

e016 NanoSUM

Unidad de control de adquisición de datos

Manual del usuario



Firmware versión 1.0.3

Resumen

1.	Precauciones y medidas de seguridad.....	4
1.1	Uso previsto.....	4
1.2	Advertencias.....	4
1.3	Desplazamiento.....	4
1.4	Retirada del embalaje.....	5
1.5	Procedimiento para conectar correctamente la unidad de control.....	5
1.6	Procedimiento para la puesta en marcha de diagnóstico de la unidad de control.....	6
1.7	Procedimiento de reinicio de la ECU.....	6
1.8	Durante el funcionamiento de.....	6
1.9	Almacenamiento.....	7
1.10	Mantenimiento.....	7
1.10.1	Limpieza del instrumento.....	7
1.10.2	Protecciones de líneas eléctricas.....	7
1.10.3	Sustitución de la batería en la versión IP68.....	8
1.11	Eliminación.....	8
2.	Hardware y conexiones.....	9
2.1	Bloque de terminales y conexiones del NanoSUM.....	9
2.2	Fuente de alimentación y NanoSUM.....	11
2.2.1	Entrada para panel solar y batería de plomo.....	11
2.2.2	Entrada de batería baja, alimentación de 12 V _{DC}	12
2.3	Alimentación de salida de los sensores.....	13
2.4	Entradas digitales.....	14
2.5	Conectividad.....	15
2.5.1	COM1 Interfaz serie múltiple RS - 485 / RS - 232 / RS - 422.....	15
2.5.2	COM2 Interfaz serie RS - 232.....	16
2.5.3	Interfaz SDI COM3 - 12.....	16
2.5.4	µInterfaz USB esclava.....	17
2.5.5	Conectividad por radiofrecuencia.....	17
2.6	Otras características.....	18
2.7	NanoSUM versión IP68.....	19
3.	Guía de usuario y programación.....	21
3.1	Aspectos generales.....	21
3.2	Sensores y mediciones.....	23
3.2.1	Cadencias en estado normal de funcionamiento.....	23
3.2.2	Cadencias en estado de alarma.....	24
3.2.3	Tipos de sensores que pueden adquirirse.....	24
3.2.4	Características comunes de las medidas.....	28
3.3	Adquisiciones.....	28
3.3.1	Estrategias de alimentación de los sensores.....	28

3.4	Tratamiento de datos.....	29
3.4.1	Tratamiento instantáneo	29
3.4.2	Tratamiento estadístico.....	29
3.5	Almacenamiento principal y de reserva.....	30
3.6	Transmisión, envío FTP y funciones FTP avanzadas.....	31
3.6.1	Funciones avanzadas: actualización del firmware	32
3.6.2	Funciones avanzadas: actualización de la configuración.....	33
3.6.3	Funcionalidad avanzada: comandos a través de FTP	33
3.7	Comandos SMS.....	38
3.8	Gestión de la fecha y hora del sistema	39
3.9	Gestión de alarmas.....	42
3.10	Gestión del monitor de la batería	45
3.11	Watchdog.....	45
3.12	Funcionalidad de bajo consumo: apagado.....	46
3.13	Modo diagnóstico.....	46
4.	Configuración.....	49
4.1	Parámetros estación general.....	50
4.2	Parámetros de configuración del sensor	57
4.2.1	Sensores SD - I12.....	59
4.2.2	Sensores digitales.....	59
4.2.3	Sensores de diagnóstico local	60
4.3	Ejemplo de configuración	66
4.4	Carga de archivos de configuración desde el terminal	71
4.5	Carga de archivos del programa operativo desde el terminal.....	74
5.	Normativa	75
5.1	Normas de seguridad	75
5.2	EMC	75
6.	Condiciones ambientales de uso.....	76
7.	Historial de revisiones.....	77
Apéndice A: diseños de registros		78
A.1	Ruta de almacenamiento dinámico de datos SIAP+MICROS.....	78
A.2	Trazado simplificado de datos ASCII SIAP+MICROS.....	82
Apéndice B: Comandos de acceso al módulo 4G		84
B.1	Comandos AT para la gestión del sistema de archivos y el entorno operativo.....	84
B.2	Carga manual del archivo de configuración	87
B.3	Carga manual del archivo del programa de funcionamiento	88
B.4	Desactivación y activación del entorno operativo manual	88
B.5	Activar la ejecución de anylog.bin	88
B.6	Activación y desactivación manual del modo de diagnóstico.....	88

1. Precauciones y medidas de seguridad

NanoSUM es un instrumento de medición compacto para la adquisición, el procesamiento, el almacenamiento y la transmisión de mediciones de sensores digitales en varios protocolos de comunicación. Este equipo cumple con los requisitos de la Directiva de Baja Tensión (LVD) 2014/35/UE y la Directiva de Compatibilidad Electromagnética (EMC) 2014/30/UE. Para la seguridad del operador es necesario seguir los procedimientos descritos en este manual y leer atentamente todas las notas.

1.1 Uso previsto

La unidad de control de la serie NanoSUM es una unidad de gestión local para estaciones de monitorización medioambiental y meteo-climática capaz de interconectar directamente sensores meteorológicos, analizadores, sondas químicas/físicas, actuadores, etc. que dispongan de una salida serie en protocolo MODBUS o en SDI - 12. También es capaz de adquirir directamente hasta un máximo de dos entradas digitales de frecuencia o impulsos. Ha sido diseñado para responder a distintas necesidades de adquisición, tratamiento y transmisión de datos, desde las más sencillas, para estaciones individuales, hasta las más complejas, para redes de estaciones de distintos tipos gestionadas por centros de control remotos.

