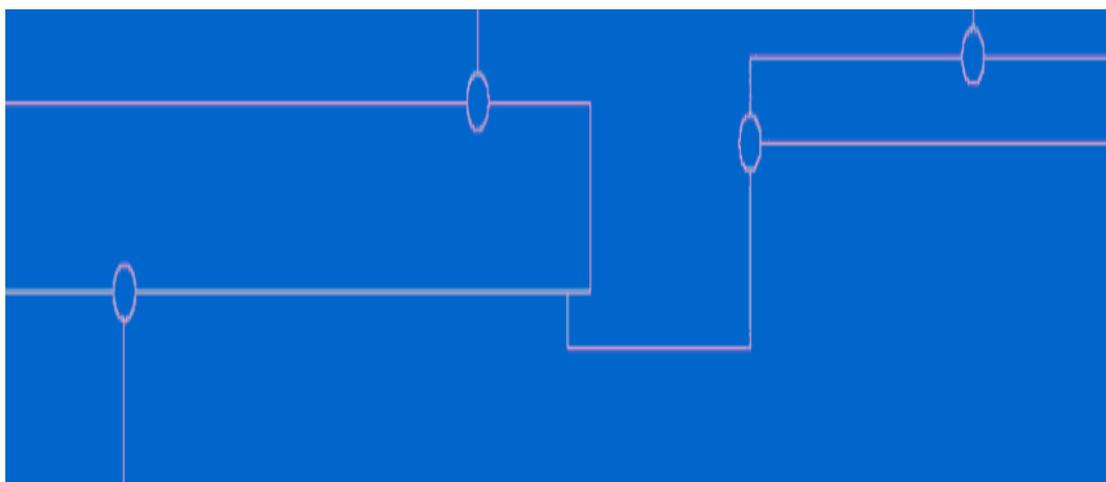


**Product Guide 2009**

**Sistema Neptuno para Control de  
Regadíos:**

**Estaciones Remotas con Enlace  
GPRS**





## Tabla de Contenidos

Product Guide 2009 .....	1
Sistema Neptuno para Control de Regadíos: .....	1
Estaciones Remotas con Enlace GPRS.....	1
<b>Sección 1 Presentación general .....</b>	<b>9</b>
Antecedentes: ¿Qué es el sistema Neptuno?.....	9
Estructura posible de un proyecto completo.....	9
Elementos del sistema .....	10
Remota Neptuno .....	10
SCADA.....	10
Servidor WEP / WAP .....	11
Comunicaciones.....	12
Red UMTS/GPRS .....	12
Líneas terrestres.....	13
Línea de acceso remoto independiente .....	13
Ventajas.....	13
Inconvenientes.....	13
Tipos de enlaces terrestres:.....	13
Tipos de caudal.....	14
Router de tráfico WEB/WAP.....	14
Otros .....	14
Introducción .....	14
Beneficios .....	15
Aumentar la calidad del producto.....	15
Mantener una uniformidad en la producción.....	15
Disminución de costes y mano de obra .....	15
Ventajas del Sistema Neptuno .....	16
<b>Sección 2 Descripción Funcional .....</b>	<b>17</b>
Supervisión y telecontrol de elementos de la Red Primaria.....	17
Lectura y control de elementos de la Red Secundaria .....	17
Señales y conectividad.....	18
Modos de funcionamiento .....	18
Microcontrolador.....	18

## Tabla de Contenidos

---

Terminal Remoto .....	18
Tipos de Funcionamiento de Modo Mixto .....	20
Modo Mixto Manual .....	20
Modo Mixto Programado.....	20
Planificación de riegos .....	21
Reintentos de Apertura.....	22
Reintento de Cierre .....	23
Posibilidades de la remota .....	23
Programas de riego.....	24
Apertura, cierre y modo de funcionamiento de las válvulas .....	24
Puesta del contador a un valor.....	24
Filtrado de pulsos de contador .....	24
Sincronización del reloj.....	24
Eventos .....	24
Tipos de Eventos .....	25
Generales .....	25
Alimentación .....	25
Comunicaciones .....	25
Datos de riego.....	25
Alarmas de riego.....	25
Entradas digitales/analógicas.....	25
Eventos de Conexión GSM/GPRS .....	26
Gestión de Eventos Activos. ....	26
Activación y Desactivación de Eventos. ....	27
Comportamiento especial ante eventos de batería.....	33
Nivel de batería muy baja.....	33
Nivel de sustitución de batería. Desconexión.....	33
Mecanismo de Carga de la Batería con panel solar .....	33
Comunicaciones .....	37
Identificación de las Remotas .....	37
Mecanismos de comunicación .....	37
Estación Central con Remota GPRS.....	38
Estación Central Secundaria con remotas GPRS.....	38
Monitorización y configuración local .....	38
Mantenimiento de la conectividad GPRS .....	38
Mecanismo de Control de Confirmación de Paquetes y Reenvíos.....	41
Parámetros de configuración de la remota desde la aplicación Config. Neptuno.....	41
Configuración del protocolo de comunicación.....	41
Configuración GPRS.....	41

## Tabla de Contenidos

---

Parámetros Relacionados con el Modo Mixto.....	42
Configuración Analógicas. ....	42
Configuración de carga de batería. ....	42
Configuración carga del condensador a 15V.....	42
Comunicación cíclica: .....	42
Evento niveles de tensión de batería y placa solar.....	42
Eventos relacionados con apertura/cierre de válvulas. ....	42
Eventos de niveles de analógicas.....	43
Parámetros de apertura y cierre de válvulas .....	43
Parámetros para el cálculo del caudal.....	43
Parámetros Relacionados con el Control del Caudal.....	43
Configuración de expansiones.....	43
Programación de riegos.....	43
Otros .....	43
<b>Sección 3 Componentes Software.....</b>	<b>45</b>
General.....	45
<b>Sección 4 Componentes Hardware .....</b>	<b>47</b>
General.....	47
Tarjeta de Control PC4H .....	47
Control de Válvulas .....	47
Lectura del Contadores.....	47
Entradas analógicas de propósito general.....	48
Entradas digitales de Propósito General .....	49
Salidas digitales de propósito general.....	49
Módulos de ampliación .....	49
Gestión de los Módulos de Ampliación.....	50
Gestión de Expansiones de E/S Digitales.....	50
Tarjeta para comunicaciones GPRS.....	51
Tarjeta de Alimentación.....	51
Placas Hardware .....	52
Placa de Control NEPTUNO PC4H. ....	52
Placa de Alimentación NEPTUNO PA-B. ....	54
Placa de Comunicaciones NEPTUNO COM.....	57
Placa de Expansión de 8 Hidrantes NEPTUNO EXP8H.....	59
Placa de Expansión Analógica NEPTUNO EXP4A.....	60
Placa de Expansión Digital NEPTUNO EXP8D.....	61
<b>Sección 5 Diseño Mecánico .....</b>	<b>62</b>
Caja Policarbonato IP65 (ABB).....	62

*Tabla de Contenidos*

---

Canaleta Interior.....	64
Orejetas Soporte Caja.....	64
Tapas de Distribución .....	65
<b>Datos técnicos.....</b>	<b>67</b>
<b>Apéndice A. Consumos de Potencia.....</b>	<b>69</b>
<b>Apéndice B. Ensayos realizados .....</b>	<b>71</b>
Compatibilidad Electromagnética (EMC).....	71
Ensayos climáticos.....	71
<b>Apéndice C. Seguridad.....</b>	<b>73</b>
Instalación .....	73
Estándar IP65 .....	74
Baterías de larga duración o recargables de plomo .....	74
Mantenimiento.....	75
<b>Apéndice D. Mercado CE.....</b>	<b>77</b>
Homologación CE.....	77
<b>Apéndice E. Parámetros configurables .....</b>	<b>79</b>
Configuración protocolo de comunicación.....	79
Configuración GPRS.....	79
Configuración Analógicas.....	79
Configuración de carga de batería.....	80
Configuración carga del condensador a 15V.....	80
Comunicación cíclica: .....	80
Evento niveles de tensión de batería y placa solar.....	81
Eventos relacionados con apertura/cierre de válvulas.....	81
Parámetros Relacionados con el Modo Mixto.....	81
Eventos de niveles de analógicas.....	81
Parámetros de apertura y cierre de válvulas .....	82
Parámetros para el cálculo del caudal: .....	82
Parámetros Relacionados con el Control del Caudal.....	82
Configuración de máscaras.....	82
Otros .....	82

## Tabla de Figuras

Figura 1.	Esquema del sistema.....	9
Figura 2.	Ejemplo de pantalla del SCADA.....	11
Figura 3.	Ejemplo Pantalla del servidor WEB.....	12
Figura 4.	Ejemplos de pantalla del servidor WAP.....	12
Figura 5.	Esquema de comunicaciones.....	15
Figura 6.	Reintentos de apertura.....	23
Figura 7.	Gráfica explicativa del caso A de recarga de batería.....	35
Figura 8.	Gráfica explicativa del caso B de recarga de batería.....	36
Figura 9.	Comunicación Cíclica en Modo Activo.....	39
Figura 10.	Comunicación Cíclica en Modo Mixto.....	40
Figura 11.	Intentos de Conexión a GPRS.....	40
Figura 12.	Placa de Control NEPTUNO PC4H v. 2.5.....	52
Figura 13.	Placa de Control NEPTUNO PC4H v. 2.4.....	53
Figura 14.	Placa de Control NEPTUNO PC4H v. 2.3.....	53
Figura 15.	Placa de Alimentación NEPTUNO PA-B v. 3.1.2 para paneles solares de 6 y 12 V.	54
Figura 16.	Placa de Alimentación NEPTUNO PA-B v. 3.1.2L para paneles solares de 6 y 12 V con limitador de corriente.....	54
Figura 17.	Placa de Alimentación NEPTUNO PA-B v. 3.0.1 para paneles solares de 6 y 12 V.	55
Figura 18.	Placa de Alimentación PA-B v. 3.0.1b (Equivalente a la 2.4 y para paneles solares de 6 V).....	55
Figura 19.	Placa de Alimentación NEPTUNO PA-B v. 2.4.....	56
Figura 20.	Placa de Comunicaciones COM v. 3.0.....	57
Figura 21.	Placa de Comunicaciones COM v. 2.4.....	57
Figura 22.	Placa de Expansión de 8 Hidrantes NEPTUNO EXP8H.....	59
Figura 23.	Placa de Expansión Analógica NEPTUNO EXP4A.....	60
Figura 24.	Placa de Expansión Digital NEPTUNO EXP8D.....	61
Figura 25.	Dimensiones de la caja 12 816 de ABB.....	62
Figura 26.	Dimensiones de la caja 12 814 de ABB.....	63
Figura 27.	Dimensiones de la caja 12 812 de ABB.....	63
Figura 28.	Canaleta estrecha instalada en remota Neptuno.....	64
Figura 29.	Dimensiones de las Orejetas.....	65
Figura 30.	Modelos de Tapas de Distribución.....	65



## Sección 1 Presentación general

### Antecedentes: ¿Qué es el sistema Neptuno?

Solución industrial de última generación basada en tecnología GPRS y concebida para:

- Supervisar
  - Controlar
  - Gestionar
- } Redes de Riego (Hidrantes)

Todo ello con el objetivo de controlar accionamientos, válvulas, relés, etc. que se encuentran dispersos en:

- Áreas muy extensas.
- De difícil acceso para poder establecer comunicaciones por cable.

### Estructura posible de un proyecto completo

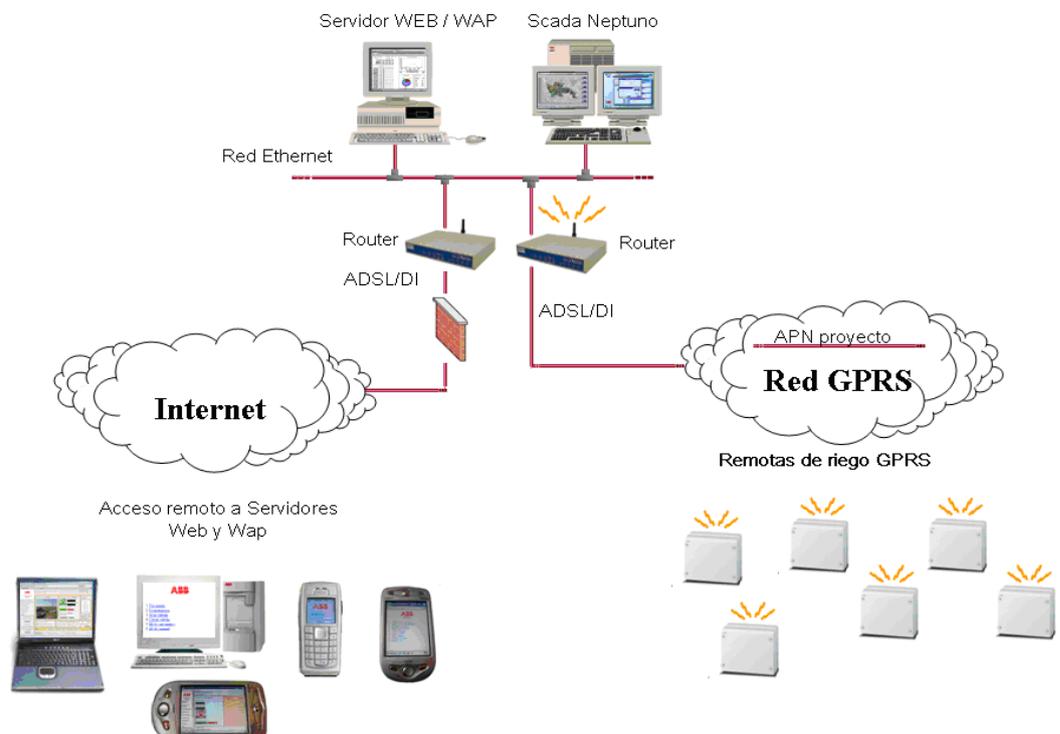


Figura 1. Esquema del sistema

## Elementos del sistema

- Remota Neptuno GPRS.
- SCADA.
- Servidor WEB/WAP.
- Comunicaciones.
- Línea de acceso remoto independiente.
- Otros: terminales de acceso a Internet, red Ethernet...

## Remota Neptuno

- Es un elemento hardware / firmware diseñado para cumplir con la especificación requerida.
- Permite comunicación mediante protocolo SMS para funciones específicas.
- Parametrizable en función de la topología y las características del proyecto.
- Aporta información del sistema (acciones realizadas, mantenimiento y fallos) mediante eventos.
- Dotada de inteligencia suficiente para funcionar de manera autónoma, sin necesidad de disponer de conexión permanente con el centro de control.
- Es ampliable en función del número de hidrantes requeridos.
- Dispone de muchas alternativas de alimentación: pila de larga duración, batería recargable con panel solar o hidroturbina, etc.
- Tres modos de funcionamiento: activo, mixto y mixto programado.
- Se comunica con la aplicación SCADA para intercambiar información referente a la configuración, estado y control del regadío.

## SCADA

El sistema de control es un conjunto de procesos y estructuras de memoria que proporcionan, entre otros:

- Canal de comunicaciones con las remotas y otros equipos.
- Interfaz amigable con el operador.
- Control en tiempo real o programado de los elementos físicos del sistema.
- Gestión de los programas de riego.
- Modo de configuración y reprogramación de las remotas.
- Cálculo de los datos agrupados.
- Registro de datos históricos.
- Lista de eventos y alarmas del sistema.

## Sección 1 Presentación General

- Envío de Mensajes SMS.
- Interfaz con usuarios autorizados a través de accesos WEB y WAP.
- Integración con otras aplicaciones (sistema de gestión, GIS,...).

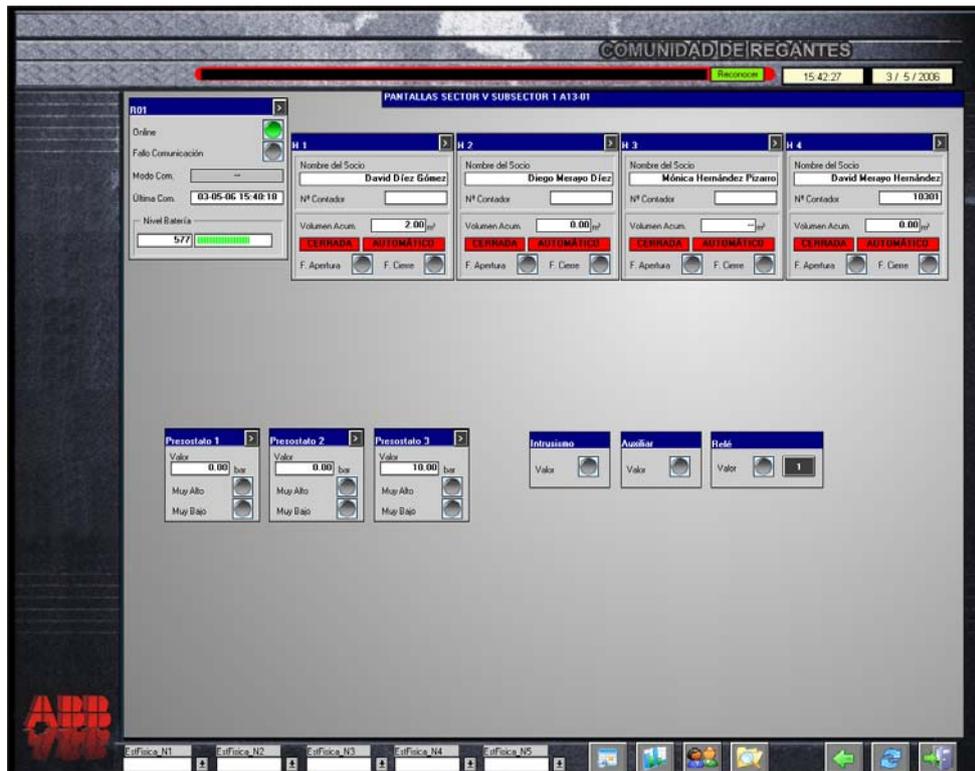


Figura 2. Ejemplo de pantalla del SCADA

### Servidor WEP / WAP

- Permite que los usuarios puedan visualizar y/o modificar configuración y estado de sus regadíos a través de Internet.
- Acceso restringido por medio de usuario y password.

Sección 1 Presentación General



Figura 3. Ejemplo Pantalla del servidor WEB



Figura 4. Ejemplos de pantalla del servidor WAP

Comunicaciones

Red UMTS/GPRS

Red de comunicación del sistema. Elementos:

- APN: Access Point Name. Nombre del punto de acceso a la intranet privada de las remotas dentro de la operadora.

## *Sección 1 Presentación General*

---

- Túnel IPSEC: Unión desde un punto de la red a otro (en este caso de 2 routers) en el que la información original viaja en un nuevo paquete IP, de manera que oculta su información.
- Línea de backup: Línea de UMTS/GPRS que se activa en el router del túnel de la CCRR en caso de que falle la conexión de ADSL/DI.
- SIM's: Las tarjetas incluidas dentro del APN tienen una dirección IP privada preasignada por el operador de telefonía móvil. Su validación de acceso al APN se obtiene a partir del número de teléfono.

### *Líneas terrestres*

- Tipos de enlaces terrestres:
  - ADSL: el operador de telefonía móvil sólo garantiza hasta un 50% de la velocidad máxima en su red de acceso. No hay caudal garantizado en la red de transporte.
  - DataInternet: caudal garantizado dentro de la red de transporte del proveedor. Dispone de un mejor servicio de mantenimiento que el ADSL convencional.
- Router APN:
  - Forma el túnel con el router de la operadora de telefonía móvil.
  - Posibilitan la comunicación entre las remotas Neptuno y el sistema SCADA, bien a través del túnel IPSEC o a través de UMTS/GPRS.

## **Línea de acceso remoto independiente**

### *Ventajas*

- Independiza accesos, permitiendo mejor dimensionamiento
- Evita Fallos de Comunicaciones en las remotas por saturación en la línea provocada por exceso de accesos remotos
- Aumenta la seguridad

### *Inconvenientes*

- Mayor coste

### *Tipos de enlaces terrestres:*

- ADSL: el operador de telefonía móvil sólo garantiza hasta un 50% de la velocidad máxima en su red de acceso. No hay caudal garantizado en la red de transporte.

