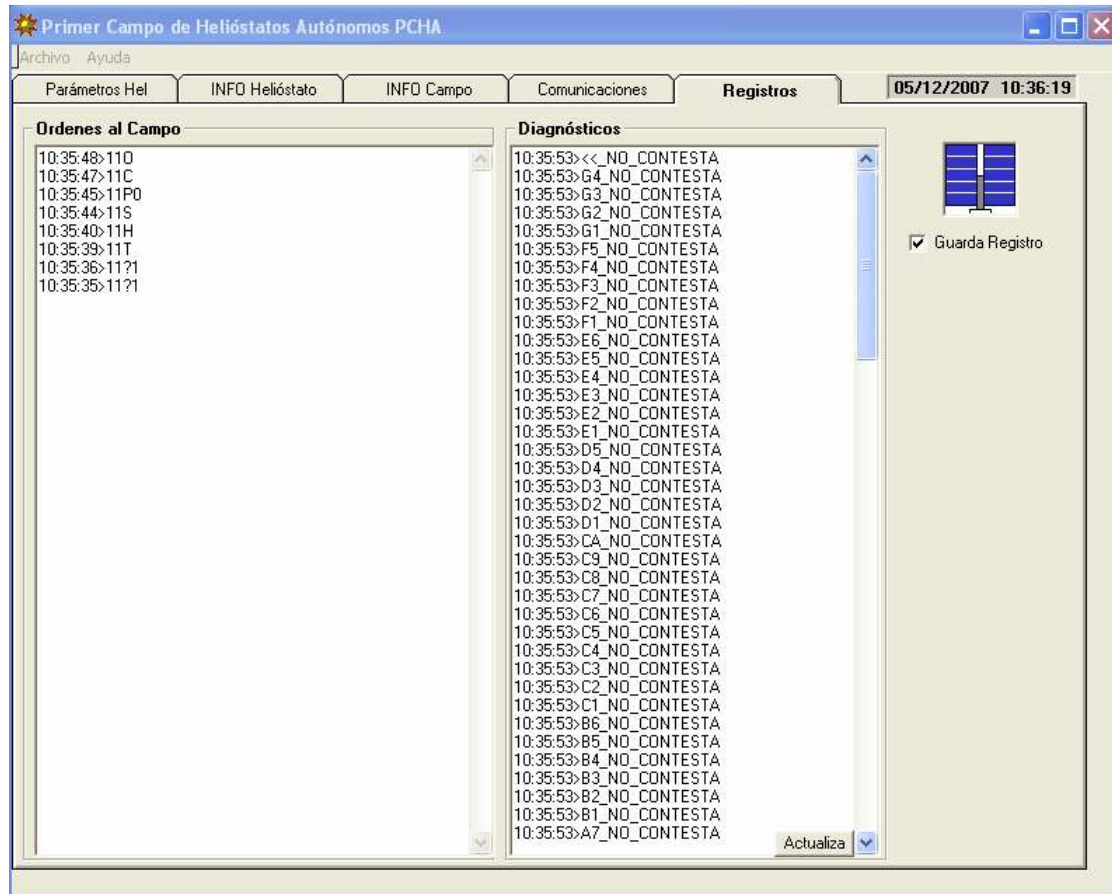
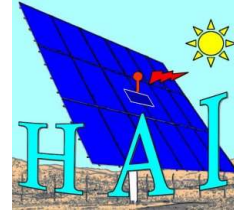


Figura 17. Registro de órdenes y diagnósticos

11.5. COMANDOS OPERATIVOS

Las tareas o comandos operativas principales podrán ser ordenados a uno o un grupo de heliostatos mediante botones desde el control central. En el apartado 6 se hacía una descripción de los identificadores de órdenes desde el punto de vista del protocolo y parametrización empleada. Aquí se describen estas tareas desde el punto de vista operativo.

Estas tareas se describen a continuación:

ABATIMIENTO, AB. Corresponde con la posición de descanso del heliostato en la cual debe de permanecer durante la noche o durante periodos no operativos. Esta posición debe garantizar una protección contra la suciedad y contra el viento así como tiene que permitir la captación de radiación para garantizar la producción fotovoltaica durante el día. Esta orden será ignorada únicamente cuando el heliostato no haya completado una tarea de búsqueda de



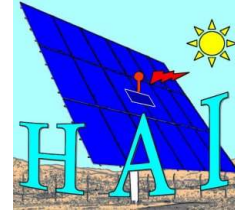
REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstat Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 45



ceros. La posición de abatimiento de todos los heliostatos PCHA ha sido definida en las posiciones siguientes:



Figura 18. Ventana de comandos

Azimut = 10000 bits mira al SUR
Elevación = 150 bits, mira al suelo 2,7º
levantado.

Esta posición esta definida y
almacenada en el punto 0, P(0).

BAJA PASILLO, BP. Corresponde
con la orden de bajada hasta la posición
de abatimiento desde el punto de
seguimiento desfasado, SD, siguiendo
un pasillo de seguridad marcado por los
puntos Blanco 4, F(4), Blanco 3, F(3),
Blanco 2, F(2), Blanco 1, F(1), Blanco
Tierra, F(0) y Abatimiento, P(0). Esta
orden es aceptada únicamente desde el
estado de seguimiento desfasado o

desde estados intermedios del pasillo de seguridad. Si el heliostato, al recibir la orden, estaba subiendo se interrumpe la tarea y comienza la bajada por el pasillo. Si ya estaba bajando por el pasillo, una nueva recepción de esta orden origina un decremento en el punto del pasillo.

Pasillo de seguridad PCHA					
Nemotécnico	Punto del pasillo	Matriz Registro	Valor defect. mm		
			X	Y	Z
AB	Abatimiento	P(0)			
BT	Blanco Tierra	F(0)	50000	0	-10000
B1	Blanco 1	F(1)	50000	0	10000
B2	Blanco 2	F(2)	50000	0	20000
B3	Blanco 3	F(3)	30000	0	30000
B4	Blanco 4	F(4)	20000	0	40000
SD	Seguimiento Desfasado	F(5)	15000	0	42000

SUBE PASILLO, SP. Corresponde con la orden de subida al punto de seguimiento desfasado, F(5), desde la posición de abatimiento siguiendo un pasillo de seguridad marcado por los puntos de Abatimiento, P(0), Blanco tierra, F(0), Blanco 1, F(1), Blanco 2, F(2), Blanco 3, F(3) y Blanco 4, F(4). Esta orden es aceptada desde el estado de abatimiento o desde estados intermedios del pasillo de seguridad. Si el heliostato, al recibir la orden, ya estaba bajando se interrumpe la tarea y comienza la subida. Si ya estaba subiendo por el pasillo, una nueva recepción de esta orden origina un incremento en el punto del pasillo.