Guarde este manual en un lugar seguro y tenga una copia a disposición de los operadores en todo momento.

1.2 Advertencias

NanoSUM es un instrumento diseñado para ser utilizado por personal especialmente formado. El fabricante declina toda responsabilidad en caso de averías debidas al incumplimiento de las instrucciones, manipulación, usos no previstos en este manual, uso inadecuado del aparato, utilización por operarios no formados. Sólo el personal autorizado y formado debe tener acceso a la zona de trabajo para el uso normal y las operaciones de mantenimiento.

Normas generales de seguridad

- El aparato debe estar conectado a una toma de tierra eléctrica (o de seguridad).
- El aparato no debe funcionar en presencia de gases inflamables, humos o en cualquier entorno explosivo.
- No desmonte, sustituya ni modifique ninguna pieza eléctrica o mecánica sin autorización.
- La sustitución de componentes y los trabajos en el interior sólo pueden ser realizados por personal de mantenimiento cualificado e instruido tras desconectar la alimentación principal.
- Preste atención a cualquier etiqueta de advertencia contra procedimientos potencialmente peligrosos.

1.3 Desplazamiento

Para evitar daños en el equipo, tenga cuidado durante el transporte.

1.4 Retirada del embalaje

Asegúrese de tomar las siguientes precauciones antes de retirar el embalaje e instalar el instrumento:

- Utilizar guantes adecuados para protegerse de las abrasiones, etc.
- Si se comprueba que se ha producido algún daño durante el transporte, por cuenta del proveedor, devuelva el instrumento al proveedor.
- Una vez desembalado, coloque el instrumento y sus piezas sobre una superficie plana.
- Preste atención a los conectores del lateral de la caja del instrumento durante la operación.

Antes de instalar el instrumento, compruebe que

- La tensión de red de la zona de instalación cumple las condiciones de funcionamiento del aparato.

Evite encender el aparato antes de seguir cuidadosamente las instrucciones de instalación y puesta en marcha de este manual.

1.5 Procedimiento para conectar correctamente la unidad de control

El siguiente procedimiento permite alimentar correctamente la unidad de control NanoSUM con una batería de plomo y un panel solar.

1. Conecte la batería al conector de alimentación en las patillas BAT - GND (véase el capítulo 2).
2. Preste atención a la polaridad de la batería: BAT debe conectarse al borne positivo y GND al negativo¹.
3. Conecte el panel solar al conector de alimentación en los pines PV - GND (véase el capítulo 2).
4. Preste atención a la polaridad del panel solar: FV debe conectarse al terminal positivo y GND al negativo.
5. Si aún no lo ha hecho, inserte el conector en el bloque de terminales.

El NanoSUM también puede ser alimentado por una batería de iones de litio no recargable o una fuente de alimentación con una tensión nominal de 12V_{DC}. En este caso, conecte la batería de iones de litio o la fuente de alimentación al conector de alimentación en los pines LiON - GND, asegurándose de que el pin LiON es el positivo y GND el negativo.

Es posible la coexistencia de ambos tipos de alimentación, es decir, batería de plomo con panel solar y batería de litio en conector LiON. El panel solar cargará única y exclusivamente la batería de plomo. La fuente de alimentación real del registrador de datos será la que tenga el voltaje más alto. Por ejemplo, si tienes una batería de plomo de 12V y una batería de litio de 7V, se utilizará la batería de plomo. Por el contrario, si tiene una batería de plomo-ácido de 12V y una fuente de alimentación de 13,8V conectada a LiON, la fuente de alimentación se utilizará para todo el datalogger y la batería será en este caso una forma de reserva de energía en caso de fallo de la red eléctrica para la fuente de alimentación principal.

Cuando utilice fuentes de alimentación externas conectadas a la red de distribución eléctrica, preste especial atención a la selección del dispositivo de alimentación, el aislamiento y el filtrado de la red.

¹ El NanoSUM está equipado con dispositivos de protección contra polaridad inversa. No obstante, hay que tener cuidado con las conexiones.

Preste atención al LED verde llamado **BOOT**² : debe parpadear para indicar la puesta en marcha del módulo. Si no es así, mantenga pulsado el botón **REBOOT**² durante tres segundos y suéltelo en cuanto el LED BOOT empiece a parpadear. No lo mantenga pulsado durante más tiempo.

El encendido correcto del módulo se señala mediante el LED rojo de **ESTADO DE CONEXIÓN**, que empieza a parpadear tras un retardo de arranque de unos veinte segundos.

1.6 Procedimiento para la puesta en marcha de diagnóstico de la unidad de control

Como se explicará detalladamente en el apartado 3.13, la unidad de control puede funcionar en un modo de operación particular, denominado modo de diagnóstico, que es el modo configurado de fábrica para la primera puesta en marcha del datalogger, y es muy útil tanto durante la instalación inicial como durante el mantenimiento. Este modo particular se puede activar bien a través del software o bien a través del botón de encendido REBOOT.

El modo de diagnóstico se activa manteniendo pulsado el botón REBOOT durante al menos seis segundos. El LED verde BOOT empezará a parpadear después del tercer segundo de pulsación, no lo suelte pero continúe durante al menos seis segundos. Por seguridad, cuente hasta un máximo de ocho segundos y suéltelo. La unidad de control se iniciará en modo de diagnóstico.

El encendido correcto del módulo se señala mediante el LED rojo de **ESTADO DE CONEXIÓN**, que empieza a parpadear tras un retardo de arranque de unos veinte segundos.