- DataInternet: caudal garantizado dentro de la red de transporte del proveedor. Dispone de un mejor servicio de mantenimiento que el ADSL convencional.

#### *Tipos de caudal*

- Caudal de subida: El flujo de datos va del router al resto de integrantes de la red APN. O bien a los usuarios finales en el caso del servicio web/wap.
- Caudal de bajada: El flujo de información va hacia el router y se dirige a uno de los servidores del sistema SCADA.

#### *Router de tráfico WEB/WAP*

- Para el acceso al servicio WEB o WAP desde cualquier equipo conectado a Internet.

#### **Otros**

- Terminales de acceso a Internet: PDA´s, teléfonos móviles...
- Red Ethernet.

## **Introducción**

Este documento define las características de las remotas Neptuno con comunicaciones GPRS que se usan en los sistemas de regadíos.

Como características generales podemos señalar:

- Sólo hay un único modelo de tarjeta. Las variantes vienen dadas por la instalación o no de los módulos GPRS en sus soportes.
- Preparada para trabajar en condiciones extremas de Humedad y Temperatura.
- Permite realizar el control de hidrantes y controlar entradas analógicas y digitales y salidas digitales.
- Su consumo propio es mínimo e incluye los sistemas HW y SW necesarios para minimizar el consumo en la lectura de equipos alimentados desde ella (sensores PT100, pulsos, etc.)
- La variante GPRS envía información por eventos o bien a petición.
- Totalmente configurable de forma remota, incluyendo su software y su identificación.

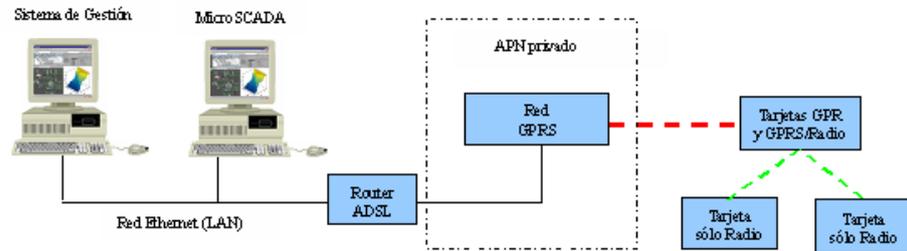


Figura 5. Esquema de comunicaciones

## Beneficios

### Aumentar la calidad del producto

- Alcanzar una mejor calidad en el producto final.
- Optimizar la continuidad en el servicio.
- Mejorar la calidad de vida de los regantes.
- Asegurar los caudales para regar en cantidad y tiempo.
- Conocer con profundidad el comportamiento de la red.

### Mantener una uniformidad en la producción

- Mantener de forma continua y uniforme los caudales solicitados
- Mantener de forma óptima las presiones en la red.
- Regular de forma óptima la distribución del caudal, y por tanto, los consumos energéticos.

### Disminución de costes y mano de obra

- Disminución de desplazamientos para actuar en depósitos, bombeos o válvulas, con el consiguiente ahorro de gasolina, mano de obra y deterioro del parque móvil.
- Disminución de pérdida de agua por roturas o fugas con los consiguientes daños a propiedades ajenas, con las consiguientes indemnizaciones.
- Al poder limitar nuestros sistemas que consumen energía, podemos realizar contrataciones de tarifas mucho más ventajosas.

## **Ventajas del Sistema Neptuno**

- Permite integrar la Red Primaria (abastecimiento) y la Red Secundaria (hidrantes) en un único sistema.
- Integra las últimas tecnologías.
- Flexible y Modular.
- Sistema Abierto.
- Transparente a las comunicaciones (Cable, GPRS)
- Bajo Coste de instalación y mantenimiento.
- Bajo consumo.
- Robusto y Seguro.
- Fácil instalación (PLUG & PLAY).

## **Sección 2 Descripción Funcional**

### **Supervisión y telecontrol de elementos de la Red Primaria**

- Control de impulsiones.
- Optimización de los grupos de bombeo.
- Lectura y registro de consumos eléctricos.
- Apertura y cierre de válvulas principales y compuertas.
- Control de posición.
- Control de presión, mS, pH, nivel de embalses y pozos.
- Control de estaciones de filtrado.
- Detección de alarmas (térmicos, roturas, consumos, pérdidas).
- Estaciones climáticas.
- Gestor de demandas.
- Control de trasvases, bombeos, etc.
- Esquemas sinópticos, mapas y fotografías.
- Rearmes automáticos
- Integración con plantas de producción
- EDARs, ETAPs, Desaladoras,...

### **Lectura y control de elementos de la Red Secundaria**

- Apertura / cierre de válvulas (solenoides biestables).
- Lectura de contador (control pulsos).
- Lectura de presión, pH, conductividad,...
- Registro continuo de consumos en el propio hidrante.
- Registro de consumos de todos los regantes.
- Programación horaria y/o volumétrica del riego y del abonado, o por cupo
- Riegos a demanda y por climatología.
- Ubicación de sectores de riegos y datos del hidrante mediante entorno gráfico.

- Enlace con Base Datos Regantes.

## Señales y conectividad

- Admite módulos de ampliación mediante conectores fiables:
  - Hidrantes: La remota incluye el control de 4 hidrantes y admite como máximo 8 módulos de ampliación de 8 hidrantes. Se tendrían  $4+64=68$  hidrantes por remota.
  - E/S: Tanto digitales como analógicas. En este último caso, es posible un envío periódico de lecturas analógicas (Consultar apartado Activación y Desactivación de Eventos.)
- Cada remota dispone en placa base de señales para controlar 4 hidrantes. Además, a través de los módulos de ampliación, se puede ampliar ese número como máximo hasta 68 hidrantes. Es decir, como el número máximo de expansiones que se pueden colocar es de 8 y puesto que disponemos de expansiones de 8 hidrantes, el número máximo de hidrantes disponible para cada remota sería de 68 (4 en placa base y 64 en las expansiones).
- Se dispone de una tarjeta diseñada para que en ella se puedan montar el módem GPRS. En la tarjeta estará toda la circuitería adicional necesaria.

## Modos de funcionamiento

### Microcontrolador

El microcontrolador es un MICROCHIP PIC 18LF8720. Puede encontrarse en cada instante en alguno de los dos siguientes modos de ejecución diferentes, que guardan especial relación con su funcionalidad y consumo:

- Modo de ejecución “ACTIVO”: En este modo de ejecución todas las funciones del microcontrolador se encuentran activas y disponibles. El consumo será superior al modo “SLEEP”.
- Modo de ejecución “SLEEP”: El microcontrolador pasará a un modo de ahorro de energía en el que su consumo se reduce al mínimo posible. También reducirá su funcionalidad, de forma que no ejecuta ningún tipo de acción y únicamente permanece pendiente de responder a cierto tipo de interrupciones, momento en el cual “despertará” y retornará al modo de ejecución “ACTIVO”.

### Terminal Remoto

En función de los dos modos de ejecución del microcontrolador, se definen dos modos de funcionamiento para cada terminal remoto:

- Modo de funcionamiento “ACTIVO”: Este modo de funcionamiento se corresponde con el modo de ejecución “ACTIVO” del microcontrolador, en

el que se ejecuta continuamente un ciclo completo del bucle principal, donde se encuentra integrada toda la funcionalidad del sistema.

- Modo de funcionamiento “MIXTO”: Este modo de funcionamiento pretende reducir el consumo generado por el modo de ejecución “ACTIVO”, introduciendo periodos de modo de ejecución “SLEEP” entre ciclos de ejecución “ACTIVO”. Es decir, el modo “MIXTO” consiste en intercalar periodos de ejecución “ACTIVO” con “SLEEP”. El periodo de ejecución “MIXTO-ACTIVO” se corresponde con la duración de la ejecución de un ciclo del bucle principal, mientras que el periodo de ejecución “MIXTO-SLEEP” puede ser variable y configurable.

Debido a que en el periodo de tiempo en que el microcontrolador se encuentra en modo de ejecución “SLEEP” mantiene la gran mayoría de sus funcionalidades inactivas, no es posible configurar directamente el tiempo en que se desea que el microcontrolador se encuentre en modo “SLEEP”. Aunque sí que puede ser fijado en tiempo de programación. Por este motivo y para configurar la duración del tiempo “SLEEP” se utilizan 2 parámetros de memoria que permiten indicar cuantos períodos de WDT consecutivos deben ejecutarse para realizar un ciclo completo de “SLEEP” (sin ejecutar un ciclo completo del bucle principal).

- Parámetro “Número ciclos ejecución del microcontrolador en modo “SLEEP” cuando el modo de funcionamiento del sistema es MIXTO y no existe ningún riego activo”. Se puede asignar un número de ciclos consecutivos en modo “SLEEP” ‘elevado’, en torno a varios segundos, sin preocupación de perder pulsos de contador ya que en este periodo, los contadores serán leídos por interrupción.
- Parámetro “Número ciclos ejecución del microcontrolador en modo “SLEEP” cuando el modo de funcionamiento del sistema es MIXTO y existe algún riego activo”. Este número de ciclos deberá ser menor que el anterior ya que podría necesitarse gestionar ciertas circunstancias con un seguimiento más preciso. El control de los pulsos de contadores durante el modo de funcionamiento “MIXTO” se realizará por interrupción durante el periodo de ejecución “SLEEP” por lo que esta cuestión no debe ser determinante en el valor de este parámetro.

Por otro lado, la duración del tiempo de ejecución en modo “SLEEP” deberá ser interpretado como el tiempo máximo en que el microcontrolador estará inactivo, aunque éste podría ser “despertado” de esta inactividad por algún evento (Detección de un pulso de contador o cambio de estado de una entrada digital) antes de que se haya cumplido este ciclo. De forma estándar la duración del ciclo en modo ‘SLEEP’ para el WDT está fijada en el microcontrolador en 168ms.

Habitualmente el modo de funcionamiento del sistema será modo “MIXTO” ya que el consumo se optimizará. Durante este modo de funcionamiento el módem se apaga cuando no es necesaria la comunicación y solamente se enciende cuando la remota realmente lo necesita. Después de haber establecido la

comunicación, el módem permanecerá encendido durante un cierto tiempo de espera después de la última comunicación recibida/enviada para evitar perder un intercambio de información durante un diálogo con la Estación Base o con algún otro terminal remoto (Parámetro “Tiempo de espera desde la última comunicación, para remotas “solo GPRS” antes de apagar el módem, una vez enviados sus datos (segundos)”), excepto si recibe la orden “Apagado del módem” dirigida a ella; en este caso apaga el módem de inmediato, sin aguardar el tiempo de espera.

Para compatibilizar el modo de funcionamiento de los terminales con el mecanismo de comunicación utilizado desde la estación central se dispone del evento “Modo Mixto”. Este evento informa a la estación central cuando el terminal entra en modo Mixto (Activación) y cuando retorna a Modo Activo (Desactivación). De esta forma la estación central podrá conocer cuando es posible comunicación directa con el terminal o cuando debe esperar a que el terminal comunique con la estación central en primer lugar

Hay que tener en cuenta que mientras la remota se encuentre en modo MIXTO y esté en estado SLEEP, el SCADA no podrá comunicarse con ella a no ser que se produzca un evento (Detección de un pulso de contador o cambio de estado de una entrada digital) que la despierte de este estado.

Independientemente del modo de funcionamiento que la remota tenga asignado en un momento dado, siempre que se produzca un reinicio de la misma (sea cual sea la causa, e incluyendo la activación de un nuevo programa) la remota se configurará en modo de funcionamiento ACTIVO, de forma que la estación central pueda controlarla directamente y, si resulta oportuno, cambiar parámetros y modo de funcionamiento.

## **Tipos de Funcionamiento de Modo Mixto**

### *Modo Mixto Manual*

El terminal se configura en modo mixto desde la estación central en el instante que se modifica el valor del parámetro “Modo de Funcionamiento del terminal”. El terminal permanecerá en este modo de funcionamiento hasta el momento en que desde la estación central se restaure a modo activo el valor del parámetro “Modo de Funcionamiento del terminal”. Como mecanismo para forzar una comunicación desde el terminal con la estación central y de esta forma poder modificar el valor de parámetros se recomienda configurar adecuadamente el funcionamiento del evento “Comunicación Cíclica”.

### *Modo Mixto Programado*

El terminal puede configurarse para funcionar de forma automática durante un periodo de tiempo en modo mixto, indicándolo en el valor del parámetro 97. Configurado en este modo, el terminal funcionará en modo activo hasta que se alcance el minuto de inicio del día actual configurado en el mapa de memoria en

el parámetro 110. En ese instante, y una vez concluidas todas las comunicaciones pendientes, el terminal entra en modo mixto, . El terminal se mantiene en modo mixto durante la duración indicada en el parámetro 111. Finalizada esta duración, el terminal retorna a modo activo. Si el valor del parámetro 111 es 0, el terminal funcionará permanentemente en modo activo

## **Planificación de riegos**

Cada válvula dispone de un selector para el modo de funcionamiento (automático/manual) que indicará si el control de la válvula es realizado por el programa de riego automáticamente descrito a continuación o bien es controlado manualmente por el operador. Mientras una válvula esté en control manual los programas de riego no actuarán sobre la válvula.

Por cada hidrante se pueden guardar los programas de riego diarios de hasta 7 días. Cada programa diario podrá tener hasta 4 turnos de riego, identificado cada uno por:

- Minuto de comienzo del riego (desde las 00:00 de cada día).
- Duración del riego en minutos.
- Volumen a entregar.

Cuando llegue el minuto de comienzo, el sistema abrirá la válvula y la mantendrá abierta hasta que deba ser cerrada en función del tipo de turno de riego programado:

- Turno por tiempo: el volumen es 0, y sólo se tienen en cuenta los tiempos, cerrándose la válvula cuando se alcance el tiempo fijado.
- Turno por tiempo y volumen: la válvula actúa durante los minutos fijados o bien hasta que se alcance el volumen indicado, lo que antes ocurra.

Hay que tener en cuenta las siguientes restricciones para la programación de los turnos:

- Los minutos de riego no pueden superar los 1440 (minutos de un día), y tampoco pueden ser igual a cero.
- Si los tiempos y el volumen son cero, entonces el programa de riego nunca actuará.

Asociado a cada hidrante se definen dos parámetros que indicarán el periodo de validez de un programa de riego: “Fecha de Inicio de Validez de los Programas de Riego” y “Fecha de Fin de Validez de los Programas de Riego”. Cualquier turno de un programa de riego de un hidrante será válido siempre y cuando la fecha actual del sistema se encuentre entre el periodo marcado por estos parámetros, ambos inclusive. En caso de que esto no se cumpla, ningún turno de riego será ejecutado en modo programa para ese hidrante. En caso de que una válvula se encuentre abierta en modo programa y se detecte que la fecha actual se encuentra fuera del periodo de validez, ésta será cerrada inmediatamente. En caso

de que el valor de alguno de los parámetros de validez de riego sean cero, dicho parámetro concreto no deberá ser tenido en cuenta, validándose el riego para esa fecha límite (superior, inferior o ambas).

Además del contador acumulado, se almacenarán los pulsos en un contador con el volumen parcial del último riego, de forma que al comenzar el riego el contador se pondrá a cero y mantendrá su valor al terminar hasta que vuelva a actuar el programa de riego.

Asimismo, durante un periodo de riego, sea por programa o manual, la remota calculará el caudal medio instantáneo y controlará si el caudal medio de riego se encuentra dentro de unos límites previamente configurados. En caso de superar estos límites, se registrará el correspondiente evento asociado (ver sección Eventos) y se realizará la acción asociada configurada indicada en el Apéndice E.

### **Reintentos de Apertura**

- Si una vez dada una orden de apertura transcurren A segundos (parámetro “Tiempo de verificación de apertura: Tiempo máximo de espera sin pulsos antes de volver a reintentar una apertura de válvula (segundos)”, por defecto 300 segundos) sin que halla pulsos de caudal se volverá a dar orden de apertura (evento “Reintento de Apertura”).
- Si transcurridos varios ciclos de A segundos (Parámetro “Número de máximo de reintentos de apertura/cierre de válvulas antes de generar el evento correspondiente”) sigue sin haber pulsos se generará el evento “Sin Caudal con Válvula Abierta”.
- Puede configurarse si se desea que el evento “Sin Caudal Válvula Abierta” se active varias veces o únicamente la primera vez que se detecta (tanto en riegos manuales como programados). De este modo se evitaría que el evento se desactivase al detectar un pulso de contador.
- La alarma “Sin Caudal con Válvula Abierta” desaparecerá en cuanto se reciba un pulso de caudal o bien si se cierra esa válvula, ya sea manualmente o por programa.

El funcionamiento del terminal también previene situaciones incorrectas debidas a una errónea configuración del terminal o a una situación no prevista, como la que se puede producir cuando el intervalo entre pulsos es superior al valor del parámetro “Tiempo de verificación de apertura: Tiempo máximo de espera sin pulsos antes de volver a reintentar una apertura de válvula (segundos)” (TVP). Por ejemplo, una posible situación se ilustra en la siguiente figura:

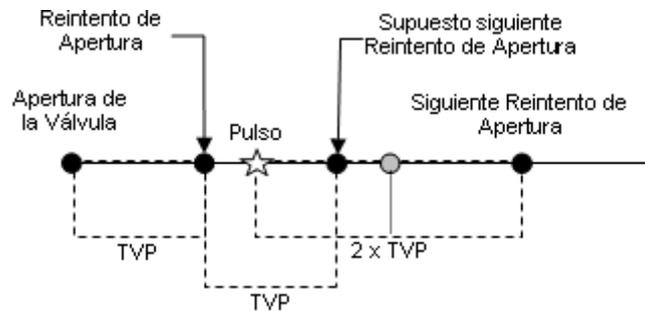


Figura 6. Reintentos de apertura

Esta condición se produce cuando después de abrir la válvula y pasar el primer TVP (= 100 segundos), se recibe el primer pulso a los 125 segundos de abrir la válvula. El siguiente reintentado de apertura se produciría en principio a los 100 segundos (TVP) de recibir este último pulso, pero el sistema se adapta a la cadencia de llegada de pulsos de contador y duplica este valor, con lo que el siguiente reintentado se producirá a los 200 segundos de la llegada del pulso, y no a los 100 como cabría esperar. De esta forma se evita el informar de una situación de evento “sin caudal con válvula abierta” cuando en realidad el funcionamiento del terminal es correcto.

### Reintento de Cierre

De forma análoga al funcionamiento de los reintentos de apertura, si una vez transcurridos C segundos (parámetro “Tiempo de verificación de cierre: Tiempo a partir del cual se realizará un reintentado de cierre de válvula en caso de detectar algún pulso (segundos)”, por defecto 60 segundos) después de haber dado la orden de cierre se detecta un pulso, se volverá a dar una orden de cierre. Si se siguen detectando pulsos después de varios ciclos de C segundos (parámetro “Número de máximo de reintentos de apertura/cierre de válvulas antes de generar el evento correspondiente”) se generará el evento “Con Caudal Con Válvula Cerrada”.

La alarma “Con Caudal Con Válvula Cerrada” desaparecerá cuando pasen C segundos (parámetro “Tiempo de verificación de cierre: Tiempo a partir del cual se realizará un reintentado de cierre de válvula en caso de detectar algún pulso () segundos”, por defecto 60 segundos) sin pulsos de caudal. También si se fuerza una apertura manual de la válvula o se inicia un programa de riego, que también supondrá la apertura de la válvula.

### Posibilidades de la remota

Las remotas pueden recibir una serie de órdenes de la Estación Central cuando tienen el módem GPRS activado (se encuentran en estado activo o mixto/activo).

## Programas de riego

Se podrán cambiar desde la estación central siempre que tengamos conexión.

## Apertura, cierre y modo de funcionamiento de las válvulas

Además de la apertura y cierre de las válvulas por la programación de riego la remota puede recibir órdenes directas de la Estación Central para actuación de las válvulas. Para que la orden se ejecute el selector ‘automático/manual’ del modo de funcionamiento de la válvula correspondiente debe estar en ‘manual’. La orden es mantenida de manera que la estación central envía la orden de ‘Abrir’ y hasta que no se reciba la orden de ‘Cerrar’ el hidrante estará abierto y viceversa.