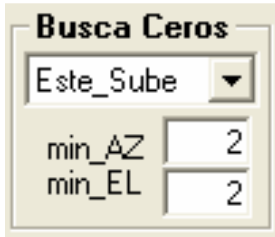
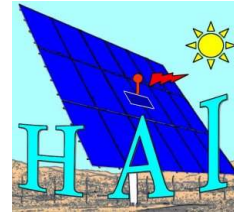


Figura 19.

- **BUSCA CEROS, BC.** Corresponde con la orden de búsqueda de ceros mediante la cual el heliostato referencia las medidas angulares incrementales con posiciones absolutas. Esta operación usualmente no es necesaria ya que el heliostato en condiciones normales encontrará diariamente estas marcas en sus movimientos de subida y bajada. En cualquier caso el operador podrá forzar la búsqueda manual mediante este comando por el cual el heliostato moverá en el sentido establecido en la ventana mostrada en la figura 19 durante el tiempo especificado en minutos.

Por defecto la búsqueda se realizará moviendo en los sentidos ESTE y SUBIR durante dos minutos en ambos movimientos debiendo de, desde la posición de abatimiento, conseguir encontrar sus referencias absolutas. La acción del heliostato será, desde cualquier estado excepto “fuera de servicio”, FS, mover sus motores en el sentido especificado durante el número de minutos especificado. Si el valor en minutos especificado es cero, no se ejecuta el movimiento en ese eje. Si durante el tiempo de búsqueda especificado se encuentra la referencia del cero en uno de los ejes, el heliostato detiene su movimiento en el eje en cuestión y activa el byte de consigna alcanzada en ese eje. Si se agota el tiempo el heliostato detendrá el movimiento del eje en cuestión quedando el bit de consigna alcanzada desactivado para indicar que la referencia no fue encontrada en el tiempo especificado y se genera un mensaje de error codificado en el byte de diagnóstico quedando el heliostato enclavado en ERROR y del que hay que salir mediante una orden de RESET.

SEGUIMIENTO DESFASADO, SD. Corresponde con la orden de desenfoque o de seguimiento desfasado (final del pasillo de seguridad). Este comando sólo es aceptado desde posiciones de foco Normal, de emergencia o significativo. La acción del heliostato será realizar un seguimiento al blanco definido en el punto de la matriz de enfoques F(5), correspondiente al blanco de seguimiento desfasado, SD.

SEGUIMIENTO NORMAL, SN. Corresponde con la orden de enfoque en caldera (receptor). La orden únicamente será aceptada desde el estado de seguimiento desfasado, SD. La acción del heliostato será realizar un seguimiento al blanco definido en el punto de la matriz de enfoque F(6) correspondiente al blanco de seguimiento a caldera.

SEGUIMIENTO DE EMERGENCIA, SE. Corresponde con la orden de desenfoque de emergencia. La orden será únicamente aceptada desde los estados de SN y SF siendo la acción del heliostato realizar el seguimiento a un blanco definido como emergencia en la matriz de enfoques, F(7).

SEGUIMIENTO AL SOL, SS. Corresponde con una orden de seguimiento solar de manera que la captación de energía sobre el plano especular del heliostato sea máxima. Este proceso garantizará una mayor producción de energía fotovoltaica y será empleada cuando, en condiciones favorables de luz, la energía acumulada en la batería alcance valores bajos debido a largos períodos de baja o nula insolación o cuando ésta se haya consumido debido a operaciones de subida-bajada repetitivas durante el día. La rutina de seguimiento normal al Sol tiene en cuenta el **esquivo de la torre** de manera que al determinarse que el foco puede



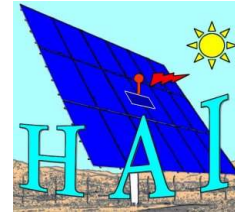
REPORT: “ **Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstató Autónomo, PCHA** ”

DOC.Nº: **R13/07 GG**

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 47



incidir en las inmediaciones de la torre, se produce un movimiento automático en el eje de elevación para elevar éste por encima hasta superar su altura permaneciendo inmóvil en ese punto. El helióstató únicamente mueve en azimut hasta que el foco traspasa su obstáculo, la torre, momento en el cual el helióstató volverá a recuperar la consigna de elevación solar.

SEGUIMIENTO A FOCO, SF. Hay tres comandos diferentes para enviar a un helióstató a un foco concreto, SF. Estos son:

a) El comando **Ir a foco** corresponde con la orden de enfoque al foco definido en la ventana de selección del foco mostrada en la figura 20. En este caso la orden será únicamente aceptada desde cualquier estado de seguimiento (BT, B1, B2, B3, B4, SD, SN, SF, SE). Los focos mostrados en la pantalla de selección pueden ser consultados y/o modificados en memoria permanente del helióstató. Hay 12 registros o focos significativos y estos son:

Reg.	Nemotécnico	Foco	X,Y,Z defect
F(0)	BT	Blanco Tierra PS	50000,0,-10000
F(1)	B1	Blanco 1 PS	50000,0,10000
F(2)	B2	Blanco 2 PS	50000,0,20000
F(3)	B3	Blanco 3 PS	30000,0,30000
F(4)	B4	Blanco 4 PS	20000,0,40000
F(5)	SD	Seguim. Desfasado	15000,0,42000
F(6)	SN	Seguim. Normal	0,1030,43390
F(7)	SE	Seguim. Emergenc.	10000,0,42000
F(8)	DI	Diana	0,740,35160
F(9)	L1	Libre	0,2165,34955
F(10)	L2	Libre	0,2165,34955
F(11)	UF	Ultimo Foco activo	**

** Solo consulta: Coordenadas del último foco que estuvo activo.

b) Los comandos **X , Y o Z** nos permiten modificar una única coordenada de foco para lo cual debemos de introducir el nuevo valor en la ventana denominada Coordenadas mostrada en la figura 20.

c) El comando **X,Y,Z** nos solicita las tres coordenadas del foco deseado desde la misma ventana de coordenadas.