1.7 Procedimiento de reinicio de la ECU

Para reiniciar un NanoSUM encendido en modo normal, mantenga pulsado el botón REBOOT durante al menos tres segundos y suéltelo en cuanto el LED BOOT empiece a parpadear. No lo pulse durante más de cinco segundos.

Para reiniciar un NanoSUM actualmente encendido en modo de diagnóstico, mantenga pulsado el botón REBOOT durante al menos 10 segundos y luego suéltelo.

El encendido correcto del módulo se señala mediante el LED rojo de **ESTADO DE CONEXIÓN**, que empieza a parpadear tras un retardo de arranque de unos veinte segundos.

1.8 Durante el funcionamiento de

Durante el funcionamiento, evite trabajar en las conexiones eléctricas: desconecte completamente la alimentación antes de realizar cualquier modificación.

² Consulte la descripción del hardware en el capítulo 2

1.9 Almacenamiento

Si no tiene previsto utilizar el aparato durante un periodo prolongado (al menos un año), desconecte todos los cables del aparato, introdúzcalo en una bolsa de plástico transparente junto con una bolsa de sal de secado y cierre la bolsa con cinta adhesiva. Marque la bolsa con el contenido y el peso del aparato con las palabras "MANIPULAR CON CUIDADO".

Almacene el instrumento en un entorno con una temperatura entre 0 y 60 grados con una humedad no superior al 80%. Asegúrese de que el instrumento se almacena en una posición estable y que no puede dañarse ni moverse por descuido o distracción. No apile otros instrumentos o pesos sobre él. No apile el instrumento sobre otros instrumentos y asegúrese de la solidez y estabilidad del soporte subyacente.

1.10 Mantenimiento

1.10.1 Limpieza del instrumento

Antes de limpiar el aparato, desconecte todos los cables de conexión. Utilice un paño suave y seco para limpiarlo. No utilice nunca paños húmedos, disolventes, agua u otros líquidos. Puede utilizar aire comprimido para eliminar cualquier resto de polvo.

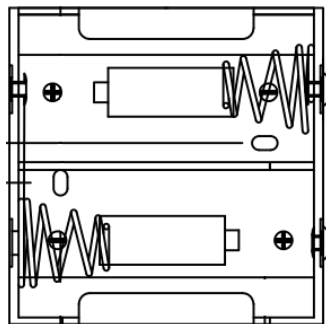
1.10.2 Protecciones de líneas eléctricas

El producto está equipado con dispositivos de protección contra descargas electrostáticas. Las fuentes de alimentación también disponen de circuitos contra la inversión de polaridad. No hay fusibles de protección contra sobrecorrientes, por lo que debe prestarse especial atención a las conexiones y consultar siempre las especificaciones técnicas del instrumento para conocer los límites de aplicabilidad. Para más detalles, consulte el Capítulo 2.

1.10.3 Sustitución de la batería en la versión IP68

El producto está disponible en versión caja estanca IP68 equipada con pilas³. Al sustituir las pilas, tenga en cuenta que:

- El paquete de pilas contiene 2 pilas: sustituya siempre ambas pilas aunque sólo una esté agotada.
- Las baterías deben ser del tipo ER34615M, es decir, baterías de litio Li-SOCl₂.
- Las baterías deben ser capaces de suministrar una corriente continua de 2000 mA.
- Las baterías deben ser capaces de suministrar una corriente de impulso de hasta 3000 mA.
- Preste atención a la polaridad correcta de la pila indicada en el propio portapilas.



- Cambie las pilas con el datalogger desconectado.
- No manipule la batería de ninguna manera.

En caso de duda, póngase en contacto con SIAP+MICROS para obtener ayuda.

1.11 Eliminación



De conformidad con la Directiva 2012/19/UE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, este producto debe desecharse llevándolo a un punto de recogida designado para el reciclaje de aparatos eléctricos y electrónicos.

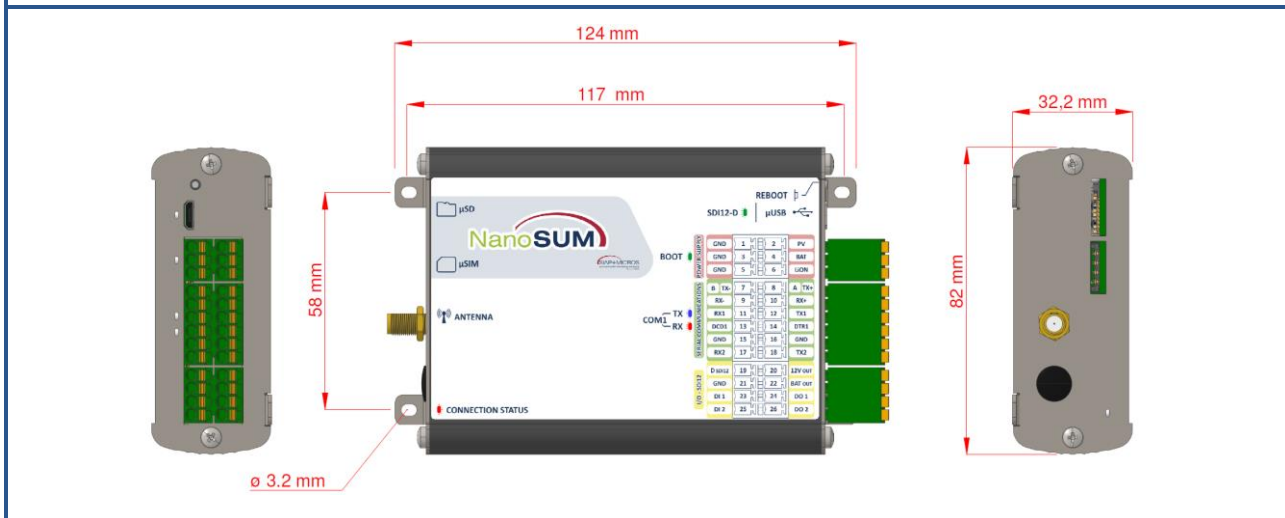
Para más información sobre el centro de reciclaje más cercano, póngase en contacto con la oficina municipal más próxima.