## Puesta del contador a un valor

La Estación central puede poner el contador de cualquier válvula a un valor determinado, incluido el valor 0. Esto no se realiza mediante una orden específica, sino mediante los comandos estándar de escritura de registros en el mapa de memoria. La escritura de un valor en el parámetro del volumen es ignorada por la remota si hay un riego en curso o la válvula está abierta.

## Filtrado de pulsos de contador

La remota dispone de un filtrado software para descartar pulsos de contador que sea detectados antes de haber transcurrido un tiempo mínimo desde el anterior pulso válido. Esta funcionalidad sirve para reducir el impacto de utilizar un contador mecánico defectuoso que genere pulsos espúrios. Asimismo, la remota guarda en un contador independiente los pulsos descartados.

## Sincronización del reloj

Envía el día y hora para actualizar el reloj en tiempo real de la tarjeta.

Una remota no arrancará ningún programa de riego hasta que no esté sincronizada y disponga de la hora actual.

## Eventos

El sistema permite registrar e informar a la Estación Central de algunas situaciones anormales que requieran de su atención inmediata. La manera de comunicar éstos hechos a la Estación Central es mediante el Sistema de Gestión de Eventos Activos que le enviará un mensaje con la información asociada al evento ocurrido. La detección y activación de un evento provocará la puesta en modo de funcionamiento “ACTIVO” del microcontrolador, y el establecimiento de una comunicación con la Estación Base si la configuración del evento así lo requiere.

## **Tipos de Eventos**

### **Generales**

- Remota activa.
- Máximo de Eventos en Cola.

### **Alimentación**

- Nivel de Batería Bajo.
- Nivel de Batería Muy Bajo.
- Nivel de Sustitución de Batería.
- Nivel de Placa Solar Bajo.
- Pérdida de Alimentación.

### **Comunicaciones**

- Comunicación Cíclica.
- Fallo en Comunicaciones.

### **Datos de riego**

- Contador Horario.
- Programa de Riego Iniciado.
- Programa Riego Finalizado (por tiempo).
- Programa Riego Finalizado (por volumen).

### **Alarmas de riego**

- Sin Caudal con Válvula Abierta.
- Con Caudal con Válvula Cerrada.
- Caudal Superior al Caudal Máximo.
- Caudal Inferior al Caudal Mínimo.
- Reintento de Apertura de Válvula.
- Reintento de Cierre de Válvula.

### **Entradas digitales/analógicas**

- Cambio de Estado Entrada Digital.
- Medida Entrada Analógica alta.
- Medida Entrada Analógica baja.

- Envío Cíclico de Entradas Analógicas.

#### **Eventos de Conexión GSM/GPRS**

- Registro GSM.
- Medición de Cobertura.
- Registro GPRS.

#### **Gestión de Eventos Activos.**

Los eventos que se van disparando, y que deban ser registrados, se almacenarán dinámicamente en una lista denominada “Cola de Eventos”, guardando en ella el código del evento, el tipo de evento (general de la placa base o de un hidrante concreto) y la fecha-hora de su detección/ocurrencia, así como otra información asociada al evento que se utilizará posteriormente.

Para determinar si un evento debe ser registrado o no en la “Cola de Eventos” se utilizará la “Máscara de Registro de Eventos”, de forma que si el bit correspondiente se encuentra a 1 se almacena en la “Cola de Eventos” y se desestima en caso de tener valor 0.

Cada evento tiene un bit en “Máscara de Comunicación Automática de Eventos” que determina si al generarse dicho evento debemos intentar enviarlo de inmediato (bit a 1) o no (bit a 0). Los eventos se registrarán en la “Cola de Eventos” siempre que corresponda por su bit en la “Máscara de Registro de Eventos”. Si el bit de la “Máscara de Comunicación Automática de Eventos” está a 0, el evento, aunque dispare y registre, no activa las comunicaciones. Por el contrario, si el bit de la “Máscara de Comunicación Automática de Eventos” está a 1 se activa la comunicación de eventos utilizando la función “Envío de Eventos a la Estación Central”.

Que un evento tenga desactivado su correspondiente bit de “Máscara de Comunicación Automática de Eventos” no implica que dicho evento no sea informado nunca a la Estación Base por iniciativa del terminal remoto. Cuando se genere cualquier otro evento que sí tenga activado el bit de “comunicación automática”, se comunicarán todos los eventos que en ese momento estén almacenados en la “Cola de Eventos”, independientemente del valor de su “Máscara de Comunicación Automática”.

Además, será enviado el estado de los eventos de cada terminal junto con el resto de valores correspondientes.

La estación central podrá consultar por propia iniciativa la “Cola de Eventos” del terminal remoto. Esta consulta no responde con el contenido de la “Cola de Eventos”, sino que activa el “Envío de Eventos a la Estación Central” que, siguiendo el procedimiento habitual, informará al solicitante de la información completa de todos los eventos existentes en la “Cola de Eventos”. Mediante este

## Sección 2 Descripción funcional

---

mecanismo se consigue que el terminal remoto tenga siempre una confirmación de que la información de los eventos ha llegado al solicitante y pueda borrarla con seguridad de su memoria.

El mecanismo por el que los eventos serán eliminados de la “Cola de Eventos” viene dado por la recepción en el terminal remoto de la confirmación del “Informe de Eventos a la estación Central”. Es decir, hasta que no se tenga la confirmación de que la estación central ha sido informada de un evento, éste no será eliminado de la “Cola de Eventos”.

Cuando la comunicación de la remota no se produce con la Estación Central Maestra, sino con la secundaria, la remota no procesará la petición de envío de eventos ni los borrará de la cola.

Se debe asegurar que la “Cola de Eventos” es actualizada en la Estación Base en caso de una caída de la alimentación. Para ello, en caso de que dicha caída sea gradual, en la detección del evento “Batería Muy Baja” el contenido completo de la Cola de Eventos será enviado inmediatamente a la Estación Central. A partir de ese instante, cualquier evento detectado estando el evento “Batería Muy Baja” activado, será enviado inmediatamente a la Estación Central, independientemente del valor de la máscara de comunicación automática (no así su registro). De esta forma nos aseguraremos que la Estación Central es informada del contenido actual de la “Cola de Eventos”.

En caso de una pérdida de alimentación repentina, no será prioritaria la grabación de la “Cola de Eventos” por lo que se almacenarán únicamente los valores de los contadores de los hidrantes instalados en el terminal, perdiéndose en este caso los eventos almacenados en la “Cola de Eventos” y no enviados a la Estación Base.

### Activación y Desactivación de Eventos.

A continuación se detallan las condiciones de activación y desactivación de cada evento.

NOMBRE DEL EVENTO	ACTIVACIÓN	DESACTIVACIÓN
Remota activa	Este evento se genera cuando la remota se enciende o se resetea., ya sea por un reset software o por una pérdida de alimentación. Una vez se ha producido la activación de este evento, la remota comprobará el estado (MIXTO o ACTIVO) en el que debe trabajar.	Inmediatamente después de registrar este evento en la “Cola de Eventos”. La desactivación de este evento no genera un registro en la “Cola de Eventos”, ni tampoco su posterior informe a la Estación Central.

*Sección 2 Descripción funcional*

NOMBRE DEL EVENTO	ACTIVACIÓN	DESACTIVACIÓN
Pérdida de alimentación	Informa que la remota se ha reiniciado, bien por un reinicio software o por pérdida en la alimentación propiamente dicha. En el dato asociado al evento se envía la fecha y hora en que la remota perdió alimentación. Siempre debe informar de este evento la siguiente vez que se arranque después de la pérdida de alimentación, exceptuando la primera vez que arranque el sistema.	Inmediatamente después de registrar este evento en la Cola de Eventos. La desactivación de este evento no genera un registro en la “Cola de Eventos”, ni tampoco su posterior informe a la Estación Central.
Fallo en comunicaciones	Después de que se haya agotado el número máximo de intentos de reenvío. (Se enviará la activación después de que se produzca la desactivación). En la información asociada al evento se indicará el terminal con el cual se produjo el fallo en comunicaciones y la respuesta del módem en el intento de la conexión GPRS.	Después de recibir cualquier tipo de paquete de la Estación Central principal.
Número Máximo de Eventos En Cola Sin Transmitir	Informa de que el número de eventos almacenados en la Cola de Eventos ha llegado al límite establecido en el mapa de memoria. Este evento generará un envío de la función 05 “Envío de Informe de Eventos” a la Estación Base, lo cual permitirá vaciar la Cola de Eventos, una vez que éste mensaje haya sido confirmado.	Después de vaciar la “Cola de Eventos”. La “Cola de Eventos” se vaciará cuando la Estación Central envíe la confirmación a la función 05 “Envío de Informe de Eventos”, producida por la activación de este evento.
Comunicación Cíclica	Informa que el terminal remoto sigue activo y en línea. El intervalo del ciclo de envío de este evento estará especificado en el mapa de memoria, expresado en minutos. Dependiendo de si en el terminal se está ejecutando algún riego o no, el ciclo del envío será diferente. Este evento permitirá ser iniciado en una fecha y hora concretas especificadas en el mapa de memoria.	Inmediatamente después de registrar este evento en la “Cola de Eventos”. La desactivación de este evento no genera un registro en la “Cola de Eventos”, ni tampoco su posterior informe a la Estación Central.
Modo Mixto	Si se encuentra en modo Mixto Programado, en el instante en que se cumple el minuto de inicio programado. El cambio a modo mixto del terminal será efectivo en el momento en que no quede pendiente de envío ningún evento. Si se encuentra en modo Mixto Manual, en el instante en que se recibe el cambio de modo Activo a modo Mixto desde la estación central. El cambio a modo mixto del terminal será efectivo en el momento en que haya transcurrido el tiempo máximo de espera sin comunicaciones antes del apagado de módems y no quede pendiente de envío ningún evento.	Si se encuentra en modo Mixto Programado, en el instante en que finaliza el periodo programado en modo mixto. Si se encuentra en modo Mixto Manual, en el instante en que se recibe el cambio de modo Mixto a modo Activo desde la estación central.

*Sección 2 Descripción funcional*

NOMBRE DEL EVENTO	ACTIVACIÓN	DESACTIVACIÓN
Medida Entrada Analógica Alta (Por Encima del Límite Superior)	<p>Informa si el valor de alguna entrada analógica (de la placa base o de expansión) es superior al límite máximo establecido en el mapa de memoria.</p> <p>En la información asociada al evento se indicará (en el campo “Origen del Evento”) la entrada analógica que activó este evento.</p>	<p>Después de realizar una lectura correcta en todas las entradas analógicas instaladas, de placa base y expansiones (estando el evento activado).</p> <p>Se interpretará que una lectura es correcta si el valor es inferior al límite superior menos cierto porcentaje de estabilización especificado en el mapa de memoria. El valor al que equivale este porcentaje de estabilización se calculará en función del valor del límite superior de entrada analógica.</p>
Medida Entrada Analógica Baja (Por Debajo del Límite Inferior)	<p>Informa si el valor de alguna entrada analógica (de la placa base o de expansión) es inferior al límite mínimo establecido en el mapa de memoria.</p> <p>En la información asociada al evento se indicará (en el campo “Origen del Evento”) la entrada analógica que activó este evento.</p>	<p>Después de realizar una lectura correcta en todas las entradas analógicas instaladas, de placa base y expansiones (estando el evento activado).</p> <p>Se interpretará que una lectura es correcta si el valor es superior al límite inferior más cierto porcentaje de estabilización especificado en el mapa de memoria. El valor al que equivale este porcentaje de estabilización se calculará en función del valor del límite superior de entrada analógica.</p>
Nivel de batería baja	<p>Informa de que el nivel de tensión de la batería ha descendido por debajo del primer límite inferior definido por el parámetro “Limite Inferior para evento de nivel 1 de Batería Baja”.</p>	<p>Después de realizar una lectura correcta del valor de la batería (estando el evento activado).</p> <p>Se interpretará que una lectura es correcta si el valor es superior al “Nivel de Batería Baja” más cierto porcentaje de estabilización especificado en el mapa de memoria. El valor al que equivale este porcentaje de estabilización se calculará en función del valor del límite superior de entrada analógica.</p>
Nivel de batería muy baja	<p>Informa de que el periodo de vida de la batería es muy limitado, y ésta deberá ser sustituida lo antes posible.</p> <p>En este instante se cierran todas las válvulas y se envía a la Estación Base el contenido completo de la Cola de Eventos.</p> <p>Cualquier evento generado, estando esté activo, será enviado inmediatamente a la Estación Base, sin comprobar el estado de la máscara de envío de eventos. El registro de eventos seguirá realizándose en función del estado de la máscara de registro de eventos.</p>	<p>Después de realizar una lectura correcta del valor de la batería (estando el evento activado).</p> <p>Se interpretará que una lectura es correcta si el valor es superior al “Nivel de Batería Muy Baja” más cierto porcentaje de estabilización especificado en el mapa de memoria. El valor al que equivale este porcentaje de estabilización se calculará en función del valor del límite superior de entrada analógica.</p>

*Sección 2 Descripción funcional*

NOMBRE DEL EVENTO	ACTIVACIÓN	DESACTIVACIÓN
<p>Nivel de Sustitución de Batería: Desconexión</p>	<p>Informa de que la batería puede fallar en cualquier momento. En este instante y antes de que la alimentación del micro empeore se forzará la grabación de los Contadores en EEPROM (incluido “Contador Total”, “Contador Parcial” y “Contador Horario en Pérdida de Alimentación”). A continuación se esperará en un bucle indefinido hasta recuperar una tensión de alimentación correcta. De esta forma se evitará un comportamiento incorrecto que se traduzca en datos erróneos.</p>	<p>Después de realizar una lectura correcta del valor de la batería (estando el evento activado). Se interpretará que una lectura es correcta si el valor es superior al “Nivel de Sustitución de Batería” más cierto porcentaje de estabilización especificado en el mapa de memoria. El valor al que equivale este porcentaje de estabilización se calculará en función del valor del límite superior de entrada analógica.</p>
<p>Nivel de Alimentación de Placa Solar Bajo</p>	<p>Informa de nivel de tensión baja procedente de la placa solar, la cual se debe utilizar para la carga de la batería. Por tanto, si este evento se encuentra activado, no debe activarse la carga de la batería.</p>	<p>Después de realizar una lectura correcta del valor de la alimentación solar (estando el evento activado). Se interpretará que una lectura es correcta si el valor es superior al “Nivel de Alimentación Solar Baja” más cierto porcentaje de estabilización especificado en el mapa de memoria. El valor al que equivale este porcentaje de estabilización se calculará en función del valor del límite superior de entrada analógica.</p>
<p>Cambio de Estado en Entrada Digital</p>	<p>Informa de un cambio de nivel en el valor alguna de las Entradas Digitales (de la placa base o de alguna expansión). Es decir, se generará este evento cuando se produzca un cambio de nivel 1 a 0 y cuando se produzca un cambio de nivel 0 a 1. En la información asociada al evento se indicará (en el campo “Origen del Evento”) la entrada digital que activó este evento.</p>	<p>Inmediatamente después de registrar este evento en la “Cola de Eventos”. La desactivación de este evento no genera un registro en la “Cola de Eventos”, ni tampoco su posterior informe a la Estación Central.</p>
<p>Envío Periódico de Entrada Analógica</p>	<p>Informa de la última adquisición realizada en la entrada analógica que informa del evento. El periodo de envío de este evento viene configurado por el valor del parámetro “Intervalo Entre Lecturas Consecutivas de Entradas Analógicas”. En la información asociada al evento se enviará el número de cuentas obtenido en la última adquisición de la entrada analógica.</p>	<p>Inmediatamente después de registrar este evento en la “Cola de Eventos”. La desactivación de este evento no genera un registro en la “Cola de Eventos”, ni tampoco su posterior informe a la Estación Central.</p>
<p>Registro/Conexión GSM</p>	<p>Se activa cuando la remota enlaza con la red GSM, posteriormente al encendido del módem y unos segundos después de introducir el PIN de la tarjeta SIM, en caso de ser necesario. En la información asociada al evento se devolverá: 0: No registrado en GSM 1: Registro OK 2: En proceso de Registro 3: Rechazado por red 4: Error desconocido 5: Registrado roaming</p>	<p>Inmediatamente después de registrar este evento en la “Cola de Eventos”. La desactivación de este evento no genera un registro en la “Cola de Eventos”, ni tampoco su posterior informe a la Estación Central.</p>

*Sección 2 Descripción funcional*

NOMBRE DEL EVENTO	ACTIVACIÓN	DESACTIVACIÓN
Medición de Cobertura	Este evento se activa inmediatamente después del evento 61h “Registro/Conexión GSM”, e informa del valor de cobertura que proporciona el módem. En la información asociada al evento se adjuntará el valor devuelto por el módem al comando correspondiente en cuanto al nivel de cobertura (RSSI):  1-10: nivel de recepción insuficiente 10-31: buen nivel de recepción 99: MODEM en fallo de recepción	Inmediatamente después de registrar este evento en la “Cola de Eventos”. La desactivación de este evento no genera un registro en la “Cola de Eventos”, ni tampoco su posterior informe a la Estación Central.
Registro/Conexión GPRS	Se activa cada vez que el terminal realiza el “attach” a GPRS, a continuación de ejecutar el comando correspondiente. En la información asociada al evento se devolverá el resultado:  0: No registrado en GPRS 1: Registro OK 2: En proceso de Registro 3: Rechazado por red 4: Error desconocido 5: Registrado roaming 6: Error durante conexión APN.	Inmediatamente después de registrar este evento en la “Cola de Eventos”. La desactivación de este evento no genera un registro en la “Cola de Eventos”, ni tampoco su posterior informe a la Estación Central.
Sin caudal con válvula abierta (Pasado el tiempo de verificación y los ciclos de reintentos de apertura)	Informa de que existe un error en la válvula supuestamente abierta pero que no detecta pulsos de contador. Este evento será generado después de haber realizado un cierto número de reintentos de apertura, manteniéndose la situación errónea. Puede configurarse si se desea que el evento se active varias veces o únicamente la primera vez que se detecta.	El evento se desactivará si se cumplen cualquiera de la siguientes condiciones: – Después de recibir un pulso (si no se ha configurado que se active sólo la primera vez). – Después de cerrar la válvula.
Con caudal con válvula cerrada (Pasado el tiempo de verificación y los ciclos de reintentos de cierre)	Informa de que existe un error en la válvula supuestamente cerrada pero que sigue detectando pulsos de contador. Este evento será generado después de haber realizado un cierto número de reintentos de apertura, manteniéndose la situación errónea.	El evento se desactivará si se cumplen cualquiera de la siguientes condiciones: – Después de que pase el “tiempo de verificación de apertura” sin pulsos. – Después de abrir la válvula.
Programa de riego iniciado	Cuando se abra una válvula por el inicio de un programa de riego (No motivado por una apertura manual). El bit de estado del evento se mantendrá activado mientras que la válvula del hidrante se encuentre abierta en modo de funcionamiento “Programa”.	Al finalizar un programa de riego, tanto por tiempo como por volumen. También al detectarse un cambio de estado encontrándose el hidrante en modo de funcionamiento “Manual”. La desactivación de este evento no genera un registro en la “Cola de Eventos”, ni tampoco su posterior informe a la Estación Central.
Programa de riego finalizado por tiempo	Cuando finalice el turno de riego, por haberse cumplido la hora de finalización del mismo. El bit de estado del evento se mantendrá activado mientras que la válvula del hidrante se encuentre cerrada en modo de funcionamiento “Programa”.	Al iniciarse un nuevo programa de riego. También al detectarse un cambio de estado encontrándose el hidrante en modo de funcionamiento “Manual”. La desactivación de este evento no genera un registro en la “Cola de Eventos”, ni tampoco su posterior informe a la Estación Central.