El cualquiera de los tres casos el helióstató admitirá esta orden únicamente desde los estados de SD, SN, SE, SF

INMOVILIZA, PI. Corresponde con una orden que pretende la **inmovilización** inmediata de los ejes del helióstató en la posición que tuvieran en ese instante. Esta orden es aceptada por el helióstató desde cualquier estado. También interrumpe una maniobra de búsqueda de ceros.

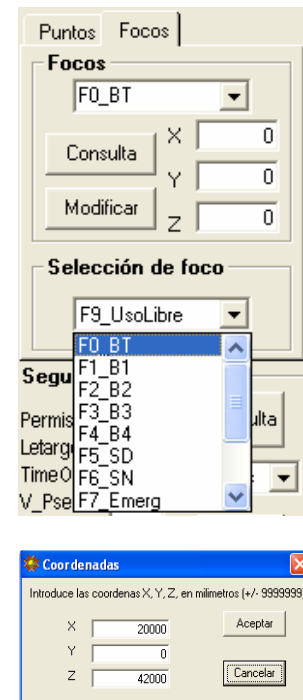
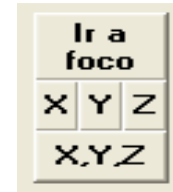


Figura 20.



FUERA SERVICIO, FS. Corresponde con la orden de fuera de servicio. Es aceptada en todas las condiciones incluso una búsqueda de ceros es interrumpida. El helióstato queda parado con la potencia desconectada. Después de despertar del letargo nocturno el helióstato adoptará este estado desde el cual deberá de ordenarse una orden de abatimiento.

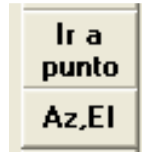


Figura 21.

POSICIONA, PS. Corresponde con una orden de posicionamiento absoluto del helióstato. Será aceptada desde cualquier estado que no sea “fuera de servicio” y durante una maniobra de búsqueda de ceros.

Hay dos comandos diferentes para enviar a un helióstato a un punto o posición concreta. Estas son:

- El comando **Ir a punto** corresponde con la orden de envío del helióstato a la posición definida en la ventana de Selección de punto mostrada en la figura 21. Los puntos o posiciones mostradas en la pantalla de selección pueden ser consultados y/o modificados en memoria permanente del helióstato. Hay 10 registros o puntos significativos expresados en bits. Estos son:

Reg.	Nemotécnico	Punto	Az,El defect
P(0)	AB	Abatimiento	10000, 150
P(1)	DE	Defensa	10000, 250
P(2)	LV	Lavado1	4000,5000
P(3)	LV	Ceros aprox	9720,280
P(4)	L1	Libre	10000,5000
P(5)	L2	Libre	15000,5000
P(6)	L3	Libre	5000,0
P(7)	L4	Libre	15000,0
P(8)	L5	Libre	5000,10000
P(9)	L6	Libre	15000,10000

- El comando **Az, El** nos permite modificar las consignas de posición de azimut y de elevación del helióstato para lo cual debemos de introducir los nuevos valores en la ventana denominada “Introduce grados o Bits” mostrada en la figura 21. El helióstato buscará la posición definida por los mismos en su eje de acimut y de elevación, permaneciendo en esta posición fija hasta nueva orden.

EMERGENCIA POR ALTO VIENTO, EV. Corresponde con la orden de emergencia por alto viento que puede generarse desde el control central o desde los helióstatos supervisores de viento. Es aceptada en todas las condiciones incluso una búsqueda de ceros es interrumpida. Si el helióstato estaba en tareas de seguimiento baja por pasillo de seguridad. En cualquier otra situación la acción del helióstato será el conseguir la posición de defensa definida en el punto significativo P(1).

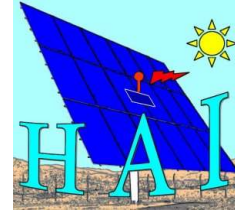


Figura 22.

RESET/RESTAURA, RE. Corresponde con una orden de Reset o Restaura dependiendo de la selección realizada en la ventana “Tipo del Reset” mostrada en la figura 22.

Corresponde con una acción de **restablecimiento** ante la presencia de un fallo en el funcionamiento del heliostato. La acción “Restaura fallo” desbloquea la protección contra fallo y se reinician las condiciones de fallo. La Acción “Recupera” produce una puesta a cero del hardware y software produciéndose un reaarunque del controlador local del heliostato.

11.6. CONSULTA Y MODIFICACION DE PARAMETROS

Desde ventanas similares a la mostrada en la figura 23 será posible la consulta y modificación de los parámetros más importantes del heliostato. Estos son:

AJUSTE DE EJE. Corresponde al decalaje existente entre la posición del cero del sensor de medida angular (ceros o marcas) con la posición cero del eje de movimiento. Este valor se descuenta de la posición angular para hacer coincidir la lectura del sensor angular con el valor real de posición. Estos valores expresados en bits pueden consultarse y o modificarse y quedan grabados un la memoria no volátil del heliostato.

OFFSETS. Corresponde con una corrección realizada a la consigna de cálculo del heliostato. Estos valores se descuentan de la consigna con objeto de corregir desviaciones en el foco del heliostato. Estos valores expresados en bits pueden consultarse y o modificarse y quedan grabados un la memoria no volátil del heliostato.

COORDENADAS TOPOGRÁFICAS. Corresponden con las coordenadas expresadas en milímetros que definen la posición de la cimentación del heliostato dentro del campo de heliostatos de la Planta solar. Estos valores expresados en milímetros pueden consultarse y o modificarse y quedan grabados un la memoria no volátil del heliostato.

IDENTIFICACIÓN Y TRACKING. Los valores de **Tracking** definen las bandas de seguimiento y de aproximación ambas expresadas en bits. La banda de seguimiento define la

Figura 23.



tolerancia en el seguimiento de cada eje. Una banda muy estrecha puede provocar oscilaciones permanentes en el movimiento del heliostato y una banda amplia provoca imprecisiones en el seguimiento. Un valor óptimo debe de considerarse obtenido de las condiciones operativas y del entorno en cada momento. Cuando, por efecto del viento u otra circunstancia, el control detecta oscilaciones inadmisibles (diez cambios de sentido de giro en un minuto) la banda es ampliada automáticamente al valor de 6 con el objeto de eliminar la oscilación. Este proceso de autoprotección evita desgastes innecesarios en las mecánicas de los heliostatos. En este caso el heliostato informará al control con un mensaje de “banda ampliada”. De continuar la oscilación en estas condiciones (hasta 16 cambios de sentido en un minuto), el heliostato dará fallo quedando enclavado.