³ Más detalles en el capítulo Hardware y conexiones.

2. Hardware y conexiones

2.1 Bloque de terminales y conexiones del NanoSUM

Registrador de datos



Caja de bornes y conexiones

Masa	GND	1	2	PV	Entrada del panel solar
Masa	GND	3	4	BAT	Entrada para batería de plomo
Masa	GND	5	6	LiON	Entrada de CC o batería de litio
B(-) RS-485 / TX- RS-422 COM1	B TX-	7	8	A TX+	COM1 A(+) RS-485 / TX+ RS-422
RX- RS-422 COM1	RX-	9	10	RX+	COM1 RX+ RS-422
RX RS-232 COM1	RX1	11	12	TX1	COM1 TX RS-232
DCD RS-232 COM1	DCD1	13	14	DTR1	COM1 DTR RS-232
RS-232 COM2 tierra	GND	15	16	GND	COM1 RS-232 Tierra
RX RS-232 COM2	RX2	17	18	TX2	COM2 TX RS-232
Línea de datos SDI-12 COM3	D SDI12	19	20	12V OUT	Salida de 12 V / 100 mA
Masa	GND	21	22	BAT OUT	Salida de tensión de la batería
Entrada digital 1	DI 1	23	24	DO 1	Salida digital 1
Entrada digital 2	DI 2	25	26	DO 2	Salida digital 2

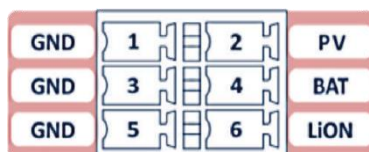
El registrador de datos NanoSUM está equipado con:

- **Bloque de terminales de conexión.** Bloque de terminales compacto con carcasa de contactos con resorte:

- **Conectores de alimentación.** Resaltados en rosa en la figura de la página anterior, incluyen las conexiones del panel solar (PV - GND), la batería recargable de plomo (BAT - GND), la entrada de CC (LiON - GND)
- **Periférico de comunicación COM1.** Se trata de un puerto de comunicación de adquisición a sensores en protocolo MODBUS que puede utilizarse alternativamente como RS - 485 (A, B), RS - 232 (RX1, TX1, DTR1, DCD1, GND) o como RS - 422 (TX+, TX-, RX+, RX-).
- **Periférico de comunicación COM2.** Se trata de un puerto de comunicación RS - 232 (RX2, TX2, GND) para la adquisición a sensores en protocolo MODBUS.
- **Periférico de comunicación COM3.** Se trata de un puerto de comunicación estándar para sensores SDI - 12, línea dada en el pin 19 del bloque de terminales, denotado como D_{SDI12} .
- **Alimentación del sensor de salida:** 12V_{OUT} : 12V / 100mA, BAT_{OUT} : tensión igual a la tensión de alimentación, DO1, DO2: salidas de drenaje abierto para habilitar relés o fuentes de alimentación externas.
- **Entradas digitales:** existen dos entradas digitales DI1 y DI2, ambas referenciadas a la masa común GND, capaces de adquirir tanto señales de drenaje abierto como señales activas (máximo 24V) para medidas de frecuencia, periodo, contaje de impulsos, contador acumulativo.
- **Conector μ USB tipo B.** Conector de configuración avanzada y depuración.
- **Botón de reinicio.** Si mantiene pulsado el botón situado junto al μ USB durante más de tres segundos, se reiniciará el registrador de datos.
- **Conector μ SIM.** Para el funcionamiento normal del datalogger, debe insertarse una μ SIM M2M válida. Póngase en contacto con su proveedor de servicios de red celular para obtener más información.
- **Conector de tarjeta μ SD.** Hay un conector de tarjeta μ SD para almacenamiento de copia de seguridad de datos.
- **Conector de antena principal.** El conector de antena principal es de tipo SMA hembra capaz de alojar una antena de 50 Ω de impedancia. Las bandas de la antena deben estar dentro de las bandas del módulo. Consulte las especificaciones técnicas detalladas para obtener más información.
- **Disposición opcional para GNSS.** Junto a la antena, una tapa negra cubre la provisión para el sistema de posicionamiento por satélite GNSS. Póngase en contacto con SIAP+MICROS S.p.a. para obtener más información sobre la posibilidad de adquirir esta opción.
- **LED de señalización.** NanoSUM está equipado con cinco LED de señalización:
 - ESTADO DE LA CONEXIÓN: LED rojo cuyo parpadeo indica el estado de la conexión.
 - **BOOT:** El LED verde parpadea al arrancar o reiniciar el datalogger; durante estas fases el parpadeo se enciende alternativamente durante un segundo y se apaga durante un segundo. El LED se enciende durante las fases de adquisición para indicar el correcto funcionamiento del módulo.
 - **COM1 TX:** LED azul que indica la transmisión desde el datalogger a un sensor en COM1.
 - **COM1 RX:** LED rojo que indica la recepción de un sensor al datalogger en COM1.
 - **SDI12-D:** LED verde que indica el intercambio de datos en la interfaz SDI - 12.