*Sección 2 Descripción funcional*

NOMBRE DEL EVENTO	ACTIVACIÓN	DESACTIVACIÓN
Programa de riego finalizado por volumen	Cuando finalice el turno de riego, por haberse cumplido el volumen asignado al mismo. El bit de estado del evento se mantendrá activado mientras que la válvula del hidrante se encuentre cerrada en modo de funcionamiento "Programa".	Al iniciarse un nuevo programa de riego. También al detectarse un cambio de estado encontrándose el hidrante en modo de funcionamiento "Manual". La desactivación de este evento no genera un registro en la "Cola de Eventos", ni tampoco su posterior informe a la Estación Central.
Envío de Contador Horario	Envía el valor del contador de la hora que se acaba de cumplir para que la Estación Base pueda reconstruir la tabla de consumo del terminal remoto. Es decir, si el evento se envía con marca de tiempo 10:00:00, el contador informará de los pulsos detectados desde las 09:00:00 hasta las 10:00:00.	Inmediatamente después de registrar este evento en la "Cola de Eventos". La desactivación de este evento no genera un registro en la "Cola de Eventos", ni tampoco su posterior informe a la Estación Central.
Envío de Contador Total	Almacena el valor del contador total a la hora que se acaba de cumplir, de forma análoga a como opera el evento de "Contador Horario", pero con el valor total del contador en lugar del parcial horario.	En la activación se guarda la parte alta del contador, y en la desactivación se guarda la parte baja.
Reintento de Apertura de Válvula	Informa a la remota que ha realizado un reintento de apertura de la válvula después de que cumplido en tiempo de verificación de apertura sigan sin detectarse pulsos.	Inmediatamente después de registrar este evento en la "Cola de Eventos". La desactivación de este evento no genera un registro en la "Cola de Eventos", ni tampoco su posterior informe a la Estación Central.
Reintento de Cierre de Válvula	Informa a la remota que ha realizado un reintento de apertura de la válvula después de que cumplido en tiempo de verificación de cierre sigan detectándose pulsos.	Inmediatamente después de registrar este evento en la "Cola de Eventos". La desactivación de este evento no genera un registro en la "Cola de Eventos", ni tampoco su posterior informe a la Estación Central.
Caudal Superior al Caudal Máximo	Informa si el caudal medio de riego es superior al valor del caudal máximo configurado para el hidrante.	El evento se desactivará si se cumplen cualquiera de la siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- El caudal medio baje por debajo del límite de caudal máximo durante un tiempo superior al tiempo de latencia configurado.</li> <li>- Después de cerrar la válvula.</li> </ul>
Caudal Inferior al Caudal Mínimo	Informa si el caudal medio de riego es inferior al valor del caudal mínimo configurado para el hidrante.	El evento se desactivará si se cumplen cualquiera de la siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- El caudal medio suba por encima del límite de caudal mínimo durante un tiempo superior al tiempo de latencia configurado.</li> <li>- Después de cerrar la válvula.</li> </ul>

Tabla 1: Condiciones de Activación y Desactivación de Cada Evento

## **Comportamiento especial ante eventos de batería**

Es importante el comportamiento de la remota ante fallos de alimentación para evitar pérdida de datos, transmisión de datos erróneos o descontrol del riego. Para ello se han establecido unos criterios de actuación cuando se disparan determinados eventos relacionados con el nivel de batería.

### **Nivel de batería muy baja**

Este nivel indica que debemos proceder a sustituir la batería, dándonos un margen para hacerlo en función del nivel marcado para el evento en el mapa de memoria.

Al llegar ese momento la remota cierra progresivamente todas las válvulas abiertas, siguiendo el procedimiento habitual, y bloquea cualquier orden posterior (automática o manual) de apertura. Así asegura una situación controlada del riego y evita que se puedan perder pulsos.

Asimismo envía la cola de eventos a la Estación Central y activa el envío automático de cualquier evento que se produzca a partir de ese momento, independientemente del valor de su máscara de comunicación automática, con el objeto de reducir el riesgo de perderlo.

### **Nivel de sustitución de batería. Desconexión**

Este nivel indica que la batería puede fallar en cualquier momento y está sin capacidad de actuación. Cuando se alcanza, la remota almacena en EEPROM los valores de los contadores de todos los hidrantes instalados (incluidos los parámetros “Contador de Pulsos de Volumen Acumulado”, “Contador de Pulsos de Volumen Parcial de último Riego Realizado” y “Contador Horario en Pérdida de Alimentación”). En concreto este último parámetro debe interpretarse como el valor del contador de pulsos horario de la hora en que se perdió la alimentación del sistema, que a su vez se corresponde con la activación del evento “Sustitución de Batería”, que es cuando se almacenan los contadores. Posteriormente la remota quedará en un bucle a la espera de que se alcance un nivel de funcionamiento aceptable (la histéresis marcada en el mapa de memoria más el valor del parámetro de activación del evento “Sustitución de Batería”).

En caso de una pérdida repentina de alimentación, no gradual, la remota guardará esta información y el estado de las válvulas, perdiéndose la cola de eventos pendientes. De esta forma garantizamos que en ningún caso se pierde la información crítica para facturar y que se recupera el estado correspondiente.

### **Mecanismo de Carga de la Batería con panel solar**

Adicionalmente a los valores de activación de los eventos que indican el estado de la batería, se han definido otros parámetros que permiten configurar el mecanismo de carga de la batería a través del panel solar en los casos en los que el proyecto lo requiera tal carga. Estos parámetros son los siguientes:

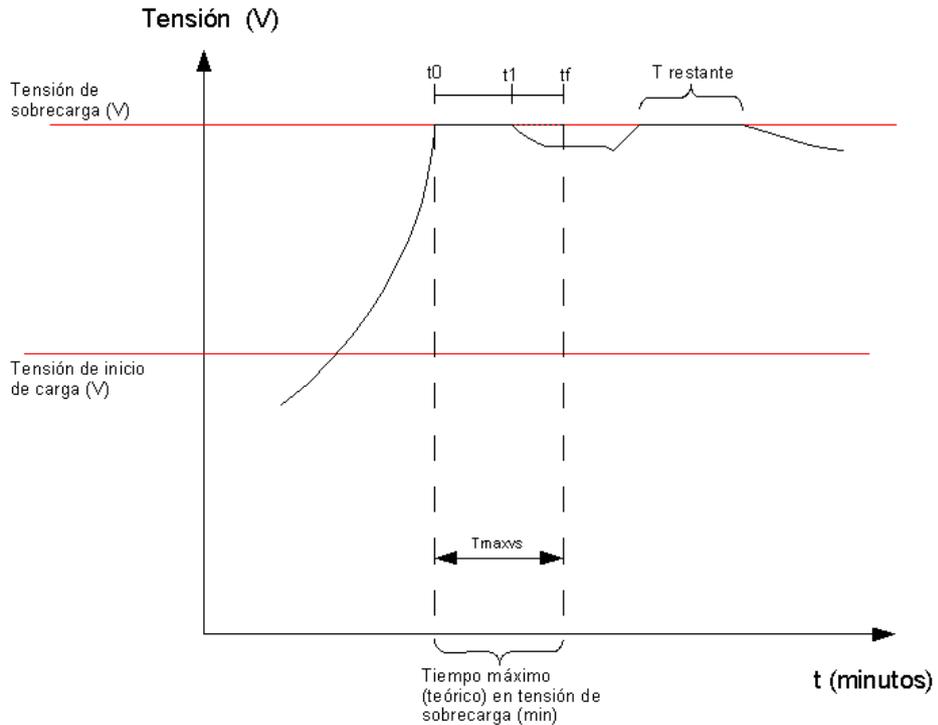
- Valor de Inicio de Carga de Batería: Indica el valor mínimo en el que debe iniciarse la carga de la batería.
- Valor de Tensión de Sobrecarga de Batería indica el valor en el que se considera que la batería se encuentra en tensión de sobrecarga.
- Tiempo Máximo en Tensión de Sobrecarga de Batería (minutos): Indica la duración del intervalo en que debe mantenerse a la batería en tensión de sobrecarga.
- Unidad de Tiempo de Recarga de Batería (por 1 hora de descarga)(minutos): Indica el tiempo que debe recargarse la batería por cada hora de descarga (funcionamiento normal sin mantener la carga de la batería activa).
- Tiempo Máximo Acumulado de Recarga para Activar la Carga de Batería (minutos): Indica el máximo tiempo de recarga de batería que debe acumularse antes de forzar la activación de carga de la batería.

NOTA: Los valores asignados a estos parámetros deberán ser tenidos en cuenta según las baterías utilizadas sean de 6 V o 12 V.

A partir de estos parámetros el mecanismo de carga será el siguiente:

La carga de la batería se activará por alguna de las siguientes causas:

- A. Si la tensión leída de la batería es inferior al parámetro “Valor de Inicio de Carga de Batería”, se debe activar la carga de batería hasta alcanzar la tensión de sobrecarga (parámetro “Valor de Tensión de Sobrecarga de Batería”) y mantenerla hasta completar el tiempo indicado en el parámetro “Tiempo Máximo en Tensión de Sobrecarga de Batería (minutos)”. En este caso:
  - Si durante ese intervalo la tensión de la Placa Solar no es suficiente para mantener la tensión de sobrecarga en la batería (Tensión de la Placa Solar por debajo del valor del parámetro “Límite Inferior para Evento de Nivel de Placa Solar Bajo”), el periodo de tiempo en que esta situación se mantenga no se computará como tiempo en tensión de sobrecarga. Es decir, cuando se recupere la tensión de la Placa Solar se deberá mantener la carga de batería en sobrecarga durante el tiempo que faltaba cuando se perdió la tensión de la Placa Solar. Además, por cada hora en la que se haya mantenido la situación deficiente en la tensión suministrada por la Placa Solar se debe incrementar el *tiempo restante en sobrecarga* con el valor del parámetro “Unidad de Tiempo de Recarga de Batería (por 1 hora de descarga)(minutos)”
  - Cuando el *tiempo restante de carga* sea nulo se desactivará la carga de la batería.



$$\text{Tiempo restante} = T_{maxvs} - t_{\text{cargado}} + t_{\text{recarga}}$$

$$t_{\text{cargado}} = t_1 - t_0$$

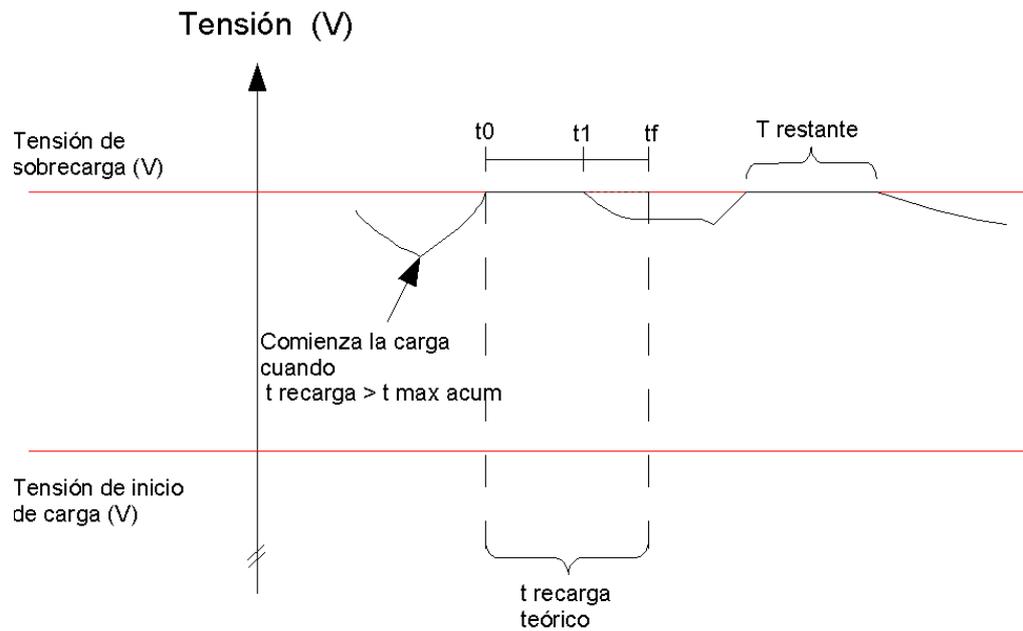
$$t_{\text{recarga}} = \text{Unidad de tiempo de recarga de batería (por hora de descarga)} * \text{horas de descarga}$$

Figura 7. Gráfica explicativa del caso A de recarga de batería

- B. En funcionamiento sin mantener activada la carga de batería, cada hora se deberá incrementar el valor de tiempo restante de recarga según el parámetro “Unidad de Tiempo de Recarga de Batería (por 1 hora de descarga)(minutos)”. Si el tiempo acumulado de recarga de batería supera el valor del parámetro “Tiempo Máximo Acumulado de Recarga para Activar la Carga de Batería (minutos)”, se debe activar la carga de la batería hasta completar dicho tiempo manteniendo la tensión de sobrecarga (parámetro “Valor de Tensión de Sobrecarga de Batería”). En este caso:
- Si durante ese intervalo la tensión de la Placa Solar no es suficiente para mantener la tensión de sobrecarga en la batería (Tensión de la Placa Solar por debajo del valor del parámetro “Límite Inferior para Evento de Nivel de Placa Solar Bajo”), el periodo de tiempo en que esta situación se mantenga no se computará como tiempo en tensión de sobrecarga. Es

decir, cuando se recupere la tensión de la Placa Solar se deberá mantener la carga de batería en sobrecarga durante el tiempo que faltaba cuando se perdió la tensión de la Placa Solar. Además, por cada hora en la que se haya mantenido la situación deficiente en la tensión suministrada por la Placa Solar se debe incrementar el *tiempo de recarga* con el valor del parámetro “Unidad de Tiempo de Recarga de Batería (por 1 hora de descarga)(minutos)”.

- Cuando el *tiempo restante de carga* sea nulo se desactivará la carga de la batería.
- Durante el tiempo que la carga de la batería está desactivada, por cada hora que transcurra se incrementará el tiempo de recarga hasta que se alcance el valor del parámetro “Tiempo Máximo Acumulado de Recarga para Activar la Carga de Batería (minutos)”.



$$t \text{ recarga} = \text{Unidad de tiempo de recarga de batería (por hora de descarga)} * \text{horas de descarga}$$

$$\text{Tiempo restante} = t \text{ recarga} - t \text{ cargado} + t \text{ recarga}'$$

$$t \text{ cargado} = t1 - t0$$

Figura 8. Gráfica explicativa del caso B de recarga de batería

El proceso de carga de la batería se detendrá inmediatamente si el valor de tensión de la placa solar no es el adecuado, Es decir, se detendrá si la tensión de la batería es inferior al valor del parámetro “Límite Inferior para Evento de Nivel de Placa Solar Bajo”.

De forma similar el proceso de carga quedará deshabilitado si alguno de los valores de los parámetros “Valor de Inicio de Carga de Batería” o “Tiempo Máximo Acumulado de Recarga para Activar la Carga de Batería (minutos)” son nulos.

## **Comunicaciones**

La Estación Central se comunica directamente con las unidades que tengan GPRS. La iniciativa en las comunicaciones partirá normalmente de las remotas debido al suceso de algún evento en ellas, aunque la Estación Central podrá también hacer *polling* en caso de que exista algún terminal remoto permanentemente activo y, por tanto, con las comunicaciones permanentemente activadas.

Las remotas tendrán activadas sus conexiones según la configuración del proyecto (normalmente determinado por requisitos de consumo y alimentación).

En caso de configuraciones con el equipo de comunicaciones normalmente apagado, cuando se produce un evento a transmitir (incluido el de tiempo de conexión programado), la remota enciende el módem, verifica que el medio está libre y comunica. En ese momento es cuando el otro equipo puede aprovechar para transmitirle lo que precise, es decir, la estación central deberá esperar a que la remota inicie la comunicación.

La comunicación entre la Estación Central y las remotas se realiza utilizando la suite de protocolos de Internet UDP/IP encapsulados a nivel de enlace dentro de tramas PPP. La utilización de la pila UDP/IP+PPP es necesaria a este nivel de comunicación ya que se está accediendo a la red Internet en las comunicaciones GPRS.

En todos los casos se dispone de mecanismos para minimizar el consumo global de la remota, activando los modos de menor consumo de módem y microcontrolador posibles en cada momento.

### **Identificación de las Remotas**

De forma general, los terminales máster se identificarán de forma unívoca por el par formado por su dirección IP y el valor del parámetro “Puerto UDP local”. Esta dirección IP es fija conocida, preasignada por el operador de telefonía y vinculada a la tarjeta SIM que tiene insertado.

### **Mecanismos de comunicación**

Por el método de comunicación, el terminal remoto Neptuno se clasifica remota GPRS.

Asimismo, la estación central se puede clasificar como sigue:

- Estación central primaria (SCADA): recibe toda la información de las remotas

- Estación central secundaria: no puede recibir información de eventos.

De acuerdo a esta clasificación se analizan a continuación los diferentes escenarios de comunicación de la estación central (primaria o secundaria) con la remota.

### **Estación Central con Remota GPRS**

Las remotas tienen una dirección IP fija asignada por la operadora de telefonía móvil al SIM instalado en el módem GPRS.

Desde el momento que tiene alimentación, la remota establece primero la conexión GPRS, luego a Internet (negociando a través de PPP la configuración adecuada, así como su login y password, con el APN que tenga configurado en su mapa de memoria) y finalmente envía un primer evento "Remota Activa y En Línea". A partir de aquí negociará su identificación definitiva respecto a la Estación Base y luego funcionará normalmente.

### **Estación Central Secundaria con remotas GPRS.**

Las remotas GPRS admiten la conexión con una segunda estación central (secundaria). Desde la remota se realiza un control en función de la dirección IP de origen de una comunicación para determinar qué tipo de acciones pueden llevarse a cabo desde dicha estación central. Las remotas se comportarán exactamente igual con una Estación Central Primaria o Secundaria en cuanto a la consulta y modificación de valores del mapa de memoria (a excepción del cambio a modo mixto) pero no así en cuanto a la posibilidad de apagado del módem y consulta de eventos.

### **Monitorización y configuración local**

Toda remota dispone de un puerto I2C a través del cual, un operario provisto de un PC y una placa de depuración DEBUG, podrá conectarse a dicho terminal y consultar y modificar localmente el estado del mapa de memoria. La placa de depuración DEBUG se conectará al PC a través de un puerto serie RS232, mientras que a la PC4H se conectará a través del conector IDC10 "P.COM". Desde él se pueden realizar las siguientes funciones:

- Escribir y leer libremente el mapa de memoria de la remota para alterar o modificar cualquier parámetro, pudiendo dar la orden de salvar el mapa en EEPROM.
- Enviar mensajes de comunicación, según el protocolo establecido, que la remota procesará como si de la estación central se tratase, contestando con la información que se le pida, enviando eventos, medidas, etc.

### **Mantenimiento de la conectividad GPRS**

El mantenimiento de la conexión de un terminal con conectividad a GPRS depende de su modo de funcionamiento. Mientras que los terminales con

funcionamiento “ACTIVO” deben intentar mantener una conexión permanente a GPRS, los que funcionan en modo “MIXTO” no requieren un control tan exhaustivo del estado de la conexión ya que el terminal solamente establecerá la conexión puntualmente para comunicar el evento correspondiente a la estación central, desconectando y manteniéndose el resto del tiempo en un modo de “ahorro de consumo”.

En el caso de un terminal funcionando en modo “ACTIVO”, la conexión a GPRS debe ser permanente por lo que éste deberá utilizar mecanismos para asegurar que la conexión se mantiene establecida. Para ello el terminal utilizará conjuntamente el evento “Fallo en Comunicaciones” y “Comunicación Cíclica”. En caso de que en un momento dado, bien por el envío de este evento o por cualquier otro, se cumple el número máximo de reintentos sin confirmación y se active el evento “Fallo en Comunicaciones”, en la siguiente ocasión que deba enviarse cualquier otro evento se forzará una reconexión a GPRS. De esta forma aseguramos que en caso de que se haya perdido por cualquier motivo la conexión, ésta volverá a reestablecerse en caso de que el error en la desconexión no estuviera producido por causas ajenas al sistema (error de la operadora de telefonía, etc.). La activación del evento “Fallo en Comunicaciones” no implica la desconexión inmediata forzada desde el terminal sino que el módem GPRS se mantiene encendido y conectado, siempre y cuando lo esté, lo cual permite al sistema recuperarse y desactivar el evento “Fallo en Comunicaciones” en caso de la recepción de algún paquete. El periodo del evento “Comunicación Cíclica” con que se configure la remota deberá ser el necesario para detectar lo más pronto posible dicha situación incorrecta, ya que el terminal no será consciente de esta situación hasta que él mismo sea quien intente realizar una comunicación.