Una vez que la banda ha sido ampliada automáticamente el operador podrá volver a fijarla en su valor normal mediante el envío de un RESET/RESTARTA.

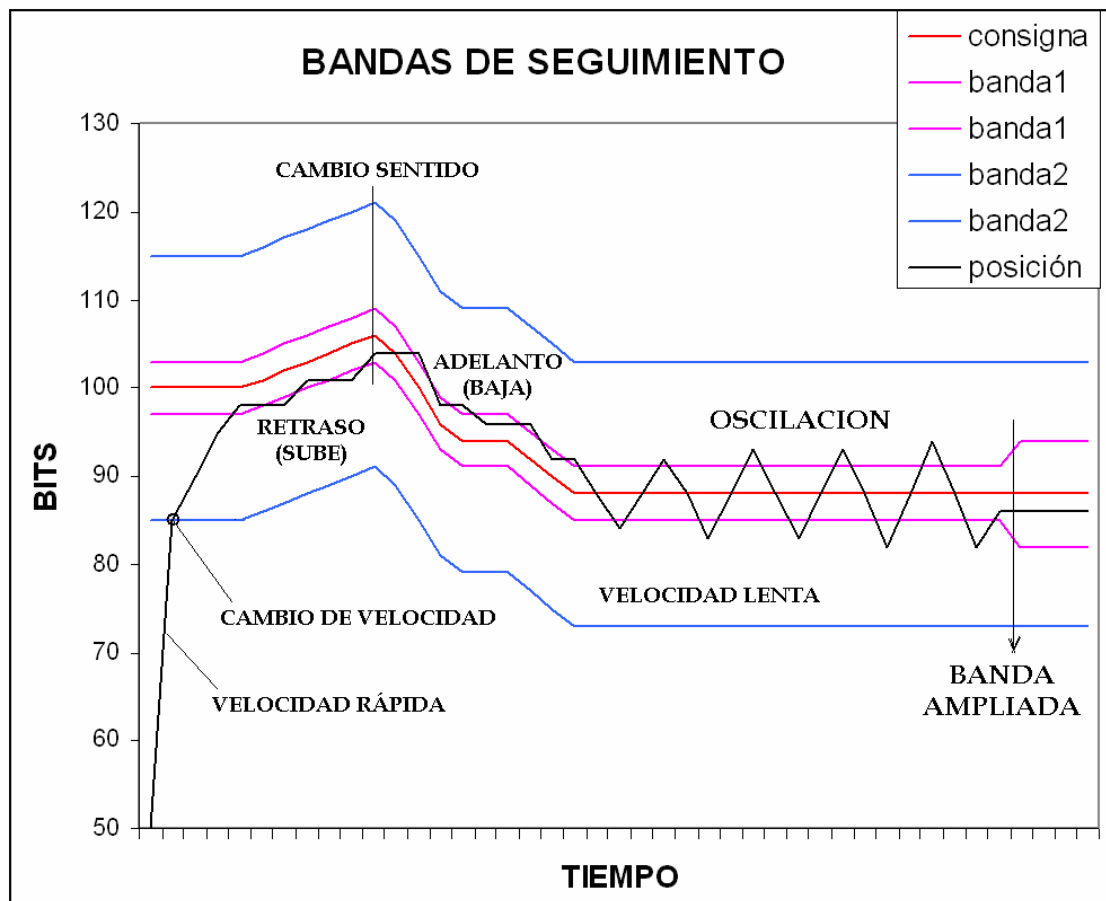


Figura 24. Bandas de seguimiento

Para evitar el retraso/adelanto en el seguimiento, el control local desplaza la banda de forma automática en uno u otro sentido para ajustar el seguimiento a la consigna y no a los límites de la banda.



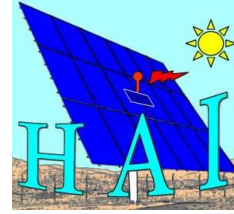
REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstató Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 51



Otra banda más amplia, “la banda de aproximación” controla la velocidad del motor y establece el alcance de los estados. Una posición fuera de esta banda originará una velocidad rápida y un estado de transición hacia el estado ordenado. Un posición dentro de esta banda empleará la velocidad lenta del motor y la consigna se dará por alcanzada en ese movimiento.

Otro parámetro importante es la identificación del heliostato dentro del campo de heliostatos. Para mayor información dirigirse al apartado 9 de este documento. Esta identificación está definida por dos números: un número de grupo y un número de heliostato dentro del grupo. Esta identificación deberá de asignarse durante la puesta en marcha del campo de heliostatos y no será habitual su modificación durante la vida de la Planta. Ya que el cambio de identificación puede ser una operación delicada que puede afectar al correcto funcionamiento del campo de heliostato, el cambio de ésta es una operación protegida mediante un password que únicamente conoce el personal de mantenimiento autorizado.

El proceso de cambio o asignación de nueva identificación únicamente será necesaria por avería que signifique un cambio del hardware del heliostato o debido a ampliaciones del campo.