2.2 Fuente de alimentación y NanoSUM

La sección de alimentación incluye el conector denominado POWER SUPPLY y resaltado en rosa en la etiqueta del registrador de datos.



El NanoSUM es capaz de manejar dos posibles modos de alimentación:

1. Panel solar y batería de plomo-ácido recargable de 12 V en los pares PV - GND y BAT - GND, es decir, los pines 2, 1 y 4, 3.
2. Batería no recargable o fuente de alimentación de 12V de banco_{DC} nominal al par LiON - GND, pines 6 y 5.

2.2.1 Entrada para panel solar y batería de plomo

NanoSUM está equipado con un cargador de baterías autónomo capaz de manejar un panel solar y cargar una batería de plomo-ácido de 12 V nominales. Las características especiales del cargador de batería son:

- Algoritmo de carga en 3 etapas: bulk (corriente constante), absorb (tensión constante), float (mantenimiento)
- Potencia de entrada autolimitada: 3,2 A de corriente máxima, 60 W.
- Corriente autolimitada a la batería a 3,2 A.
- Algoritmo dinámico de seguimiento del punto de funcionamiento del panel solar para obtener la máxima potencia disponible (MPPT, Maximum Power Point Tracking).
- Corrección de la tensión de carga en función de la temperatura para preservar la batería.
- Medición diagnóstica del voltaje de la batería y del panel solar.

Consulta las especificaciones técnicas para conocer las características eléctricas detalladas del cargador de baterías, los paneles solares y las baterías compatibles.

La entrada del panel solar está marcada por los terminales **PV** (positivo, pin 2) y **GND** (negativo, pin 1) y tiene la función principal de mantener la carga de la batería de plomo-ácido de alimentación. Los paneles solares son compatibles para la carga de baterías de 12V, con una tensión máxima admisible de 28V_{DC}, siendo su potencia autolimitada a aproximadamente 60W. En condiciones de irradiación solar, el circuito de carga de la batería adapta el punto de trabajo del panel para obtener la máxima potencia y es capaz de suministrar hasta 3,2A a la batería. La entrada del panel está equipada con:

- Circuito de protección contra polaridad inversa
- Filtrado de paso bajo
- Filtrado para limitar los picos de inserción
- Circuito de protección contra descargas electrostáticas de hasta 18 kV homologado:
 - IEC 61000-4-2, nivel 4
 - IEC 61000-4-5 (sobretensión); corriente de pico 3 A a una curva de 8/20 μs
 - AEC-Q101

La entrada de la batería está marcada por los terminales **BAT** (positivo, pin 4) y **GND** (negativo, pin 3) y sirve como fuente de alimentación principal para el registrador de datos. En estos terminales se puede conectar una batería de plomo con una tensión nominal de 12V. La entrada de la batería también está equipada con:

- Circuito de protección contra polaridad inversa
- Limitador de tensión de 18 V
- Circuito de protección contra descargas electrostáticas de hasta 18 kV homologado:
 - IEC 61000-4-2, nivel 4
 - IEC 61000-4-5 (sobretensión); corriente de pico 3 A a una curva de 8/20 μ s
 - AEC-Q101

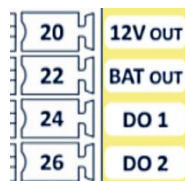
El cargador de batería también tiene un algoritmo especial para preservar la batería de plomo-ácido en condiciones de descarga profunda; en particular, si el voltaje de la batería cae por debajo de 10,5 V, el algoritmo apaga completamente el registrador de datos para proteger la batería de una descarga profunda. Sin embargo, el cargador de la batería sigue funcionando, por lo que en presencia de luz solar reanudará la carga de la batería. En este punto, cuando el voltaje de la batería ha subido por encima de 11,5V, el algoritmo volverá a alimentar el registrador de datos y proporcionará un arranque limpio del módulo. El algoritmo, como se verá más adelante, puede desactivarse mediante la tecla de configuración.

2.2.2 Entrada de batería baja, alimentación de 12 V_{DC}

La entrada marcada **LiON** (positivo, pin 6) y **GND** (negativo, pin 5) puede alojar una fuente de alimentación independiente, como una fuente de alimentación de banco con una tensión nominal de 12V_{DC} o una batería no recargable, normalmente de iones de litio. La entrada está equipada con un diodo de protección contra polaridad inversa. En el caso de alimentación a partir de una batería de litio no recargable, es útil desactivar el algoritmo de protección de la batería mencionado en el párrafo anterior.

2.3 Alimentación de salida de los sensores

El registrador de datos NanoSUM puede alimentar los sensores conectados a él a través de cuatro posibles salidas con diferentes características eléctricas. Las alimentaciones de salida forman parte del conector I/O - SDI12, de color amarillo en la etiqueta, como se muestra a continuación.



Las cuatro salidas, todas referidas a la masa de la placa GND, tienen las siguientes características:

1. **12V_{OUT}** : pin 20 del bloque de terminales, 12V regulados con corriente máxima de 100mA. Opcionalmente, es posible solicitar una alimentación de 5V con las mismas limitaciones de corriente⁴. La salida, normalmente apagada, puede configurarse encendida o con preencendido en una fecha límite de adquisición. Para más detalles, consulte los capítulos siguientes.
2. **BAT_{OUT}** : clavija 22 del bornero, da salida a la tensión de alimentación de entrada. La salida, normalmente desconectada, puede configurarse conectada o con la alimentación conectada antes de un plazo de adquisición. Para más detalles, consulte los capítulos siguientes.
3. **DO1**: Pin 24 del bloque de terminales, salida de drenaje abierto útil para activar relés o habilitar pines de fuentes de alimentación externas. La salida, que normalmente está apagada, puede configurarse como encendida o con preencendido en una fecha límite de adquisición. Para más detalles, consulte los capítulos siguientes.
4. **DO2**: Pin 26 del bloque de terminales, salida de drenaje abierto útil para activar relés o habilitar pines de fuentes de alimentación externas. La salida, que normalmente está apagada, puede configurarse encendida o con preencendido en una fecha límite de adquisición. Para más detalles, consulte los capítulos siguientes.