En este modo, el terminal remoto realiza una desconexión al día debido al comportamiento de la red de telefonía en la que está incluida.



Figura 9. Comunicación Cíclica en Modo Activo

En el caso de un terminal funcionando en modo “MIXTO”, el terminal despierta de su modo “durmiente” para establecer una conexión GPRS y comunicar eventos a la estación central. Después de establecerse la conexión a GPRS, e iniciar la comunicación, ésta se suspende cuando se ha cumplido el tiempo marcado por el parámetro “Tiempo de espera desde la última comunicación, antes de apagar el módem, una vez enviados sus datos (segundos)”,

independientemente de que se haya producido un error en la comunicación o no. Es decir, después de que haya pasado el tiempo indicado por este parámetro sin que se haya enviado o recibido ningún mensaje en el terminal, éste apagará el módem GPRS, aún cuando el evento “Fallo en Comunicaciones” esté activado. El terminal volverá a intentar comunicar cuando vuelva a generarse otro evento que requiera comunicación.

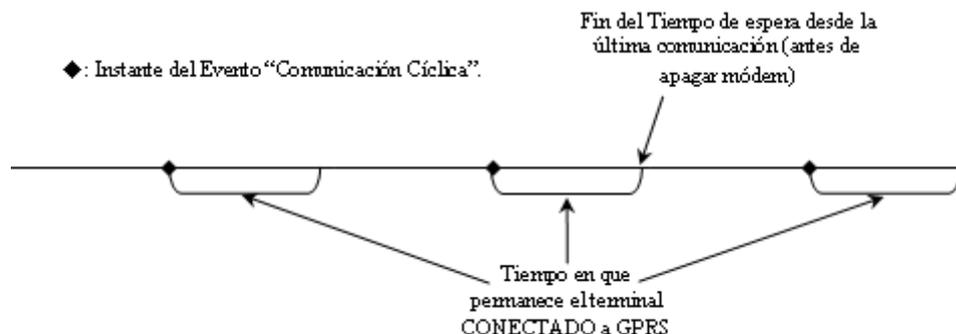


Figura 10. Comunicación Cíclica en Modo Mixto

Independientemente del modo de funcionamiento del terminal, durante un intento de conexión a GPRS pueden ocurrir errores que provoquen que el terminal no pueda establecer correctamente dicha conexión. Las causas que pueden inducir a un error en la conexión pueden estar relacionadas con el cumplimiento de un tiempo máximo sin respuesta del módem, la imposibilidad de establecer conexión física a GPRS, errores durante la negociación PPP, etc. Hasta que el terminal consiga establecer con éxito una conexión a GPRS, deberá realizar periódicamente reintentos de reconexión. Los intentos de reconexión a GPRS estarán separados en el tiempo en función de los parámetros del mapa de memoria: parámetro “1er tiempo de espera reconexión GPRS (min.)”, parámetro “2º tiempo de espera reconexión GPRS (min.)” y parámetro “N-ésimos tiempos espera reconexión GPRS (min.)”, los cuales se irán utilizando, respectivamente, según corresponda. Entre cada reintento de conexión a GPRS el módem permanecerá apagado, iniciándose en cada reintento todo el proceso completo, desde el encendido del módem hasta completar con éxito la negociación PPP.

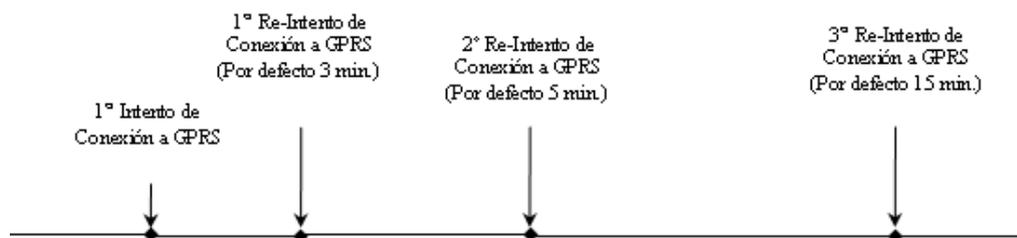


Figura 11. Intentos de Conexión a GPRS

## **Mecanismo de Control de Confirmación de Paquetes y Reenvíos**

El protocolo de comunicaciones debe proporcionar un mecanismo que permita controlar la confirmación de paquetes y reenvíos, ya que solamente a nivel de aplicación podremos realizar este control.

La cabecera común del protocolo de comunicaciones contiene un campo que servirá para identificar al paquete transmitido. Cuando un paquete es transmitido, el emisor generará un número que asignará a este campo. Por su parte el receptor deberá copiar el identificador del paquete recibido en el paquete de confirmación con el que responderá a emisor. Este mecanismo podrá ser utilizado para poder relacionar la recepción de un paquete de confirmación con el paquete enviado.

Tras un envío de un paquete desde un terminal remoto y transcurrido el tiempo máximo de espera (configurable) sin recibir el correspondiente paquete de confirmación, el terminal remoto reenviará el paquete. Este proceso se repetirá un cierto número de ciclos (configurable). Si después de este número de ciclos no se ha recibido ninguna confirmación, el mensaje será eliminado de la “Lista de Mensajes por Confirmar” y no se volverá a realizar el reintento. En este caso se generará el evento “Fallo en comunicaciones”.

Cuando un Envío de Eventos a la Estación Central produzca una situación de error en el envío de las comunicaciones, estos eventos serán mantenidos en la Cola de Eventos. Éstos serán enviados a la Estación Central, bien porque algún equipo haya solicitado una consulta de los eventos almacenados en la Cola de Eventos, o bien porque se haya generado un nuevo evento que tenga habilitada la máscara de envío automático. Por cualquiera de estos motivos, se generará un Envío de Eventos a la Estación Central con el contenido completo de la Cola de Eventos.

## **Parámetros de configuración de la remota desde la aplicación Config. Neptuno**

### **Configuración del protocolo de comunicación.**

- Período de comunicación cíclica (min.).
- Tiempo máximo de espera de confirmación tras un reenvío.
- Tiempo de espera de apagado del módem después de la última confirmación (seg.).
- Número máximo de ciclos de reintentos de envío de mensajes.

### **Configuración GPRS**

- PIN, APN, usuario y password.
- 1er tiempo de espera reconexión GPRS (min.).
- 2º tiempo de espera reconexión GPRS (min.).

- N-ésimos tiempos espera reconexión GPRS (min.).
- Número máximos intentos de registro GPRS.
- Tiempo máximo de espera sin respuesta en conexión GPRS (seg.).

### **Parámetros Relacionados con el Modo Mixto**

- Inicio de Modo Mixto Programado.
- Duración de Modo Mixto Programado.

### **Configuración Analógicas.**

- Porcentaje de estabilización de analógicas (%).
- Intervalo entre lecturas consecutivas (seg.).
- Tiempo de estabilización analógicas (mseg).

### **Configuración de carga de batería.**

- Valor de inicio de carga de la batería.
- Valor de tensión de sobrecarga de batería.
- Tiempo máximo en tensión de sobrecarga de batería (min.).
- Unidad de tiempo de recarga de batería (por cada hora de descarga) (min.).
- Tiempo máximo acumulado de recarga para activar la carga de batería.

### **Configuración carga del condensador a 15V**

- Tiempo de carga del condensador a 15 V con evento de batería baja (milisegundos).

### **Comunicación cíclica:**

- Inicio del evento comunicación cíclica.
- Duración ciclo evento comunicación cíclica con riego activo (min.).
- Duración ciclo evento comunicación cíclica sin riego activo (min.).

### **Evento niveles de tensión de batería y placa solar.**

- Nivel de batería baja.
- Nivel de batería muy baja.
- Nivel de sustitución de batería.

### **Eventos relacionados con apertura/cierre de válvulas.**

- Tiempo de verificación de apertura (seg.).
- Tiempo de verificación de cierre (seg.).

- Número máximo de reintentos de apertura/cierre.

### **Eventos de niveles de analógicas.**

- Eventos de entrada analógica 1: máximo y mínimo.
- Eventos de entrada analógica 2: máximo y mínimo.
- Eventos de entrada analógica 3: máximo y mínimo.
- Eventos de entrada analógica 4: máximo y mínimo (Consultar con ABB disponibilidad).

### **Parámetros de apertura y cierre de válvulas**

- Tiempo de duración pulso disparo de electroválvula (mseg).

### **Parámetros para el cálculo del caudal**

- Tiempo de muestreo (t) (seg.).
- Factor de incremento nº de muestras nulas (%).
- Número de muestras para el cálculo.

### **Parámetros Relacionados con el Control del Caudal**

- Límite de Caudal Máximo de Riego
- Acción asociada a la detección del evento “Caudal Superior al Caudal Máximo de Riego”
- Límite de Caudal Mínimo de Riego
- Acción asociada a la detección del evento “Caudal Inferior al Caudal Mínimo de Riego”

### **Configuración de expansiones.**

### **Programación de riegos.**

#### **Otros**

- Modo de funcionamiento del terminal.
- Ciclo de ejecución en modo “MIXTO-SLEEP”, sin riego activo.
- Ciclo de ejecución en modo “MIXTO-SLEEP”, con riego activo.
- Número máximo de eventos en la cola de eventos.
- Evento de nivel de placa solar.



## Sección 3 Componentes Software

### General

Debido a las características propias del sistema Neptuno (controla, supervisa y gestiona) podemos afirmar que el software incluido en el microcontrolador PIC 18LF8720 es Software de Control. Este conjunto de funciones y librerías se encuentran claramente diferenciadas por las dos unidades que las emplean:

- Firmware del microcontrolador empleado: Con su correspondiente protocolo de comunicaciones, gestión de entradas y salidas (tanto digitales como analógica), etc.
- Configuración de la EEPROM.

La programación de estos dos elementos se puede realizar de dos maneras diferentes:

- Mediante el SCADA que hace de interfaz gráfica con el usuario y/o operario y con el que sistema remoto intercambia información a través de comunicaciones GPRS.
- Con la aplicación software de grabación del microcontrolador PIC 18LF8720. Se realiza uniendo el conector de la remota con el ordenador en uso (empleo del bus I2C)

Siempre se debe verificar que la versión de Firmware y de la configuración de la EEPROM que se va a grabar es la correcta, de lo contrario el sistema puede no funcionar.



## Sección 4 Componentes Hardware

### General

La remota Neptuno está formada por las siguientes tarjetas digitales:

- Tarjeta de control PC4H: Controla hidrantes, entradas analógicas, entradas y salidas digitales y módulos de ampliación.
- Tarjeta para comunicaciones vía GPRS.
- Tarjeta de alimentación.

Adicionalmente también es posible incluir módulos de ampliación.

### Tarjeta de Control PC4H

#### Control de Válvulas.

- La salida puede actuar sobre solenoides bistables tipo latch de 2 hilos y 3 hilos con común positivo y negativo. Es capaz de ceder hasta 8W durante 60ms. En caso de querer actuar sobre válvulas de 3 hilos con positivo común, se debe consultar el manual de instalación del sistema para ver las posibilidades en función de la versión de las placas hardware.
- Dispone de limitación de intensidad para evitar daños en la placa. La limitación viene dada por la incluida en el circuito de disparo (2-3A) y por la propia de la fuente de alimentación (100mA en continuo) junto a la del condensador.

#### Lectura del Contadores.

Típicamente el contador acaba en un relé tipo reed que cambia de nivel cuando detecta que la aguja del contador pasa por una posición dada (más o menos amplia según el contador). La duración del pulso mínimo es de 1ms y la frecuencia entre 1 pulsos/segundo a 1 pulso/hora.

- La tarjeta alimenta la entrada del contador a una tensión de 3.6Vdc. Dispone de un sistema que minimiza el consumo global del circuito y el consumo permanente que supondría que el contador se detuviera en una zona 'activa'. Para ello funciona por interrupción independientemente del modo de funcionamiento/ejecución en que se encuentra la aplicación (SLEEP o ACTIVO).
- Protegida frente a sobretensiones y cortocircuitos.

- Sólo tiene en cuenta el flanco descendente de la señal, filtrando posibles rebotes mediante HW. Los contadores están conectados a la entrada de reloj de flip-flops de tipo D; esta entrada se activa sólo con flancos descendentes.
- El valor acumulado se mantiene en un contador formado por un registro de 32 bits. Este contador está protegido de forma que no se pierda ante la pérdida de la alimentación.
- También se dispone de otro contador de 32 bits que mantendrá el valor parcial del número de pulsos registrados en el riego actualmente en curso. En caso de no existir ningún riego en curso, informa del número de pulsos registrados durante el riego anterior. Se considera un riego al periodo entre la apertura y cierre de una válvula, sea por actuación manual o por un riego programado. Como en el caso del contador total acumulado, está protegido ante una pérdida de alimentación.
- El pulso de contador debe poder utilizarse como señal para ‘despertar’ el micro en caso necesario, tal y como se ha indicado anteriormente. Las salidas de los flip-flop anteriormente comentados están multiplexadas y conectadas a una interrupción directa del micro.

### Entradas analógicas de propósito general

La placa base PC4H, además de controlar la tensión de la batería y del panel solar, dispone de 4 entradas analógicas para señales externas a la propia placa a partir de la versión 2.5 de PC4H (consultar disponibilidad), mientras que en anteriores versiones únicamente se permite controlar 3; todas con una resolución de 10 bits cada una. El valor se almacenará sin importar la escala de ingeniería asociada, es decir, que el valor más bajo del registro será 0 y el máximo 1023 (el equivalente a 10 bits a valor 1).

En caso de ser necesario, existe la posibilidad de instalar expansiones de 4 entradas analógicas (hasta un máximo de 8 expansiones de cualquier tipo) que funcionarán en las mismas condiciones que las entradas analógicas de la PC4H.

La PC4H admite señales analógicas de 4-20mA y de 0-20mA (desde la versión 2.2). Cuando se va a realizar una lectura se alimentan todas las entradas. La lectura, sin embargo, está multiplexada.

Cuando alimentamos la señal desde la placa se establece un funcionamiento de la forma:

- Cuando queremos medir la señal (bien a petición o bien cíclicamente por un tiempo configurable en el mapa de memoria) se activa la alimentación del circuito.
- Se mantiene así un tiempo de estabilización (configurable en el mapa de memoria).
- Se lee y guarda la lectura.
- Se desconecta la alimentación.

### **Entradas digitales de Propósito General**

La placa base PC4H dispone de 2 entradas digitales para contacto libre de potencial. El cambio de estado de las mismas (filtrando previamente los rebotes) producirá una interrupción en el microcontrolador.

En caso de ser necesario, existe la posibilidad de instalar expansiones de 4 E/S u 8 E/S digitales (hasta un máximo de 8 expansiones de cualquier tipo), cuyas entradas funcionarán en las mismas condiciones que las entradas digitales de la PC4H.

Cada cambio de estado de las entradas digitales será registrado como un evento e informado instantáneamente a la Estación Central, en caso de que el terminal remoto esté configurado para ello. En cualquier caso el valor actual de las entradas digitales se guarda en el mapa de memoria en las posiciones correspondientes, de forma que en cualquier momento podrá ser consultado desde la Estación Central.

### **Salidas digitales de propósito general**

La placa base PC4H dispone de una salida digital mediante relé de memoria para contacto libre de potencial, minimizando el consumo. Un relé con memoria, tipo biestable, sólo necesita un impulso de breve duración para cerrarlo y otro impulso para abrirlo, optimizando así el consumo. La intensidad máxima que podrá manejar el relé será de 500 mA.

En caso de ser necesario, existe la posibilidad de instalar expansiones de 4 E/S u 8E/S (hasta un máximo de 8 expansiones de cualquier tipo), cuyas salidas funcionarán en las mismas condiciones que las salida digital de la PC4H.

La salida digital podrá activarse o desactivarse, en función de las necesidades del proyecto.

### **Módulos de ampliación**

Para ampliar la capacidad de control directo la remota admite módulos de ampliación. El sistema de conexión de estos módulos es muy fiable, de forma que manipulaciones bruscas de las envolventes, acumulación de suciedad, variaciones térmicas, humedad, etc. no le afecten.

Se reservan 3 líneas para el direccionamiento de los módulos, con lo cual el máximo número de módulos de ampliación en una remota será de 8.

Dispone de los siguientes módulos de ampliación:

- Ampliación de 4 Hidrantes (EXP4H), las mismas características que los de la placa base, incluidas las protecciones.
- Ampliación de 8 Hidrantes (EXP8H), las mismas características que los de la placa base, incluidas las protecciones.

- Ampliación de Señales Analógicas (EXP4A), con 4 entradas analógicas, de las mismas características que las incluidas en la placa base (consultar con ABB disponibilidad).
- Ampliación de 4 Señales Digitales (EXP4D), con 4 entradas digitales y 4 salidas digitales, de las mismas características que las incluidas en la placa base (consultar con ABB disponibilidad).
- Ampliación de 8 Señales Digitales (EXP8D), con 8 entradas digitales y 8 salidas digitales, de las mismas características que las incluidas en la placa base (consultar con ABB disponibilidad).

### **Gestión de los Módulos de Ampliación.**

La placa base tiene un mecanismo para conocer en todo momento cuántos módulos de ampliación tiene instalados, de qué tipo son y cómo se encuentran conectados de forma que pueda preparar su mapa de memoria y planificar y automatizar los accesos.

Para ello se ha reservado una zona del mapa de memoria de la placa base en donde se guarda información de los módulos de ampliación instalados en el terminal.

- 0: Expansión No Instalada.
- 1: Expansión 4 Hidrantes (EXP4H).
- 2: Expansión 8 Hidrantes (EXP8H).
- 3: Expansión 4 Entradas Analógicas (EXP4A).
- 4: Expansión de 4 Entradas / 4 Salidas Digitales (EXP4D).
- 5: Expansión de 8 Entradas / 8 Salidas Digitales (EXP8D).

Inicialmente el terminal no reconoce como instalado ningún módulo de ampliación. Cuando se instale una expansión, debe gestionarse toda la información asociada a dicho módulo de ampliación, dependiendo de su tipo.

De forma similar sucede con la desinstalación de un módulo de ampliación.

### **Gestión de Expansiones de E/S Digitales**

A diferencia de lo que ocurre con las expansiones de hidrantes<sup>1</sup>, la información que se gestiona para los dos tipos de expansiones digitales será la misma, independientemente del tipo de que se encuentre instalada. En este sentido, se deja como responsabilidad de la Estación Base el controlar el envío de información incoherente al terminal, como puede ser la activación/desactivación

---

<sup>1</sup> La razón de la diferencia con las expansiones de hidrantes reside tres cuestiones: el tiempo de proceso necesario por cada hidrante, la cantidad de información que se intercambia en comunicaciones y la que se necesita almacenar por cada hidrante es muy significativa. En cambio para el caso de las expansiones digitales, el tiempo de proceso es completamente despreciable, y la información que se intercambia y almacena es la misma para 4 E/S o para 8 E/S.

de salidas digitales inexistentes. Por su parte el terminal remoto asegurará que la Estación Base no reciba información incoherente (aviso de cambios de estado en entradas digitales inexistentes en la expansión correspondiente) según el tipo de expansión digital instalada.

## **Tarjeta para comunicaciones GPRS**

El módem GPRS va montado en una tarjeta aparte, que se conecta mediante conector fiable (Actualmente el conector utilizado es del tipo PC104) a la placa base de la remota. Además incluye toda la circuitería adicional que pudiera hacer falta para ajustar alimentaciones o controlar los módulos.

La parte GPRS contempla el uso de al menos dos tipos de módems distintos, sin realizar cambios en la placa excepto el conector a usar. Actualmente la placa de comunicaciones v. 2.4 admite los módems Sony-Ericsson GR47/48 y Wavecom Q2406AC, mientras que la v. 3.0 admite los modelos Telit G863 y Wavecom Q24 Extended.