PARÁMETROS DE SEGURIDAD. Definen permisos y actuaciones de emergencia que pueden adoptar los heliostatos en situaciones de riesgo o peligro. Estos parámetros son:

variable	Descripción	
Permisos	Permisivos de acciones automáticas (ver código)	
RadioON	Tiempo en minutos para, sin comunicación, la entrada en letargo (0-255)	
Tout	Tiempo en segundos de pérdida de comunicaciones (0-255)	
Ser_vel	Velocidad de las comunicaciones del helióstato (0-6)	
ChSOS	Nº del canal de radio asignado a la línea de emergencia (0-8)	
ChRad	Nº del canal de radio asignado a la línea normal (0-8)	
Código de <i>Permisos</i>		
Bit	Valor/peso	Descripción
b0	1	Letargo automático
b1	2	Emergencia por muy alto viento
b2	4	Emergencia por muy baja batería
b3	8	Desenfoco de emergencia por fallo de comunicaciones
b4 al b7		Reservas.
Código de <i>Ser_vel</i>		
	1	1200 baudios
	2	2400 baudios
	3	4800 baudios
	4	9600 baudios
	5	19200 baudios
	6	38400 baudios
	otro	9600 baudios

Para mayor información consultar el apartado 11.1 de este documento



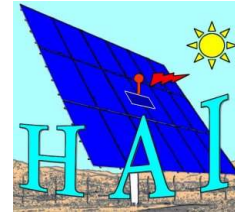
REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstató Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 52



DIAGNÓSTICOS DE ERROR Y AVISOS

Hay 16 etiquetas por eje que corresponden, como se indica en la siguiente tabla, a:

Tabla: Etiquetas de diagnósticos				
Bits		etiqueta	Azimet	Elevación
B0,B1	00	0	AZ Funciona correctamente	EL Funciona correctamente
	01	1	NoGiraAZ_ON: (FC pisado?)	NoGiraEL_ON: (FC pisado?)
	10	2	GiraAZ_OFF: (Viento?)....	GiraEL_OFF: (Viento?)....
	00	3	Reserva.....	Reserva.....
B2,B3	00	4	Reserva.....	Reserva.....
	01	5	AZ Oscila (16v/s).....	EL Oscila (16v/s).....
	10	6	OscilaAZ> Banda ampliada.	OscilaEl> Banda ampliada.
	00	7	Reserva.....	Reserva.....
B4,B5	00	8	Reserva.....	Reserva.....
	01	9	Línea Hel_Torre_Sol.....	Sombra EL.....
	10	10	LimiteAz alcanzado.....	LimiteEl alcanzado.....
	00	11	Reserva.....	Reserva.....
B6,B7	00	12	Reserva.....	Reserva.....
	01	13	Paso por Cero_AZ tempor..	Paso por Cero_EL Tempor..
	10	14	No encuentra Cero_AZ.....	No encuentra Cero_EL.....
	00	15	Reserva.....	Reserva.....

FALLO NoGiraON: El medidor angular (codificador óptico) no registra movimiento del eje durante 6 segundos con el motor en marcha. Puede indicar que el helióstató ha pisado final de carrera o que hay una avería en la lectura angular o en el accionamiento. El helióstató queda bloqueado en ERROR y hay que restaurar el fallo con el botón de RESET. Si la avería es franca el personal de mantenimiento debe personarse y solucionar el problema.

FALLO GiraAZ_OFF: El medidor angular registra movimiento con motor parado. El error se activa cuando hay un movimiento mayor de 10 bits en 12 segundos 3 veces consecutivas. Puede indicar la acción del viento que hay una avería en la lectura angular o en el accionamiento. El helióstató queda bloqueado en ERROR y hay que restaurar el fallo con el botón de RESET. Si la avería es franca el personal de mantenimiento debe personarse y solucionar el problema.

FALLO Oscila: 5. Cuando se producen 16 oscilaciones o cambios de sentido de giro el helióstató queda bloqueado en ERROR y hay que restaurar el fallo con el botón de RESET. Si la avería es franca el personal de mantenimiento debe personarse y solucionar el problema.

AVISO AmpliaBanda: Cuando se producen 10 oscilaciones o cambios de sentido de giro la banda de seguimiento es ampliada de forma automática al valor de 6 con objeto de frenar la oscilación y no llegar a situación de Fallo o bloqueo y proteger las mecánica del helióstató. Esto puede suceder debido a un intenso y racheado viento que obliga al helióstató a corregir continuamente su posición. El helióstató sigue operativo y el operador debe de ajustar la banda original mediante un Restaura a través del botón de RESET.



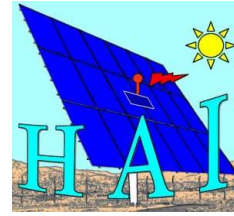
REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstato Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 53



AVISO Línea Hel_Torre_Sol. Avisa que el helióstato puede estar en sombra con la Torre ya que está en Línea el helióstato con la Torre y con el Sol. Es una información meramente informativa.

AVISO SombraEl . Avisa que el Sol está lo suficientemente bajo para que la sombra alcance al helióstato. Es una información meramente informativa. Conjuntamente con el aviso anterior indica que parte o toda la superficie reflectante del helióstato está en sombra por lo que el poder calorífico y de concentración del helióstato está temporalmente mermado.

AVISO Límite alcanzado: Avisa que el helióstato ha alcanzado una posición extrema impidiéndose el movimiento en AUTO en ese sentido. El helióstato sigue operativo pero parado en ese movimiento.

AVISO Paso por Cero. Avisa cuando un movimiento pasa por la referencia absoluta (Cero de codificador). El aviso queda memorizado un tiempo configurable mediante el parámetro **Tout** segundos. Transcurrido este tiempo el aviso desaparece automáticamente.

FALLO Búsqueda de ceros: Ante una maniobra de Búsqueda de ceros, el helióstato no encontró la referencia absoluta. El helióstato queda bloqueado en ERROR y hay que restaurar el fallo con el botón de RESET. Si la avería es franca el personal de mantenimiento debe personarse y solucionar el problema.

EVENTOS

Tabla: Etiquetas de eventos			
Bits		etiqueta	EVENTO
B0,B1	00	0	Batería Normal..
	01	1	Batería BAJA....
	10	2	Batería MUY BAJA
	00	3	EMERGENCIA (BAT)
B2,B3	00	4	Viento Normal...
	01	5	Viento ALTO.....
	10	6	viento MUY ALTO.
	00	7	EMERGENCIA(Viento)
B4,B5	00	8	Comunica Normal.
	01	9	Fallo comunicac.
	10	10	Modem noAT.....
	00	11	EMERGENCIA (COM)
B6,B7	00	12	Hardware Normal.
	01	13	M_esclavo ERROR.
	10	14	Reloj en ERROR..
	00	15	RESET Micro.....



ANEXO 1

"AT" protocol command

GENERAL

AT Commands are fully compatible with ‘ Hayes’ PSTN Modems protocol.

N.B. : to send these commands to the modem, it is necessary to use a software such as HyperTerminal® for Windows®.

Before being sent, a command always begin with ‘AT’ (Stands for Attention) and always ends up with a <CR> Carriage Return, (0x13 Hexadecimal code).