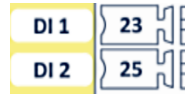
Las dos salidas de drenaje abierto DO1 y DO2 también están equipadas con circuitos de protección contra descargas electrostáticas con las características:

- Protección ESD hasta 30 kV según IEC 61000-4-2
- Protección ESD hasta 30 kV según ISO 10605; C = 330 pF, R = 330 Ω
- ISO 7637-3: Pulso a: VS = -150 V / Pulso b: VS= +100 V
- Cualificado AEC-Q101

⁴ La opción debe acordarse en la oferta comercial.

2.4 Entradas digitales

En el mismo conector de E/S - SDI12 hay dos entradas digitales **DI1**, pin 23, y **DI2**, pin 25, también referenciadas a la masa común GDN de la placa.



Las características especiales de estas entradas son:

- Capaces de adquirir impulsos de onda cuadrada con ciclo de trabajo variable a partir de señales de emisor abierto o de drenaje abierto, ya que están equipados con pull-ups internos y desplazadores de nivel.
- Capaces de adquirir impulsos de onda cuadrada con ciclo de trabajo variable a partir de señales activas, ya que están equipados con circuitos limitadores y desplazadores de nivel internos.
- La adquisición de canales debe estar habilitada en la configuración, en cuyo caso se adquieren por segundos por medición de:
 - Frecuencia
 - Cuenta
 - Estado lógico
 - Intervalo de tiempo en un estado lógico

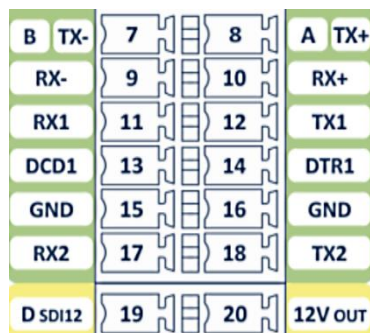
En cuanto a los circuitos de protección contra descargas electrostáticas, tenemos:

- Protección ESD hasta 30 kV según IEC 61000-4-2
- Protección ESD hasta 30 kV según ISO 10605; C = 330 pF, R = 330 Ω
- ISO 7637-3: Pulso a: VS = -150 V / Pulso b: VS= +100 V
- Cualificado AEC-Q101

2.5 Conectividad

NanoSUM dispone de varias interfaces de comunicación con los sensores e interfaces de diagnóstico/configuración, que se analizarán en los siguientes apartados.

Las interfaces con los sensores se encuentran principalmente en el conector marcado como COMUNICACIONES SERIALES, de color verde en la etiqueta, y en el pin 19 del bloque de terminales, tal y como se muestra en la siguiente figura.



Además, hay una interfaz μ USB B para el diagnóstico y la configuración del módulo.

En este capítulo también se describe el hardware que implementa la conectividad por radiofrecuencia.

2.5.1 COM1 Interfaz serie múltiple RS - 485 / RS - 232 / RS - 422

COM1 es una interfaz multiserie en el sentido de que puede utilizarse alternativamente como RS - 485, como RS - 232 o como RS - 422; por lo tanto, permite una gran versatilidad en la conexión de sensores serie. A esta interfaz se pueden conectar sensores con protocolo MODBUS estándar. La velocidad en baudios puede seleccionarse entre 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 bps para RS - 485 y RS - 422. La RS - 232, por su parte, permite hasta 115200 bps. A continuación se indican las características de las distintas interfaces disponibles:

- **RS - 485**

Se caracteriza por los terminales **A** (positivo, pin 8) y **B** (negativo, pin 7); la interfaz está equipada con:

- Resistencia de pull-up de 4,7 k Ω a 3,8 V en el pin positivo A
- Resistencia pull-down de 4,7 k Ω a masa en el pin negativo B
- Circuito de filtro paso bajo, en ambas líneas, con frecuencia de corte de 7,2 MHz
- Circuito de protección contra descargas electrostáticas con características:
 - Cumplimiento de la norma IEC61000-4-2 (ESD) \pm 15kV (aire), \pm 8kV (contacto)
 - Cumplimiento de la norma IEC61000-4-4 (EFT) 40A (5/50ns)
 - Cumplimiento de la norma IEC61000-4-5 (Fulminación) 12A (8/20 μ s)

- **RS - 232**

Dispone de los terminales **RX1** (recepción, pin 11), **TX1** (transmisión, pin 12), **DCD1** (DCD, pin 13), **DTR1** (DTR, pin 14) y **GND** (masa, pin 16). La interfaz está equipada con:

- Circuito de filtro de paso bajo, en todas las líneas RX1, TX1, DCD1, DTR1, con frecuencia de corte de 7,2 MHz

- Protección contra descargas electrostáticas de hasta ± 15 kV según la norma IEC61000
- **RS - 422**

Se caracteriza por los terminales **RX-** (recepción negativa, pin 9), **RX+** (recepción positiva, pin 10), **TX-** (transmisión negativa, pin 7), **TX+** (transmisión positiva, pin 8). La interfaz está equipada con:

 - Resistencia de pull-up de 4,7 k Ω a 3,8 V en el pin positivo A
 - Resistencia pull-down de 4,7 k Ω a masa en el pin negativo B
 - Circuito de filtro paso bajo, en ambas líneas, con frecuencia de corte de 7,2 MHz
 - Circuito de protección contra descargas electrostáticas con características:
 - Cumplimiento de la norma IEC61000-4-2 (ESD) ± 15 kV (aire), ± 8 kV (contacto)
 - Cumplimiento de la norma IEC61000-4-4 (EFT) 40A (5/50ns)
 - Cumplimiento de la norma IEC61000-4-5 (Fulminación) 12A (8/20 μ s)

2.5.2 COM2 Interfaz serie RS - 232

COM2 es una interfaz serie RS - 232 para la adquisición de sensores en protocolo estándar MODBUS. La velocidad en baudios puede seleccionarse entre 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 y 115200 bps. COM2 tiene las siguientes características:

- **RS - 232**

Se caracteriza por los terminales **RX2** (recepción, pin 17), **TX2** (transmisión, pin 18) y **GND** (masa, pin 15). La interfaz está equipada con:

 - Circuito de filtro de paso bajo en las líneas RX2 y TX2 con frecuencia de corte de 7,2 MHz
 - Protección contra descargas electrostáticas de hasta ± 15 kV según la norma IEC61000

2.5.3 Interfaz SDI COM3 - 12

COM3 es una interfaz para la adquisición de sensores SDI - 12 caracterizada por el terminal **D_{SDI12}** (línea de datos bidireccional, pin 19) con las siguientes características:

- Línea de datos SDI estándar - 12 a 5 V con resistencia pull-down a tierra de 360 k Ω .
- Circuito de filtro paso bajo con frecuencia de corte de 128 kHz
- Circuito de protección contra descargas electrostáticas con las siguientes características:
 - Inmunidad ESD según IEC 61000-4-2
 - ± 30 kV descarga de contacto
 - ± 30 kV descarga de aire
 - Capacidad ESD según AEC-Q101:
 - modelo de cuerpo humano clase H3B: > 8 kV

2.5.4 *μ*Interfaz USB esclava

NanoSUM está equipado con una interfaz esclava μ USB de tipo B que se utiliza principalmente para la configuración y el diagnóstico del módulo o la actualización del firmware por parte de técnicos cualificados de SIAP+MICROS⁵.

Para utilizar esta interfaz, que sólo está disponible en Windows, es necesario instalar los controladores, tras lo cual NanoSUM expone dos puertos COM de módem y un puerto COM de diagnóstico.

La interfaz se caracteriza por:

- Choque de ruido de modo común, 0,5 A máximo, impedancia de 90 Ω a 100MHz.
- Filtro EMI específico para puertos USB
- Circuito supresor de descargas electrostáticas con características:
 - IEC 61000-4-2 nivel 4 en pines externos:
 - 15 kV para descarga de aire
 - 8 kV para descarga por contacto
 - - IEC 61000-4-2 nivel 1 en pines internos:
 - 2 kV para descarga de aire
 - 2 kV para descarga por contacto
- Circuito de separación y filtrado de cables a tierra

2.5.5 *Conectividad por radiofrecuencia*

NanoSUM es un módulo global 4G en categoría M1 y NB1 con soporte y caída automática a la red 2G. La tecnología 4G con fall back 2G permite una reducción significativa en el consumo de energía, en comparación con un módulo 3G, manteniendo al mismo tiempo una velocidad de intercambio de datos que es totalmente adecuada para la funcionalidad y propósitos previstos del datalogger. NanoSUM puede operar en un gran número de bandas de RF asegurando una cobertura de red global. Las bandas soportadas se muestran a continuación.

Tecnología	Bandas
2G	B2 (1900), B3 (1800), B5 (850), B8 (900)
4G cat M1/NB1	B1 (2100), B2 (1900), B3 (1800), B4 (AWS 1700), B5 (850), B8 (900), B12 (700), B13 (700), B18 (800), B19 (800), B20 (800), B26 (850), B28 (700)

La interfaz de radiofrecuencia es vía:

- **Antena multibanda adaptada de 50 Ω**

Para aprovechar al máximo las bandas disponibles, se recomiendan antenas multibanda en el rango de 600 MHz a 3 GHz. La antena se conecta a un conector SMA hembra marcado "ANTENNA" en la etiqueta. En el interior del módulo hay un circuito de filtrado tipo notch para suprimir cualquier ruido fuera de banda.

⁵ Siempre es posible, y recomendable, utilizar la funcionalidad FTP para actualizar la configuración o el firmware del módulo sobre el terreno, como se explicará más adelante.

- **Tarjeta μ SIM habilitada para tráfico de datos M2M**

Utilice SIMs de datos de tipo Máquina a Máquina (M2M). El módulo no dispone de detección automática de presencia de SIM. Preste atención a la dirección de inserción de la SIM que aparece en la etiqueta. El conector μ SIM no es push-pull, así que no fuerce ni empuje la tarjeta SIM una vez insertada. Preste especial atención al insertarla. La interfaz SIM se caracteriza por:

- Circuito de filtro EMI bidireccional
- Circuito de protección ESD según IEC 61000-4-2 nivel 4
 - $\pm 15\text{kV}$ para descarga de aire
 - $\pm 8\text{kV}$ para descarga de contacto
- Circuito limitador de sobretensiones de 5 V

2.6 Otras características

En el ciclo de uso normal de NanoSUM, los datos recogidos se almacenan en un archivo circular en la memoria interna del dispositivo (memoria flash no volátil) y se transfieren periódicamente a uno o varios servidores FTP. No obstante, es posible realizar una copia de los datos en un soporte de almacenamiento externo extraíble. En efecto, en el lateral de la SIM hay un conector, push pull, capaz de alojar una tarjeta μ SD para la copia de seguridad de los datos. La única funcionalidad de este almacenamiento es guardar copias de los datos archivados en ficheros diarios dentro de carpetas mensuales. NanoSUM admite tarjetas μ SD hasta la especificación 2 del estándar, formateadas en FAT o FAT32 o extFAT. Los datos de ambas memorias, como se describirá en detalle más adelante, están en el formato dinámico SIAP+MICROS, un tipo de pista propietario de texto plano de fácil lectura.