## **Tarjeta de Alimentación**

- Regula señales de alimentación procedentes de baterías de 6 ó 12 voltios así como de sistemas de alimentación de apoyo tales como placas de energía solar de 6 y de 12 V (en función de la tarjeta de alimentación elegida), hidro-dinamo...
- Tipos;
  - PA-B 3.1.2: Diseñada para funcionar con paneles de 6 y 12 V de forma optimizada. No tiene circuito limitador de carga de batería, dependiendo la máxima corriente de carga de la curva característica del fusible rearmable.
  - PA-B 3.1.2L: Diseñada para funcionar con paneles de 6 y 12 V de forma optimizada y con un circuito limitador de corriente para la carga de batería de 300 mA (máximo consumo en el conector SOL).
  - PA-B 3.0.1: Diseñada para admitir paneles de 6 y 12V (aunque sólo aprovecha al máximo los de 6V) y con limitador de 130/300mA (máximo consumo en el conector SOL).
  - PA-B 3.0.1b ó 2.4: Para paneles de 6V (no tiene fuente conmutada que permita el uso de paneles de 12V) y con limitador de 130/300mA (máximo consumo en el conector SOL).
- Proporciona todas las señales necesarias para alimentación de los diferentes circuitos del resto del sistema:
  - Lógica.
  - Disparo de EV.
  - Sondas analógicas.
  - Módems.
  - Expansiones.

## Placas Hardware

### Placa de Control NEPTUNO PC4H.

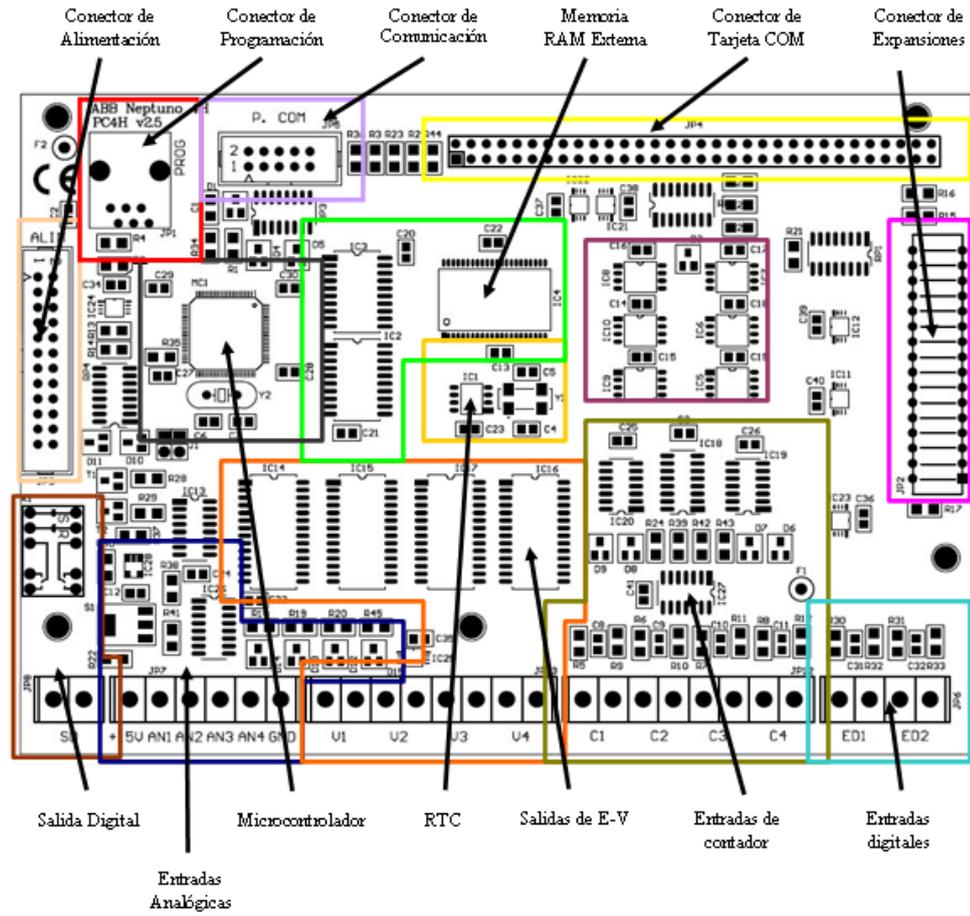


Figura 12. Placa de Control NEPTUNO PC4H v. 2.5

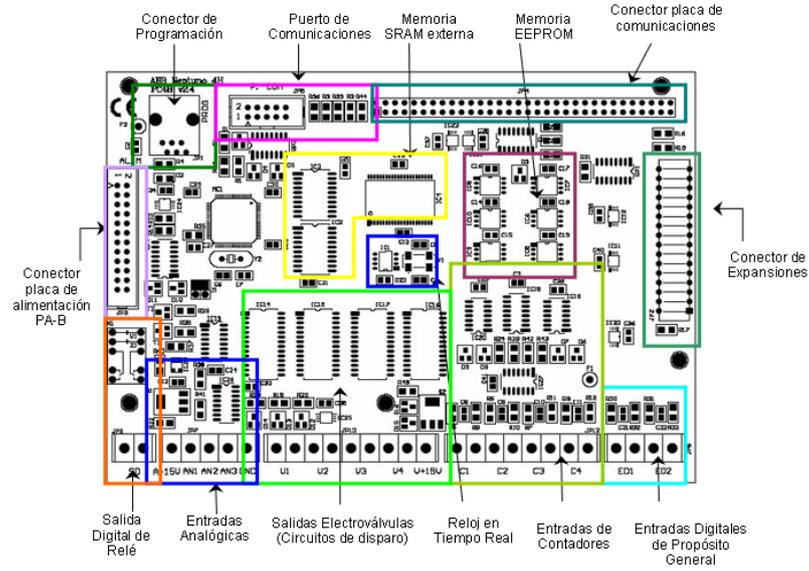


Figura 13. Placa de Control NEPTUNO PC4H v. 2.4

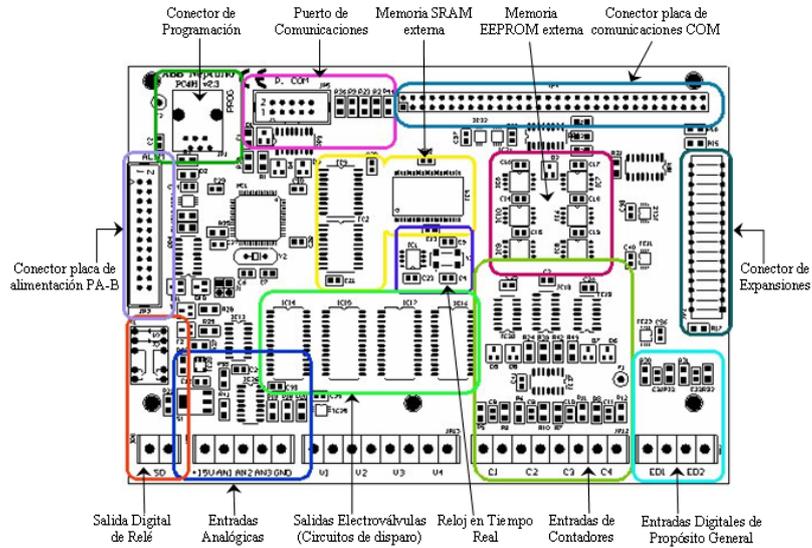


Figura 14. Placa de Control NEPTUNO PC4H v. 2.3

### Placa de Alimentación NEPTUNO PA-B.

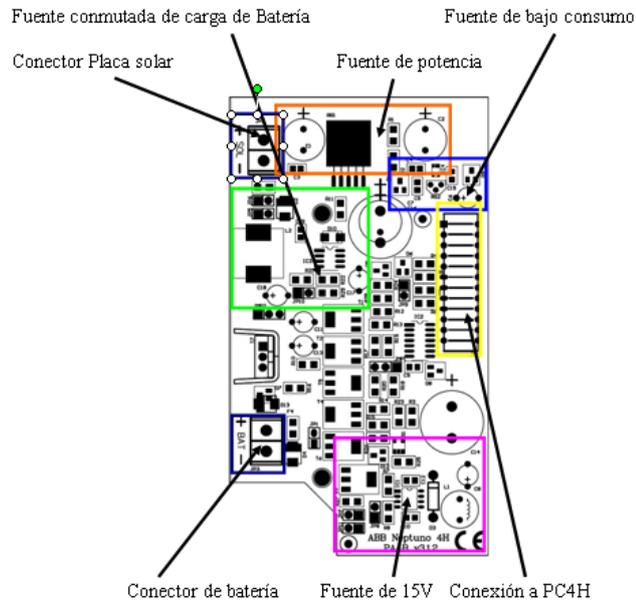


Figura 15. Placa de Alimentación NEPTUNO PA-B v. 3.1.2 para paneles solares de 6 y 12 V.

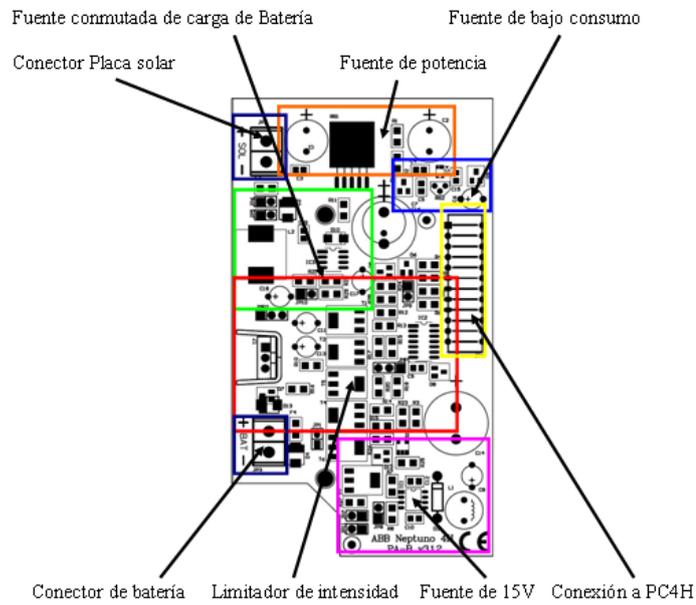


Figura 16. Placa de Alimentación NEPTUNO PA-B v. 3.1.2L para paneles solares de 6 y 12 V con limitador de corriente.

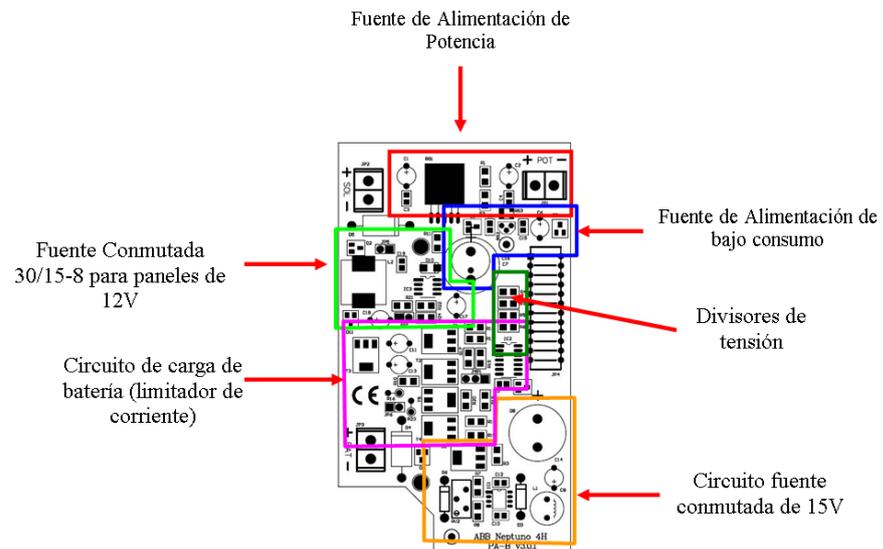


Figura 17. Placa de Alimentación NEPTUNO PA-B v. 3.0.1 para paneles solares de 6 y 12 V.

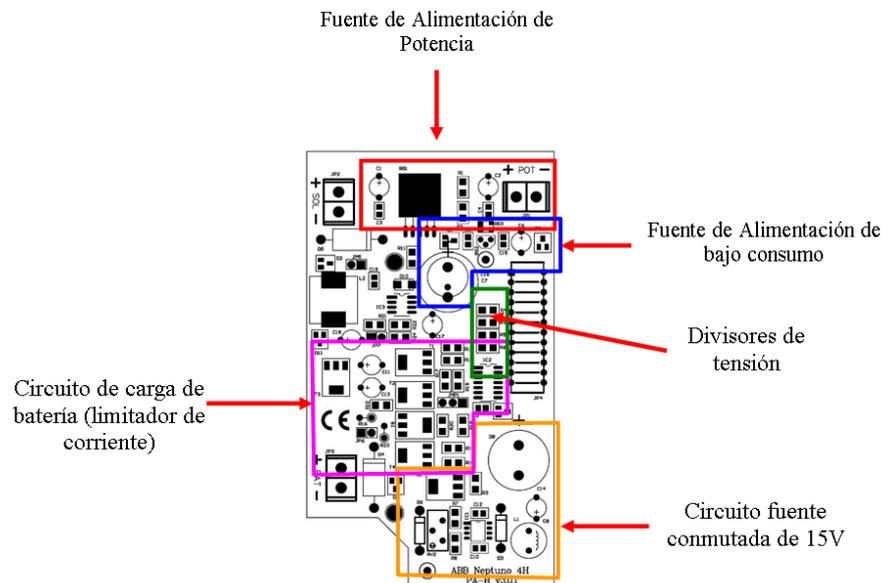


Figura 18. Placa de Alimentación PA-B v. 3.0.1b (Equivalente a la 2.4 y para paneles solares de 6 V)