N.B. : The Time between 2 characters of the same command must be inferior to 2 seconds.

Such as :

A	T	Command	Additional command	...	<CR>
---	---	---------	--------------------	-----	------

The only exception to this data-framing rule is the switching command from ‘Transparent Mode’ to ‘AT Mode’. In this case only, the escape code (‘+++’ by default) must be started and followed by a silent time at least equal to the time out. In this case only <AT> and<CR> shall not be used. The available” AT commands” are listed below.

'AT' Command	Function
ATO	Access to the Mode (protocol) defined in Register S220.
+++	Immediate return to «AT/Mode » whatever the former mode may be.
	Register Handling
ATSn?	Display : Register S, Number n.
ATSn=m	Assign m value to register S number n.
AT/S	Display parameters of the running configuration
AT/V	Display the current software version of the modem.
	Network Management Functions.
ATMEn=xxxx (*)	Data Frame Sending (xxxx) from the Master to Slave number «n».
ATMB	Network Assessment : indicates active Clients in the modem network.
ATML	Displays the Slave modems number and listing linked to one Master configured modem.
Autumns	Within modem network mode; Master deletes Slave number «n».
ATMX	Network Assessment and automatic Master data base updating.
	Test Functions
ATNx,y	Channel Scanner from «x» to «y». Indicate the occupation rate for each channel.
ATT0	Pure Carrier Transmission (for testing purposes)
ATT1	20KHz modulated Carrier Transmission (for testing purposes).



ATT2	10KHz modulated Carrier Transmission (for testing purposes).
ATT3	13KHz modulated Carrier Transmission (Testing purposes).

(*) : Obsolete. Please refer to chapter « modem use in a Client/Server Network».

STANDARD COMMAND DESCRIPTION

Activate 'Modem' Mode.

“ATO” sets up the Modem Mode according to the parameters backed up in register S220.
In order to return to ‘AT’ Mode, enter a ‘+++’ sequence.

Activate 'AT' Mode.

“+++” Gives an instant access to the modem parameter set-up (AT or Hayes Mode), whatever the operating mode in progress may be. ‘+++’ Command shall not be started with AT, but by a silent time duration whose parameter entering is defined in milliseconds in Register S214.

By default, escape characters ‘+++’, may be changed in Register S2 entering the ASCII code to be taken as new parameter.

N.B. : by activating the ‘AT’ Mode, the Modem deactivates the radio reception.

'ATNx;y' : Channel x to Channel y scanning.

Describes the occupation rate percentage of each Channel included between x and y.

Example: The answer is made under the form: '000; 052; 100; 005;' in order to scan 4 channels.

This Command may be formulated differently:

- ATN : All Channels Scanning (from 0 to 9).
- ATNx : Channel x scanning only. Moreover, if the letter ‘R’ is added right after the ‘N’ letter, the scanning is performed in loop until the user sends a new character on the Serial Link.
- ATNR : Permanent Scanning of all Channels (from 0 to 9).
- ATNRx;y : Permanent scanning of the Channels between x and y included.

'ATSn?' : Display of Register S Number N contents.

The MC Light RF-Modem operating parameters are stored in ‘S’ classified Registers. S Registers are numbered from 0 to 512. Some parameters are standard for every Hayes type modems, other are specific to the MC Light RF-Modem. (See table on the following page).

Stored in EEPROM memory, operating parameters are automatically set-up during each modem reset, or even on each switching on of a modem.

'ATSn=m' : Entering m value into Register S – Number n.

A new parameter entered in Register S is automatically stored in the modem EEPROM memory.

'AT/S' : Clear Display of Significant Registers contents.



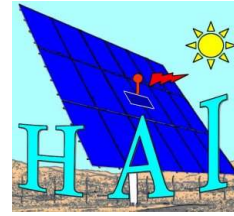
REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstató Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 56



Every modem significant registers (radio configuration, Serial configuration, operating Modes,) are sent to the serial link, ready to be clearly displayed by a Software such as HyperTerminal® for Windows®.

'AT/V' : Clear Display of the Modem Software version.

Information concerning the version number and installation date is sent on the Serial Link in clear, ready to be displayed by Software such as HyperTerminal® for Windows®.

REGISTER DESCRIPTION

Registers used by 'AT' protocol

This part contains a list of all registers permitting to configure modems thanks to a software such as HyperTerminal® for Windows®.

Access : W Write only
 R Read only

Reg	Access	Description	Comments
S2	R/W	Escape Code	Entered in any Mode, register S2 switches to Hayes Mode, after being sent 3 consecutive times. Example : ATS2=*\br/>Sequence *** activates Modem in Hayes Mode. The default value is 43 : '+'. By default, the value is 43 : '+'.
S200	R/W	Radio Communication Channel	Included between '0' and '9' at 20 Kbytes/s and between '0' and '8' at 40 Kbytes/s. The default channel is '0'.
S201	R/W	Radio Link Speed	'0' :20kBits/s(by default) '1' :40kBits/s
S204	R/W	Radio Carrier Length	Modify the carrier length (beginning of frame), between 5 and 65535 milliseconds. By default : 5 milliseconds.
S206	R/W	Frequency Band	Indicates the frequency band in use : '0' : 433 MHz (by default). '1' : 900 MHz.
S207	R/W	Radio Communication Channel Nr2	Repeater option only, this second channel is included between '0' and '9' at 20 KBits/s and between '0' and '8' at 40Kbits/s. The default channel is '5'.
S210	R/W	Serial Link Speed	Indicates Serial Link Speed '1' : 1200 Baud. '2' : 2400 Baud. '3' : 4800 Baud. '4' : 9600 Baud.



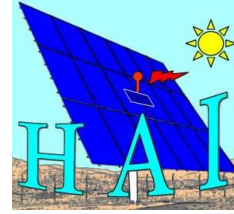
REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstatto Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 57



			'5' : 19200 Baud (by default). '6' : 38400 Baud (S201- at 40KBit/s).
S211	R/W	Data Bits Number	Data Bits on the Serial Link : '7' : 7 Data Bits. '8' : 8 Data bits (by default).
S212	R/W	Parity	Indicates the type of parity on the Serial Link : '1' : No parity (by default). '2' : Odd Parity. '3' : Even Parity.
S213	R/W	Stop Bit number	Serial Link Stop Bit number : '1' : 1 bit de Stop bit (by default). '2' : 2 Stop bits.
S214	R/W	Time-out on receiving Serial Link	'Xxx' : Time-Out in milliseconds. Between 2 and 100 milliseconds. By default : 5 ms.
S215	R/W	Serial Link Nr2 Type choice	Indicates if serial link Nr2 is a RS422 (full-duplex) or RS485 (half-duplex). '0' : RS-422 (by default). '1' : RS-485.
S216	R/W	Flow control type choice	Defines Flow Control as Hardware (RTS/CTS) or Software (On/Off) : '0' : Hardware (by default). '1' : Software.
S217	R/W	No. of Serial Link in use	Indicates which Serial Link type is used when the Modem receives data frames. '0' : RS-422/RS-485. '1' : RS-232 (by default).
S218	R/W	Filling Rate	Indicates the number of characters of received characters on the Serial Link before starting flow control defined between 50 and 180. By default : 180.
S220	R/W	Operating Mode	Indicate the modem operating Mode : '1' : Transparent (By default). '2' : Transparent Strengthens. '3' : Transparent Secured (or "Data Verified") '4' : Network Server. '5' : Network Client. '6' : Telemetry Server. '7' : Telemetry Client. '8' : Radio relay (only if relay capability) } Not available
S221	R/W	Auto-Repeat	Indicate if the Modem answers automatically to a data frame : '0' : Off (default). '1' : On.
Reg	Access	Description	Comments
S223	R/W	Number of iteration	When data transmission is controlled, S223 indicates how many times the transmission of a



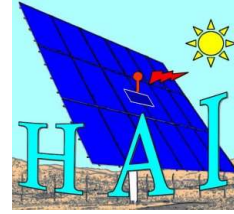
REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstató Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 58



			data frame shall be repeated, before transmission stops. Minimum : 1 -> no other iteration. Maximum : 255 iterations. By default : 2.
S225	R/W	Number of Repeaters	Indicates the number of Repeaters installed between 2 Modems, between 0 and 10. By default : 0. N.B. : in Network Mode, the number of Repeaters is necessarily 0, since no Repeater is available.
S250	R/W	Network number	This number is used to differentiate the different networks. A reset of this register resets registers 252 and 254. By Default : 0.
S252	R	Client ID-Number	Included between 0 and 32, this number identifies one client within a Network. By Default : 0.
S254	R	Number of Clients	S254 indicates the number of Clients watched by the Server Modem. An ATML Command between 0 and 32 gives Client ID Numbers. By Default : 0.
Reg	Access	Description	Comments
S255	R/W	Client ID-Number Transmission / addition of the carriage return	A Server Modem receives a Client message, and transmits it to the terminal over the Serial Link. The Server modem may add the Client ID-number at the beginning of the message transmitted to the Terminal over the Serial Link in order to inform the Terminal about the transmitting client Modems. The Server Modem may add at the end of each message one <CR>character in order to separate messages. Register S255 takes the following values : 0 : No Client ID-Number transmission. 1 : Client ID-Number sent at the beginning of each related data frame, according to the following scheme : 'xxxxx'= "message" 2 : <CR>Character addition at the end of each message, format : "message"<CR>. 3 : Addition of both former options (1 : and 2 :), according to the format : xx="message"<CR>. By Default : 1.



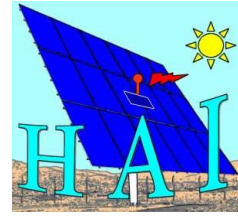
REPORT: “**Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstató Autónomo, PCHA**”

DOC.Nº: **R13/07 GG**

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 59





Registers used by the network

Register 250 - Definition of the Network number

This register dedicated to modem network number, either as Network Client or Network Server, operates as follows :

- When quoted « 0 », a new Network Number between 1 and 255 may be entered.
- When quoted other than « 0 », it is not possible to enter directly a new Network number, as a fact, it is necessary to enter a « 0 » first. The entering of the « 0 » resets the Client ID-number (S252), the number of Clients (S254), as well as the Network Server Client data base. Then, a new Network number can be entered.
- When a blank client modem is connected to a server modem, this register is automatically modified storing thus the number of the server network.

Register 252 - Definition of a Client ID-Number

This register may be consulted in Read only mode. Whenever a blank Client Modem is detected by a Network Server Modem, this register (S252) is automatically modified and saves the Client number, given by the Server.

Register 254 - Definition of the number of Clients.

This register may be consulted in Read only mode. Whenever a Client is either added or removed from the network, the Server manages register S254 automatically, in order to update the actual network configuration.

Register 255 – Server Data Framing

This register sets up the clients data frame format coming out on the Server Serial link.

Bits	7	6	5	4	3	2	1	0
Port	-	-	-	-	-	-	CR	No.

Bit 0 : when quoting "1", the Modem adds the client ID-number at the beginning of the frame.
Example : "002=Hello" indicates that data frame "Hello" comes from Client No.2.

Bit 1 : when quoting "1", the Modem adds a "Carrier Return" character at the end of the data frame. Example : "002=1458 <CR>003=4587<CR>" indicates that frame "1458" comes from Client No.2 whereas frame "4587" comes from Client No.3.

This part is detailed in appendix 2.



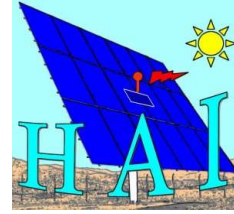
REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstató Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 61



ERROR CODES

The error codes are the codes sent back when a Modem detects an error, during Hayes, network or telemetry commands.

Code	Type of Error
	Hayes command
01	Command not beginning by 'AT' (AT is missing)
02	Command Unknown or not authorised in the current configuration.
03	Register Unknown.
04	Register content not correct. See the various limitations.
05	Access Code incorrect. Switches to Standard Mode.
07	New Serial Speed impossible, because Time-Out is too low. Change Time-out before changing Serial Speed.
08	New Time-out impossible, Speed is too high. Change Speed before modifying Time-out.
09	Command not correct. Apparently the address '=' is missing.
10	Channels to be scanned are not correct.
12	Network Server Hayes Command. For this command, the Server must have a Network number different from 0.
14	Server Mode activation is impossible, the Network Number must be different from 0.
15	20Kbits/s radio transmission is impossible because Serial baud rate is 38400 Baud.
16	Serial Baud Rate 38400 is impossible because radio speed is 20Kbits/s.
17	Radio Speed 40Kbits/s is impossible because radio channel is higher than the number of authorised channels.
18	In Repeater option only - Radio Speed 40Kbits/s is impossible since radio channel No.2 is above the channel limits.
19	Repeater not allowed in Network.
	Client Mode / Network Server
40	Command not valid.
41	Client ID-number not valid on Server Command.
44	Client ID-number not found on Server.
45	Transmission to Client impossible : No Client or Radio noise.