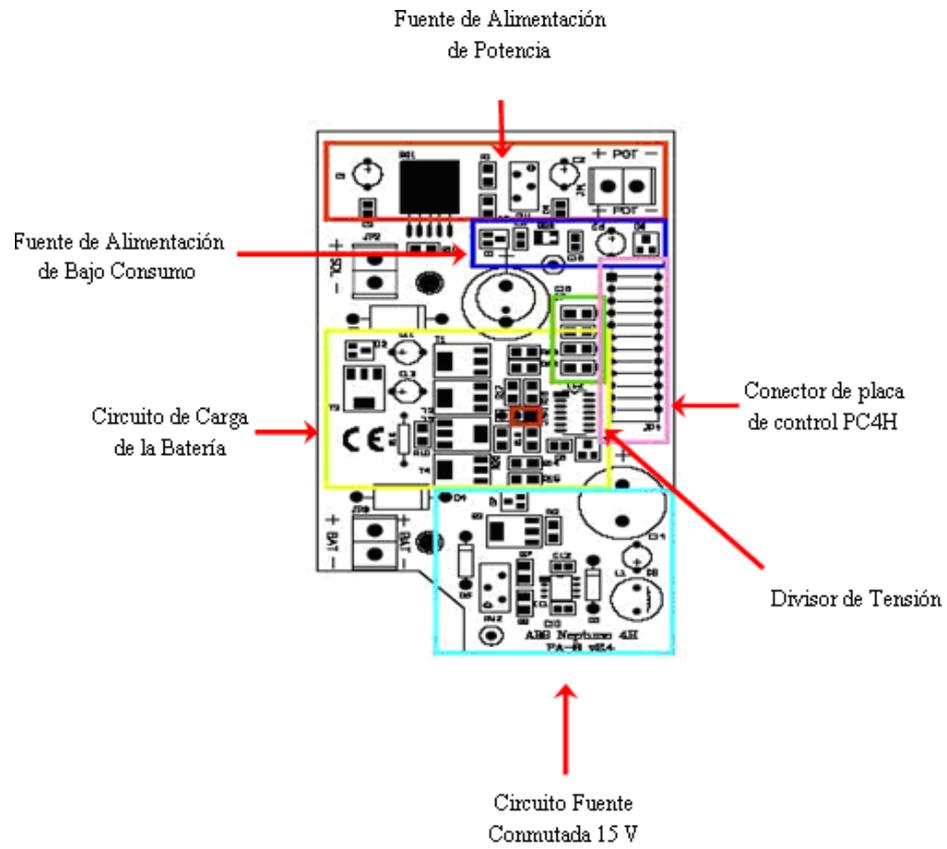


Figura 19. Placa de Alimentación NEPTUNO PA-B v. 2.4

## Placa de Comunicaciones NEPTUNO COM

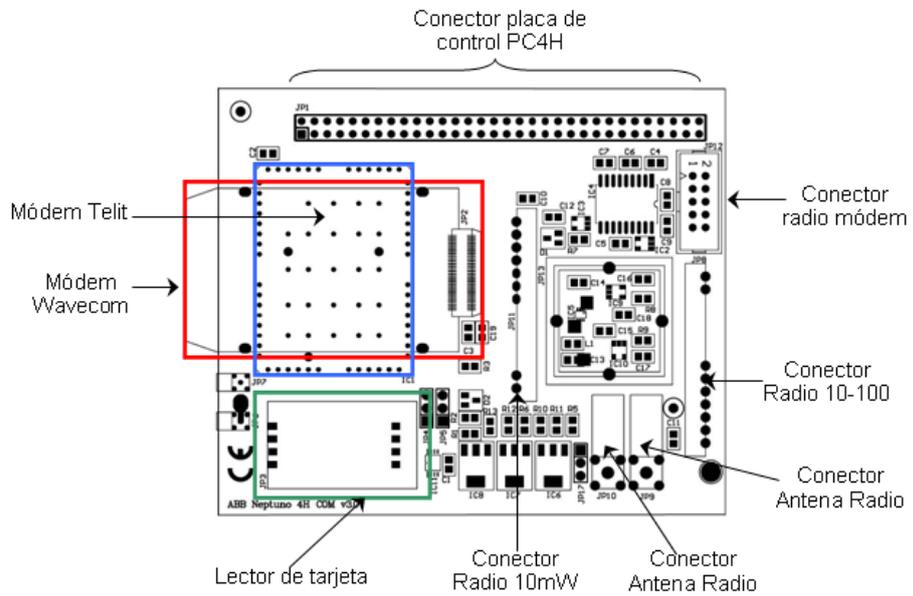


Figura 20. Placa de Comunicaciones COM v. 3.0

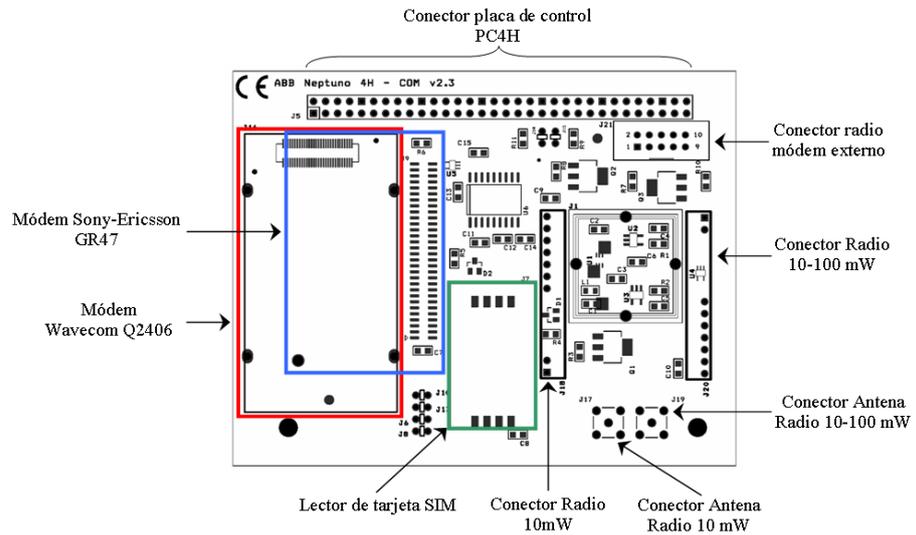


Figura 21. Placa de Comunicaciones COM v. 2.4



### Placa de Expansión de 8 Hidrantes NEPTUNO EXP8H.

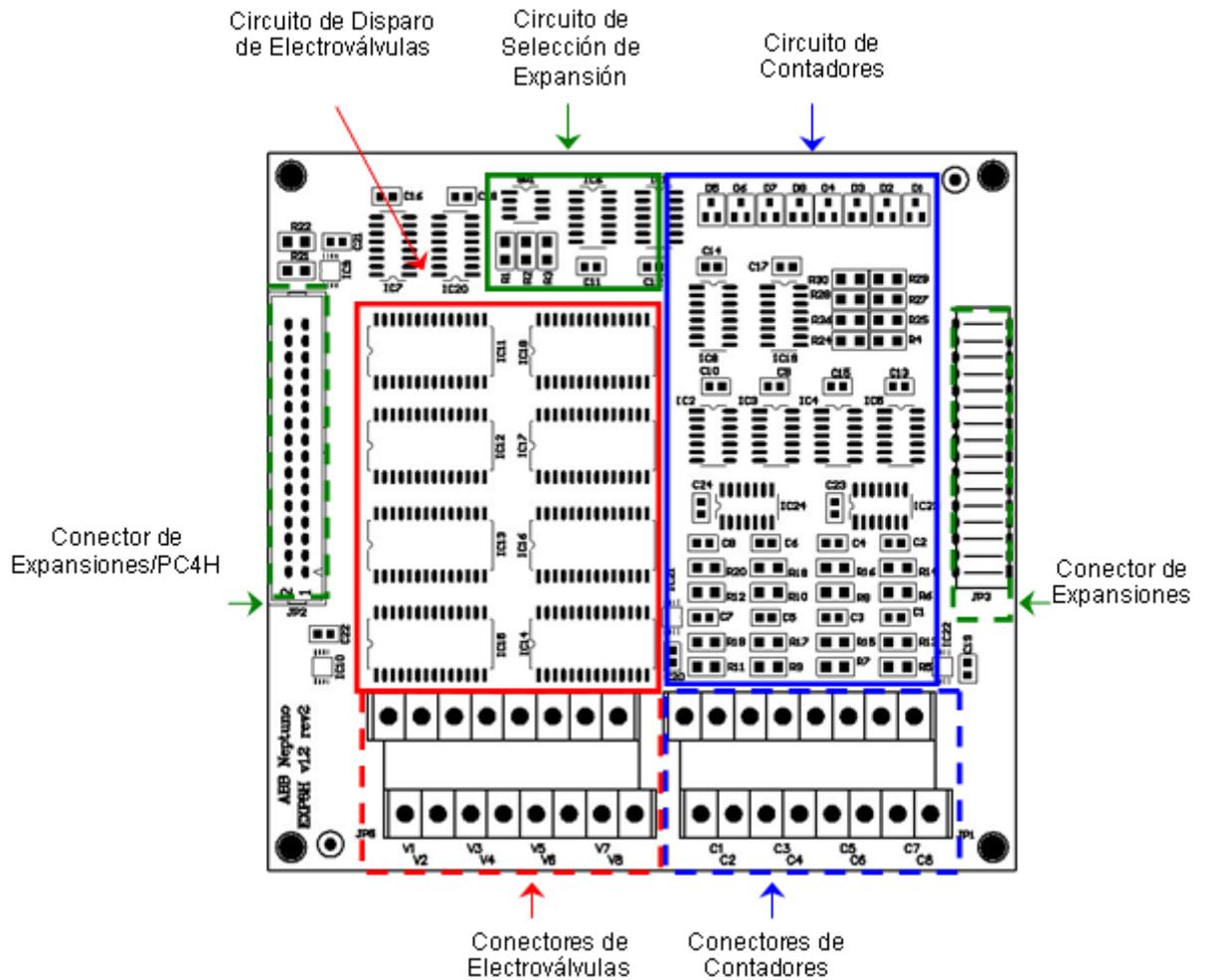


Figura 22. Placa de Expansión de 8 Hidrantes NEPTUNO EXP8H

### Placa de Expansión Analógica NEPTUNO EXP4A.

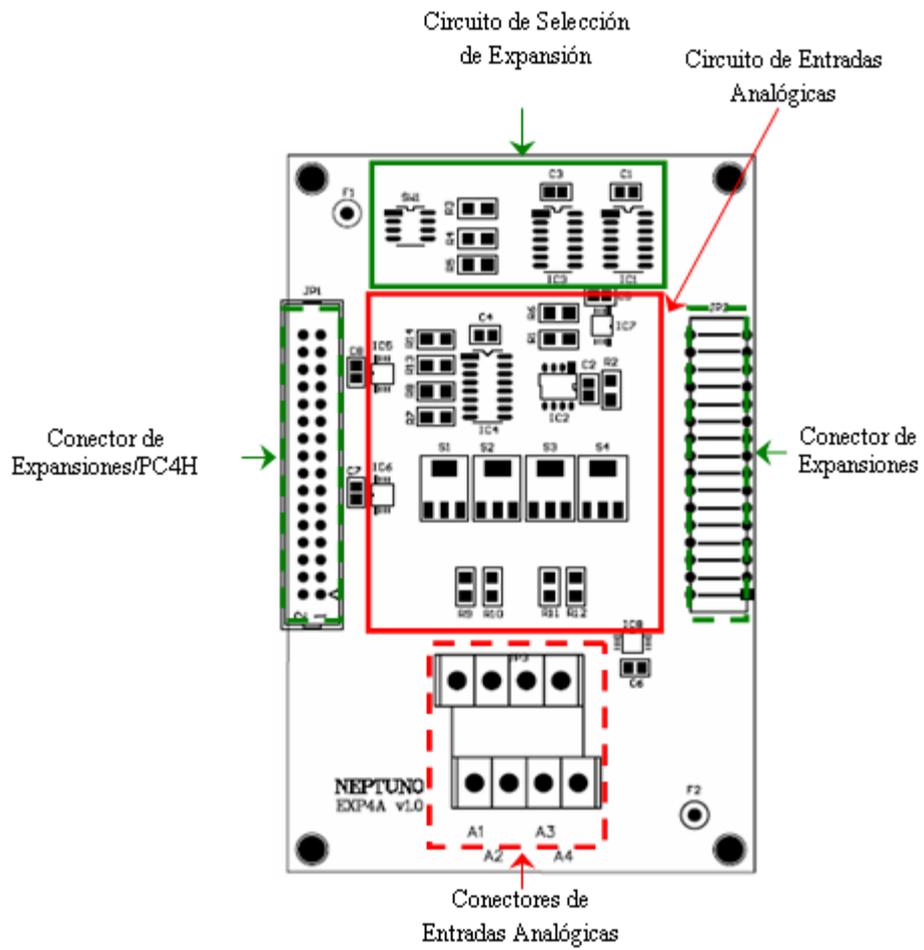


Figura 23. Placa de Expansión Analógica NEPTUNO EXP4A

### Placa de Expansión Digital NEPTUNO EXP8D.

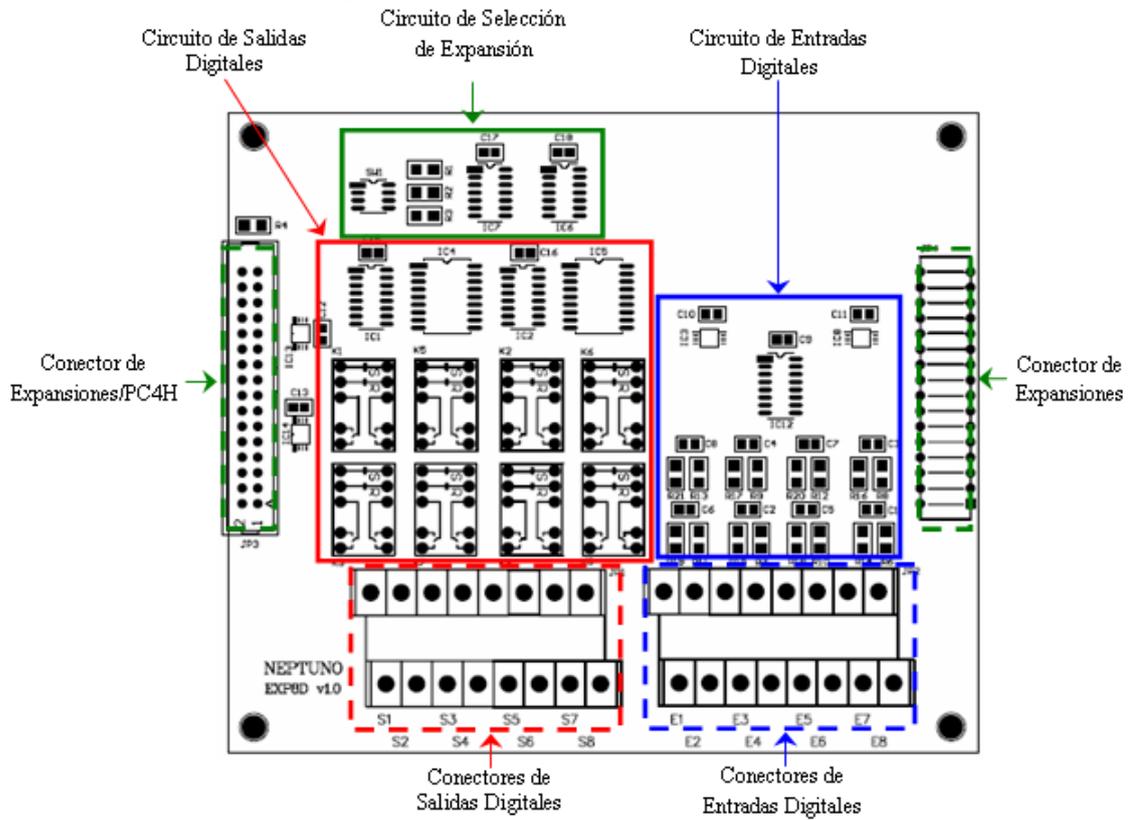


Figura 24. Placa de Expansión Digital NEPTUNO EXP8D

## Sección 5 Diseño Mecánico

### Caja Policarbonato IP65 (ABB)

Con el objetivo de proteger las placas hardware de las condiciones atmosféricas (polvo y agua), éstas se introducen en una caja de policarbonato que cumple con el estándar IP65. En concreto, los modelos 12 812, 12 814 y 12 816 fabricados por ABB.

Consultar el Manual de Instalación Neptuno para conservar el estándar IP65 durante la instalación.

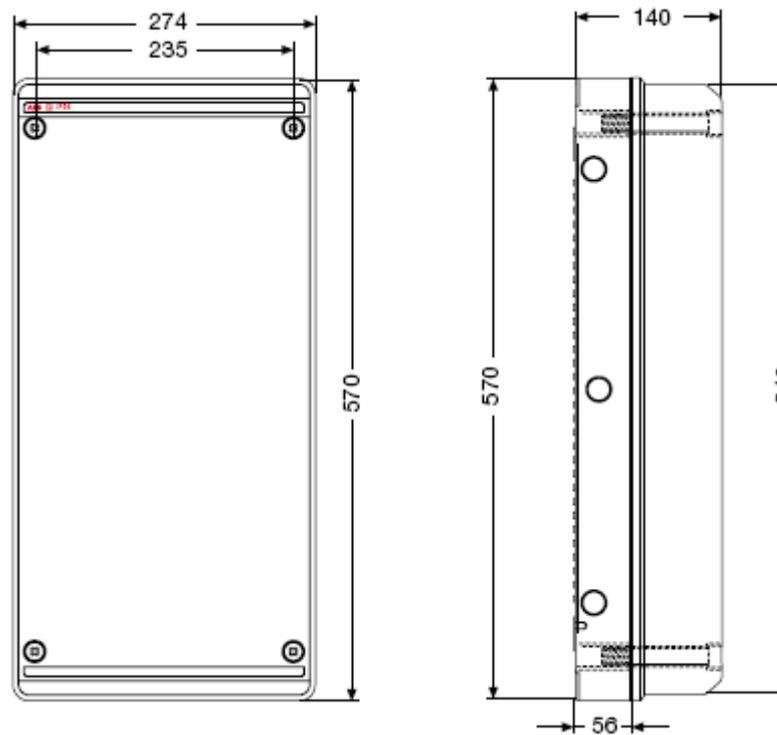


Figura 25. Dimensiones de la caja 12 816 de ABB

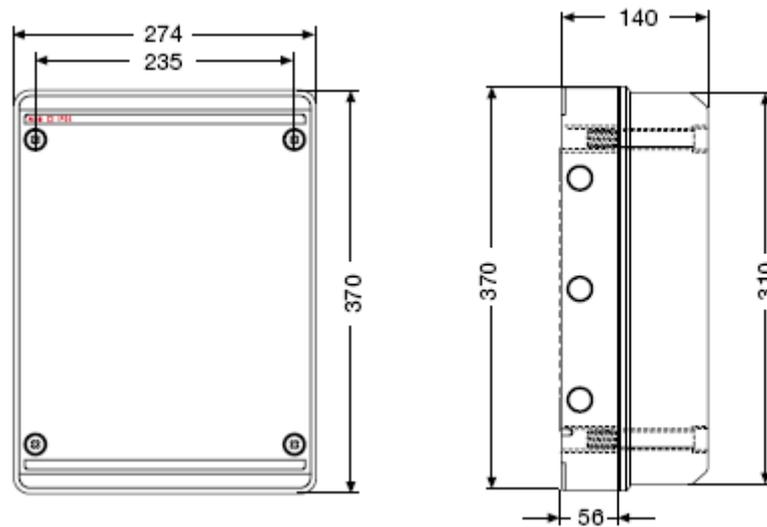


Figura 26. Dimensiones de la caja 12 814 de ABB

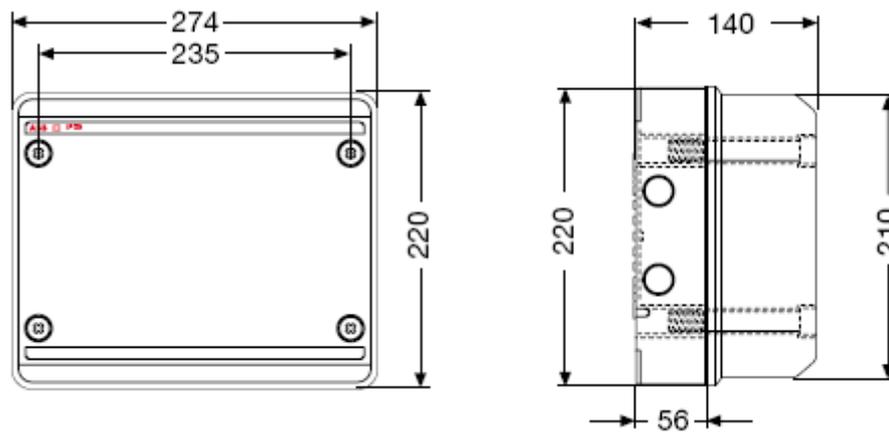


Figura 27. Dimensiones de la caja 12 812 de ABB

### **Canaleta Interior**

ABB suministra canaletas interiores, que pueden pedirse con las remotas, y que permiten instalar pilas o baterías con las dimensiones adecuadas de acuerdo a los modelos de canaletas disponibles. En caso de que sean mayores, consultar con el fabricante las posibilidades existentes.

Modelos disponibles:

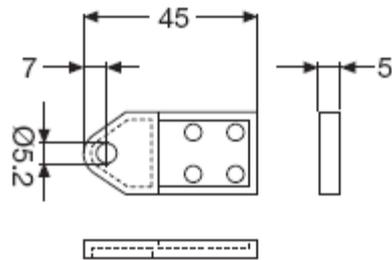
M051450001	Canaleta estrecha (40x40), para 275 (longitud 258 mm).
M051450002	Canaleta estrecha (40x40), para 370 (longitud 315 mm).
M051470001	Canaleta mediana (60x40), para 275 (longitud 258 mm).
M051470003	Canaleta mediana (60x40), para 370 (long. 315 mm).
M051470004	Canaleta mediana (60x40), para 570 (long. 515 mm).



*Figura 28. Canaleta estrecha instalada en remota Neptuno*

### **Orejetas Soporte Caja**

Existen soportes de fijación suministrables por ABB con el objetivo de posibilitar la instalación de las cajas en diferentes posiciones.



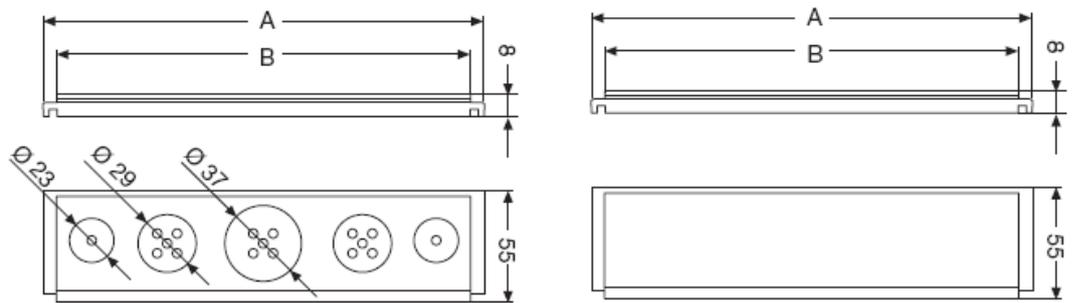
code

**12 858**

Figura 29. Dimensiones de las Orejetas

### Tapas de Distribución

ABB dispone de tapas de distribución suministrables de modo individual.



code	A	B
<b>12 600</b>	140	146
<b>12 601</b>	216	210
<b>12 602</b>	292	285

code	A	B
<b>1SL0550A00</b>	140	146
<b>1SL0551A00</b>	216	210
<b>1SL0552 A00</b>	292	285

Figura 30. Modelos de Tapas de Distribución



## Datos técnicos

OBJETO	VALOR
Microcontrolador	Microchip PIC 18LF8720: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memoria de programa: 128 Kb</li> <li>• Entradas/Salidas: 68.</li> <li>• Canales de Conversor A/D: 16.</li> <li>• Soporta protocolo I2C.</li> <li>• Contadores 8 bits /16 bits: 2/3.</li> <li>• Bus externo: Sí.</li> <li>• Máxima frecuencia de oscilación: 25.Mhz</li> </ul>
Memoria RAM externa	BSI BS616LV4010EC: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad: 512 Kb.</li> <li>• Tecnología: CMOS.</li> <li>• Alimentación: Vcc=2,7-3,6.</li> </ul>
Memoria EEPROM externa	6xMicrochip 24LC512 (memoria serie EEPROM con tecnología CMOS sobre I2C): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad: 6x64 Kb.</li> <li>• Alimentación Vcc=2,5-5,5 V.</li> <li>• Máxima frecuencia de reloj: 400 kHz.</li> </ul>
Módulo de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensión mínima generada: 15 V DC.</li> </ul>
Módem	SONY ERICSSON GR47/48: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación: 3,4-4 V.</li> <li>• Dimensiones: 50x33x7,2 mm.</li> <li>• Peso: 18,5 g.</li> <li>• Conector de 60 pines.</li> <li>• Reloj en tiempo real.</li> </ul> TELIT GE863QUAD: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación: 3,4-4,2 V VDC.</li> <li>• Dimensiones: 41,4x31,4x3,6 mm.</li> <li>• Peso: 9 g.</li> </ul> WAVECOM Q24 Extended <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación: 3,2-4,5 V.</li> <li>• Dimensiones: 58,4x32,2x3,9 mm.</li> <li>• Peso: &lt;11 g.</li> <li>• Conector de 60 pines.</li> </ul>

<b>OBJETO</b>	<b>VALOR</b>
Batería externa	<ul style="list-style-type: none"><li>• La batería suministrada será en función de las características de cada proyecto.</li><li>• Debe suministrar una tensión entre 6 y 12 V.</li><li>• Adicionalmente puede disponer de placas solares, hidroturbina u otros elementos generadores, por lo cual dispone de módulos de alimentación con el circuito regulador y de carga de batería adecuado (bien integrado o bien como módulo opcional).</li><li>• El sistema de carga de batería es tal que optimiza la vida útil de la batería.</li></ul>
Caja IP 65	Modelo ABB 12 812 / 12 814 / 12 816: <ul style="list-style-type: none"><li>• Cumple con el estándar IP65.</li><li>• Especialmente diseñada para resistir el calor y el fuego hasta 960° C.</li><li>• Estabilidad dimensional entre -25 y +115° C.</li><li>• Alta resistencia a los rayos UVA.</li><li>• Permite fácil conexionado en campo, sin necesidad de prensaestopas para mantener la IP</li></ul>

## Apéndice A. Consumos de Potencia

Para una pila de Litio de 7V, con una capacidad de 57Ah y el módem Sony-Ericsson GR47 se pueden dan los siguientes consumos aproximados según distintas configuraciones del proyecto:

<b>ACCIÓN A REALIZAR</b>	<b>CASO A</b>	<b>CASO B</b>
Transmisiones diarias	24	2
Número de hidrantes	4	4
Número de aperturas/cierres por hidrante al día	8	4
Lecturas de la entrada analógica al día	96	48
<b>Consumo medio de la remota en modo mixto</b>	<b>6,13mW</b>	<b>2,08mW</b>
<b>Consumo medio de la remota en modo continuo</b>	<b>111,34mW</b>	<b>110,24mW</b>
<b>Duración estimada de la pila en modo mixto</b>	<b>Más de 7 años</b>	<b>Más de 21 años</b>
<b>Duración estimada de la pila en modo continuo</b>	<b>5 meses</b>	<b>5 meses</b>



## **Apéndice B. Ensayos realizados**

### **Compatibilidad Electromagnética (EMC)**

El sistema remoto Neptuno explicado en esta guía, entendiendo como sistema al conjunto hardware y la caja ABB IP65, está marcado CE, ya que ha sido testeado y aprobado cumpliendo los siguientes estándares de acuerdo a la directiva 89/63/EEC y sus modificaciones 92/31/EEC y 93/31/EEC:

- UNE-EN 55022:2000 + A1:2002 + C:2002 + A2:2004 + C:2005. Emisión en Equipos de Tecnología de la Información.
- UNE-EN 55024:1999 + A1:2002 + A2:2004 (UNE-EN 61000-4-2:97 + A1:99 + A2:01 + E:04; UNE-EN 61000-4-3:03 + E:03 + A1:04; UNE-EN 61000-4-6:98 + A1:01; UNE-EN 61000-4-8:96 + A1:01). Inmunidad en Equipos de Tecnología de la Información.

### **Ensayos climáticos.**

Se realizaron pruebas adicionales con cámara climática en el Centro Nacional de Tecnología de Regadíos (CENTER), dependiente del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Tras cada prueba se realizaba un test consistente en comprobar el buen funcionamiento de válvulas y contadores.

La remota Neptuno superó todas las pruebas descritas a continuación, sin perder ningún pulso de contador y sin ningún error en la actuación de electroválvulas:

- Se introduce una remota GPRS dentro de la cámara climática, donde se prueban 1 de sus hidrantes y 1 de sus entradas analógicas. De la cámara climática salen los siguientes cables:
  1. Cable coaxial de antena: la antena GPRS irá fuera de la cámara.
  2. 1 par de cables para la actuación de válvula del hidrante.
  3. 1 par de cables para el contaje de pulsos del hidrante.
  4. 1 par de cables para la señal de corriente de la entrada analógica.
- Las conexiones son las siguientes:

- Los cables de actuación de válvula van conectados a un solenoide real de 6V, conectado éste a su vez a un circuito hidráulico a 9-10 bares de presión.
- Los cables de contaje de pulsos van conectados al presostato asociado a este solenoide, el cual generará un pulso por cada ciclo completo de apertura+cierre de válvula correcto.
- Los cables de la entrada analógica van conectados en serie a un generador de corriente previamente calibrado, que generará el siguiente conjunto de intensidades:
  - 0 mA
  - 4 mA
  - 8 mA
  - 12 mA
  - 16 mA
  - 20 mA
- Se prueba conjuntamente lo siguiente:
  - Disparo de válvulas: se envían por GPRS 500 órdenes de apertura y otras 500 de cierre de válvula de manera consecutiva, alternando las aperturas y los cierres.
  - Lectura de contadores: los 1000 disparos de válvula anteriores (500 aperturas y 500 cierres) generarán 500 pulsos provenientes del presostato asociado, en caso de que todas las actuaciones tenga éxito.
  - Medición de señales analógicas: durante la ejecución de las órdenes de actuación de válvula, se inyectan las intensidades antes mencionadas en una de las entradas analógicas de la remota. Se mide tanto el ciclo de subida de 0 a 20 mA como el de bajada desde 20 hasta 0 mA.
- Las pruebas antes mencionadas se repiten para cada una de las temperaturas y humedades relativas siguientes:
  - 3 horas a 50°C, humedad relativa 90%
  - 1 hora a 50°C y 30 minutos a 65°C, humedad relativa 90%
  - 3 horas a –10°C, humedad relativa 90%

El tiempo expresado incluye el tiempo de realización de las 3 pruebas, que siempre se realizan después de haber permanecido la remota un mínimo de 2 horas dentro de la cámara bajo tales condiciones (excepto en el punto 2, que será de 1 hora).

Las variaciones de temperatura y humedad en la cámara climática vienen dadas por la máxima variación que es capaz de proporcionar la cámara.

## Apéndice C. Seguridad

### Instalación

Lea estas instrucciones ya que contienen información importante, que afecta a la seguridad de las personas y al buen funcionamiento del equipo. No cumplir estas reglas podría ser peligroso o ilegal y suponer la ruptura de los términos de servicio aplicables. Lea completamente el documento para mayor información.

Al objeto de lograr las mejores condiciones de funcionamiento tenga en cuenta las siguientes consideraciones:

- La remota está diseñada para resistir ambientes con polvo, agua y altas temperaturas, según especificaciones, pero se prolongará su vida útil si se minimizan estos factores. Elija el lugar más protegido dentro de lo posible.
- Considere la ubicación de la fuente de energía eléctrica que alimentará la remota. Idealmente debe estar a lo más próxima posible para minimizar la canalización de cables de energía y las pérdidas. Respete sobre su uso y recogidas las normas aplicables según el tipo de fuente.
- Tenga en cuenta la facilidad de acceso a la remota para permitir tanto su mantenimiento como futuras ampliaciones con nuevas conexiones.
- Disponga la remota en una zona alejada de cualquier influencia electromagnética. Evite situar elementos metálicos a su alrededor o usarlos como elementos de montaje, ya que pueden interferir en la correcta propagación de la señal inalámbrica e incluso provocar interferencias o inducciones.
- Compruebe que la remota dispone del nivel de señal inalámbrica suficiente. Sugerencia: puede usar la propia funcionalidad de la remota Neptuno para obtener la cobertura recibida por la remota en distintas posiciones y elegir así la mejor.
- Si su modelo de remota usa antena externa puede mejorar el funcionamiento eligiendo el lugar con máximo nivel de la señal inalámbrica. Las tapas de caucho de la caja IP65 le permiten incluso sacar la antena fuera de la caja (Consultar Manual de Instalación) para mejorar la señal recibida. Tenga en consideración el peligro de rayos. Sugerencia: puede usar la propia funcionalidad de la remota Neptuno para obtener la cobertura recibida por la remota en distintas posiciones y elegir así la mejor.

Utilice siempre las antenas y equipos de comunicaciones proporcionados con la remota o repuestos originales. Verifique que antena, cable, conector, portaSIM y SIM estén en buen estado y correctamente instalados.

Como cualquier otro equipo inalámbrico la antena de la remota emite energía de radiofrecuencia. El equipo dispone de Certificado CE y ha pasado las pruebas de EMC pero el fabricante no puede garantizar el funcionamiento adecuado para una instalación concreta. Es el usuario quien deberá determinar, en función de la ubicación, montaje y demás elementos en la zona de influencia, si se producen interferencias, inducciones u otros efectos que impliquen incumplimiento de la normativa o malfuncionamiento del equipo y, en su caso, poner las protecciones adecuadas para corregir la situación; normalmente bastará modificar la ubicación o el sistema y posición de montaje, aunque en algunos casos puede no ser suficiente.

Todo equipo emisor de radio, incluyendo esta remota, puede interferir con la funcionalidad de dispositivos médicos, hospitales o instalaciones de cuidados a la salud que tengan equipos sensibles a energía de RF externa. Tenga en cuenta que señales de RF pueden afectar a sistemas electrónicos mal instalados o inadecuadamente protegidos en vehículos (tales como sistema de inyección de combustible, sistema electrónico de frenado, Airbags,...). No use la remota en áreas potencialmente explosivas y obedezca las regulaciones, señales e instrucciones al respecto; este tipo de áreas incluyen aquellas donde normalmente se le indicaría que apagara el motor de su vehículo.

## Estándar IP65

El estándar IP65 cumple con los siguientes requisitos:

- Totalmente aislado contra la infiltración de impurezas.
- Protección frente a chorros de agua desde cualquier dirección.

El sistema remoto Neptuno no debe ser introducido en agua ni por cortos espacios de tiempo, ya que puede provocar cortocircuitos y deterioros en sus componentes.

## Baterías de larga duración o recargables de plomo

- Riesgo de incendio y explosión.
- No desmontar, arrojar al fuego ni exponer a temperaturas por encima de 100° C.
- No arrojar a la basura.
- Debe ser reciclado por su seguridad.

## **Mantenimiento**

La remota Neptuno es un equipo de alta tecnología que debe ser tratado con cuidado.

Las siguientes sugerencias lo ayudarán a mantenerlo en el mejor estado y mantener su cobertura de garantía. Tenga en cuenta que su incumplimiento puede suponer la pérdida de la garantía del equipo.

- No guarde el dispositivo a altas temperaturas. Altas temperaturas pueden acortar el tiempo de vida de los dispositivos eléctricos y romper o derretir ciertos plásticos (p.e. la SIM).
- No guarde el dispositivo en áreas frías. Cuando el dispositivo vuelve a su temperatura normal, puede formarse humedad dentro del dispositivo y dañar circuitos electrónicos.
- No abra ni mantenga abierta la remota en ambientes perjudiciales (polvo, agua,...).
- No golpee, sacuda o someta la remota a vibraciones. Una manipulación brusca puede romper circuitos internos o elementos de montaje.
- No use químicos corrosivos, solventes de limpieza o detergentes fuertes para limpiar la remota.
- No pinte la remota.
- Use sólo antenas originales. Otras antenas, modificaciones o conexiones pueden dañar el dispositivo y violar la normativa que gobierna los dispositivos de radio.

Si la remota no funciona correctamente debe llevarse al servicio técnico autorizado más cercano para su revisión



## **Apéndice D. Mercado CE**

### **Homologación CE**

El sistema Neptuno (incluido la caja ABB IP65) está marcado CE y cumple con las directivas EMC 89/336/EEC y LVD 73/23/EEC.

Está verificado de acuerdo a las siguientes normas:

- Estándar EMC 89/336/EEC
- Directiva de baja intensidad 73/23/EEC: Está exento de su cumplimiento por estar fuera del rango de aplicación de la directiva (50-100V en AC y 75-1500 en DC).



## Apéndice E. Parámetros configurables

### Configuración protocolo de comunicación.

- **Período de comunicación cíclica (min.):** indica el tiempo máximo que la remota estará sin comunicar con la Estación Central desde la última comunicación que se haya producido, independientemente de quién la comenzara.
- **Tiempo máximo de espera de confirmación tras un reenvío:** Tiempo que la remota espera la respuesta ACK de confirmación a un mensaje previamente enviado antes de proceder de nuevo a su reenvío.
- **Tiempo de espera de apagado del módem después de la última confirmación (seg.):** Tiempo que la remota espera antes de apagar el módem después de haber recibido el último ACK por si tiene algún mensaje pendiente de recibir.
- **Número máximo de ciclos de reintentos de envío de mensajes:** Indica el número de veces que la remota va a intentar reenviar un mensaje determinado.

### Configuración GPRS

- **PIN, APN, usuario y password.**
- **1er tiempo de espera reconexión GPRS (min.):** Primer tiempo de espera para intentar reconectarse de nuevo a GPRS en caso de fallo del mismo.
- **2º tiempo de espera reconexión GPRS (min.):** Segundo tiempo de espera para intentar reconectarse de nuevo a GPRS en caso de fallo del mismo.
- **N-ésimos tiempos espera reconexión GPRS (min.):** Sucesivos tiempos de espera para reconexión GPRS después de dos intentos fallidos.
- **Número máximos intentos de registro GPRS:** Número de intentos. De reconexión de GPRS en caso de fallo del mismo.
- **Tiempo máximo de espera sin respuesta en conexión GPRS (seg.):** Tiempo que va a esperar la remota antes de intentar realizar una reconexión GPRS porque no recibe respuesta.

### Configuración Analógicas.

- **Porcentaje de estabilización de analógicas (%):** Porcentaje de margen sobre los límites superior e inferior de las entradas analógicas para que se

disparen los correspondientes eventos. Este porcentaje se suma al límite superior y se resta del límite inferior.

- **Intervalo entre lecturas consecutivas (seg.):** Tiempo de muestreo de la señal analógica.
- **Tiempo de estabilización analógicas (mseg):** Tiempo que transcurre desde que se alimenta el dispositivo analógico hasta que se realiza la lectura del mismo.

## Configuración de carga de batería.

- **Valor de inicio de carga de la batería:** Tensión mínima que el usuario quiere que alcance la batería.
- **Valor de tensión de sobrecarga de batería:** Valor máximo de tensión al que se va a someter a la batería.
- **Tiempo máximo en tensión de sobrecarga de batería (min.):** Tiempo que se va a mantener la batería en la máxima tensión para dar por finalizada la carga de la misma.
- **Unidad de tiempo de recarga de batería (por cada hora de descarga) (min.):** Minutos que se acumulan de carga de batería por cada hora que se ha descargado.
- **Tiempo máximo acumulado de recarga para activar la carga de batería:** Tiempo máximo que se puede acumular por el parámetro “Unidad de tiempo de recarga de batería (por cada hora de descarga) (min.)” antes de activar la carga de la batería.

## Configuración carga del condensador a 15V

- **Tiempo de carga del condensador a 15 V con evento de batería baja (milisegundos):** Tiempo que se va a cargar el condensador en caso de que la batería esté a un nivel bajo de tensión.

## Comunicación cíclica:

- **Inicio del evento comunicación cíclica:** Hora de inicio de la comunicación cíclica. Este parámetro es la base sobre la que se sumará uno de los 2 parámetros siguientes.
- **Duración ciclo evento comunicación cíclica con riego activo (min.):** Indica cada cuánto tiempo la remota va a comunicarse con la Estación Central mediante la generación del evento de comunicación cíclica en caso de riego activo, independientemente de que esté en modo activo o mixto.
- **Duración ciclo evento comunicación cíclica sin riego activo (min.):** Indica cada cuánto tiempo la remota va a comunicarse con la Estación

Central mediante la generación del evento de comunicación cíclica en caso de que no haya riego activo, independientemente de que esté en modo activo o mixto

## **Evento niveles de tensión de batería y placa solar.**

- **Nivel de batería baja.**
- **Nivel de batería muy baja:** nivel de tensión de la batería con el que se cierran todas las válvulas y se envía a la Estación Base el contenido completo de la Cola de Eventos. Cualquier evento generado, estando esté activo, será enviado inmediatamente a la Estación Base
- **Nivel de sustitución de batería:** nivel de tensión de la batería con el que se fuerza la grabación de los Contadores en EEPROM y se espera en un bucle infinito hasta que se recupere la tensión.

## **Eventos relacionados con apertura/cierre de válvulas.**

- **Tiempo de verificación de apertura (seg.):** indica el tiempo que tiene que pasar tras una orden de apertura de válvula para comprobar si realmente la válvula está abierta.
- **Tiempo de verificación de cierre (seg.):** indica el tiempo que tiene que pasar tras una orden de cierre de válvula para comprobar si realmente la válvula está cerrada.
- **Número máximo de reintentos de apertura/cierre:** número de veces que va a comprobar si la válvula se encuentra en el estado que debe tras una orden de apertura/cierre.

## **Parámetros Relacionados con el Modo Mixto**

- **Inicio de Modo Mixto Programado:** Minutos transcurridos desde las 00:00 para que el terminal pase a modo mixto.
- **Duración de Modo Mixto Programado:** Minutos desde el inicio del modo mixto que el terminal debe permanecer en modo mixto antes de volver a modo activo.

## **Eventos de niveles de analógicas.**

- **Eventos de entrada analógica 1: máximo y mínimo.** Indica los niveles inferior y superior que la entrada analógica 1 tiene que alcanzar para ser activado el evento correspondiente.
- **Eventos de entrada analógica 2: máximo y mínimo.** Indica los niveles inferior y superior que la entrada analógica 2 tiene que alcanzar para ser activado el evento correspondiente.

- **Eventos de entrada analógica 3: máximo y mínimo.** Indica los niveles inferior y superior que la entrada analógica 3 tiene que alcanzar para ser activado el evento correspondiente.
- **Eventos de entrada analógica 4: máximo y mínimo.** Indica los niveles inferior y superior que la entrada analógica 4 tiene que alcanzar para ser activado el evento correspondiente (Consultar con ABB disponibilidad).

## Parámetros de apertura y cierre de válvulas

- **Tiempo de duración pulso disparo de electroválvula (mseg).**

## Parámetros para el cálculo del caudal:

- **Tiempo de muestreo (t) (seg.):** Indica el tiempo de muestreo de los contadores para el cálculo teórico del caudal.
- **Porcentaje para aumentar el tiempo de espera antes de generar una muestra nula (P):** tanto por ciento sobre el máximo tiempo entre pulsos para introducir una muestra nula en el algoritmo del cálculo del caudal..
- **Número de muestras sobre las que se calcula el valor medio (m)**

## Parámetros Relacionados con el Control del Caudal

- **Límite de Caudal Máximo de Riego.**
- **Acción asociada a la detección del evento “Caudal Superior al Caudal Máximo de Riego”:** no realizar ninguna acción ante el evento o finalizar el programa de riego en curso.
- **Límite de Caudal Mínimo de Riego.**
- **Acción asociada a la detección del evento “Caudal Inferior al Caudal Mínimo de Riego”:** no realizar ninguna acción o abrir válvula.
- **Tiempo mínimo entre pulsos de contador (décimas de segundo):** permite configurar el filtrado de pulsos de contador espúrios.

## Configuración de máscaras.

Permiten definir el comportamiento del sistema en lo referente a registro y comunicación de eventos.

## Otros

- **Modo de funcionamiento del terminal:** Indica si la remota Neptuno está en modo activo o en modo mixto.
- **Ciclo de ejecución en modo “MIXTO-SLEEP”, sin riego activo:** Tiempo que el terminal va a estar en estado SLEEP cuando no hay un riego activo.

## *Apéndice E Parámetros configurables*

---

- **Ciclo de ejecución en modo “MIXTO-SLEEP”, con riego activo:** Tiempo que el terminal va a estar en estado SLEEP cuando hay un riego activo.
- **Número máximo de eventos en la cola de eventos:** Número máximo de eventos que se pueden acumular.
- **Evento de nivel de placa solar:** valor mínimo de tensión de la placa solar para poder realizar el proceso de carga de batería.



## Historico de Revisiones

REV	DESCRIPCION	ELAB.	VERIF:	APROB.	FECHA
2.3	Nueva versión PA-B 3.1.2. Nueva versión PC4H 2.5. Información canaletas, orejetas y tapas de distribución. Información de Seguridad y Mantenimiento. Correcciones.	BG	EM	EM	2008-03-31
2.2	Nuevos eventos de modo mixto y contador total. Modificación del evento fallo en comunicaciones y “Sin caudal con Válvula Abierta”. Modificación parámetros cálculo caudal instantáneo. Añadida funcionalidad grabación estado válvulas. Comprobación estado en arranque terminal. Correcciones al documento.	BG	EM	EM	2007-12-10
2.1	Datos Técnicos Nuevos Modems. Correcciones	BG	EM	EM	2007/07/30
2.0	Nuevos Eventos: Control Caudal, información conexión GSM/GPRS y Envío Periódico Entrada Analógica. Correcciones	BG	EM	EM	2007/05/13
1.4	Inclusión de la placas hardware COM 3.0 y PC4H 2.4	BG	EM	EM	2007/01/30
1.3	Inclusión de las características de la PA-B 3.0	BG	EM	EM	2006/11/02
1.2	Incorporación del Apéndice E	BG	EM	EM	2006/09/25
1.1	Aplicación de formato al documento	BG	EM	EM	2006/09/14
1.0	Recopilación de anteriores documentos	BG	EM	EM	2006/08/16