REPORT: “ Protocolos de comunicación,
rutinas de emergencia y parámetros del
Helióstat Autónomo, PCHA ”

DOC.Nº: R13/07 GG

DATE: 04/12/2007

ANEXOS

Page 62



ANEXO 2

CODIGO ASCII

Dec	Hx	Oct	Char	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	NUL (null)	32	20	040	 	Space	64	40	100	@	@	96	60	140	`	`
1	1	001	SOH (start of heading)	33	21	041	!	!	65	41	101	A	A	97	61	141	a	a
2	2	002	STX (start of text)	34	22	042	"	"	66	42	102	B	B	98	62	142	b	b
3	3	003	ETX (end of text)	35	23	043	#	#	67	43	103	C	C	99	63	143	c	c
4	4	004	EOT (end of transmission)	36	24	044	$	\$	68	44	104	D	D	100	64	144	d	d
5	5	005	ENQ (enquiry)	37	25	045	%	%	69	45	105	E	E	101	65	145	e	e
6	6	006	ACK (acknowledge)	38	26	046	&	&	70	46	106	F	F	102	66	146	f	f
7	7	007	BEL (bell)	39	27	047	'	'	71	47	107	G	G	103	67	147	g	g
8	8	010	BS (backspace)	40	28	050	((72	48	110	H	H	104	68	150	h	h
9	9	011	TAB (horizontal tab)	41	29	051))	73	49	111	I	I	105	69	151	i	i
10	A	012	LF (NL line feed, new line)	42	2A	052	*	*	74	4A	112	J	J	106	6A	152	j	j
11	B	013	VT (vertical tab)	43	2B	053	+	+	75	4B	113	K	K	107	6B	153	k	k
12	C	014	FF (NP form feed, new page)	44	2C	054	,	,	76	4C	114	L	L	108	6C	154	l	l
13	D	015	CR (carriage return)	45	2D	055	-	-	77	4D	115	M	M	109	6D	155	m	m
14	E	016	SO (shift out)	46	2E	056	.	.	78	4E	116	N	N	110	6E	156	n	n
15	F	017	SI (shift in)	47	2F	057	/	/	79	4F	117	O	O	111	6F	157	o	o
16	10	020	DLE (data link escape)	48	30	060	0	0	80	50	120	P	P	112	70	160	p	p
17	11	021	DC1 (device control 1)	49	31	061	1	1	81	51	121	Q	Q	113	71	161	q	q
18	12	022	DC2 (device control 2)	50	32	062	2	2	82	52	122	R	R	114	72	162	r	r
19	13	023	DC3 (device control 3)	51	33	063	3	3	83	53	123	S	S	115	73	163	s	s
20	14	024	DC4 (device control 4)	52	34	064	4	4	84	54	124	T	T	116	74	164	t	t
21	15	025	NAK (negative acknowledge)	53	35	065	5	5	85	55	125	U	U	117	75	165	u	u
22	16	026	SYN (synchronous idle)	54	36	066	6	6	86	56	126	V	V	118	76	166	v	v
23	17	027	ETB (end of trans. block)	55	37	067	7	7	87	57	127	W	W	119	77	167	w	w
24	18	030	CAN (cancel)	56	38	070	8	8	88	58	130	X	X	120	78	170	x	x
25	19	031	EM (end of medium)	57	39	071	9	9	89	59	131	Y	Y	121	79	171	y	y
26	1A	032	SUB (substitute)	58	3A	072	:	:	90	5A	132	Z	Z	122	7A	172	z	z
27	1B	033	ESC (escape)	59	3B	073	;	;	91	5B	133	[[123	7B	173	{	{
28	1C	034	FS (file separator)	60	3C	074	<	<	92	5C	134	\	\	124	7C	174	|	
29	1D	035	GS (group separator)	61	3D	075	=	=	93	5D	135]]	125	7D	175	}	}
30	1E	036	RS (record separator)	62	3E	076	>	>	94	5E	136	^	^	126	7E	176	~	~
31	1F	037	US (unit separator)	63	3F	077	?	?	95	5F	137	_	_	127	7F	177		DEL

CODIGO EXTENDIDO

128	Ç	144	É	161	í	177	⌘	193	⌞	209	⌠	225	Β	241	±
129	ù	145	æ	162	ó	178	⌘	194	⌟	210	⌡	226	Γ	242	≥
130	é	146	Æ	163	ú	179		195	⌡	211	⌢	227	π	243	≤
131	â	147	ô	164	ñ	180	⌡	196	—	212	⌣	228	Σ	244	∫
132	ä	148	ö	165	Ñ	181	⌡	197	⌡	213	⌤	229	σ	245	∫
133	à	149	ò	166	°	182	⌡	198	⌡	214	⌥	230	μ	246	+
134	â	150	û	167	°	183	⌡	199	⌡	215	⌦	231	τ	247	≈
135	ç	151	ù	168	¿	184	⌡	200	⌡	216	⌧	232	Φ	248	°
136	ê	152	—	169	—	185	⌡	201	⌡	217	⌨	233	Θ	249	.
137	ë	153	Ö	170	⌡	186	⌡	202	⌡	218	〈	234	Ω	250	.
138	è	154	Û	171	½	187	⌡	203	⌡	219	〉	235	δ	251	√
139	ï	156	£	172	¼	188	⌡	204	⌡	220	⌫	236	∞	252	—
140	î	157	¥	173	¡	189	⌡	205	=	221	⌬	237	φ	253	²
141	ï	158	—	174	«	190	⌡	206	⌡	222	⌭	238	ε	254	■
142	Ä	159	ƒ	175	»	191	⌡	207	±	223	⌮	239	∩	255	
143	Å	160	á	176	⌘	192	⌡	208	⌡	224	α	240	≡		