Junto al conector μ USB hay un botón que, si se mantiene pulsado durante más de tres segundos, inicia el procedimiento de reinicio del módulo. Al inicio del procedimiento de reinicio, observará que el LED verde "BOOT" empezará a parpadear como en la fase de arranque.

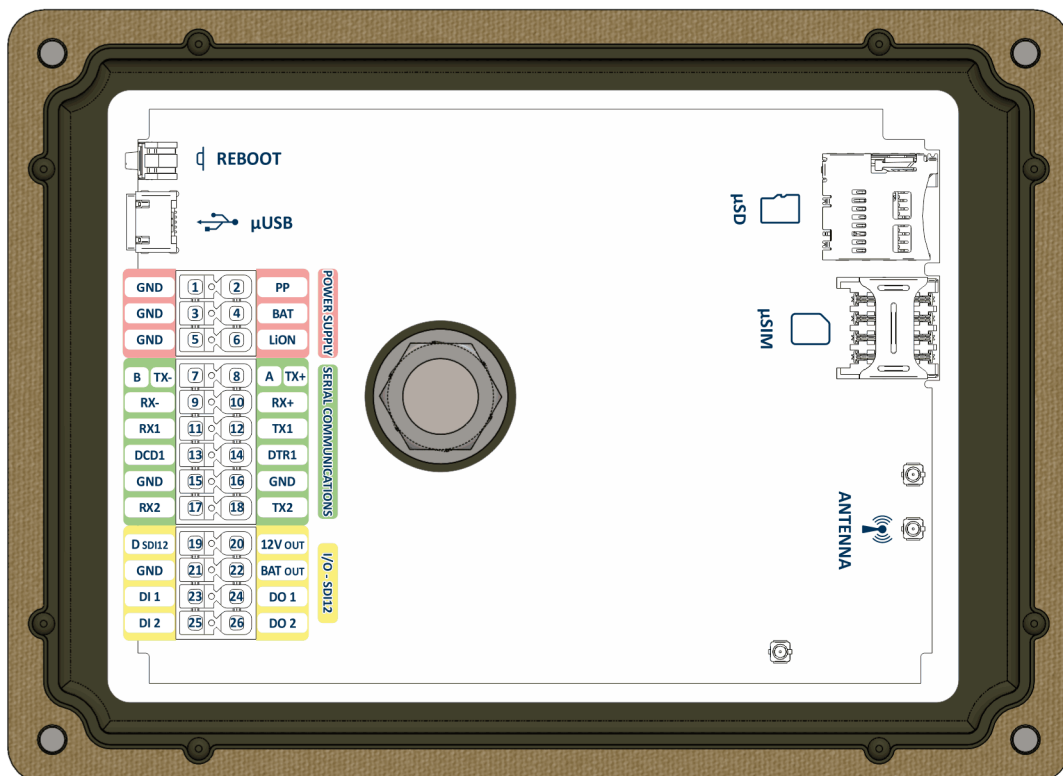
2.7 NanoSUM versión IP68

NanoSUM también está disponible en versión IP68, es decir, con su circuito de funcionamiento dentro de una caja estanca con clasificación IP68, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 1 NanoSUM IP68

El circuito NanoSUM, con una placa de bornes idéntica a la descrita, y la batería de alimentación se alojan en el interior del contenedor.



Consulte el significado de las conexiones en el apartado 2.1.

Afuera tienes:

- Dos prensaestopas PG9 IP68 para el paso de los cables de alimentación y la conexión de los distintos sensores.
- Un aireador compensador de presión de caja IP68. Debe apretarse a un par de $0,7 \pm 0,1$ Nm para garantizar una estanqueidad IP68.
- Una antena omnidireccional IP68

La caja está provista de cuatro cómodos orificios de fijación y cuatro tornillos garantizan el cierre correcto de la tapa. Una junta garantiza la estanqueidad de la caja. La junta utilizada normalmente es de silicona negra reforzada con carbono; en este caso, los tornillos de cierre deben apretarse a un par de 1,0 Nm; no supere este par para no dañar la junta. En algunos casos, puede encontrarse una junta de silicona de color blanco cremoso. En este caso, el par de apriete de los tornillos de cierre debe ser de 0,7 Nm.

Es aconsejable sustituir la junta durante el mantenimiento rutinario; consulte a SIAP+MICROS si necesita piezas de repuesto.

La aplicación típica de NanoSUM IP68 es la monitorización de aguas subterráneas directamente in situ en pozos de medición y control.

3. Guía de usuario y programación

NanoSUM es un dispositivo de adquisición de medidas procedentes de sensores con salida en serie en diferentes protocolos, o de sensores digitales. A continuación, las mediciones se procesan y almacenan en un archivo circular, durante un periodo de tiempo limitado dictado por la frecuencia de almacenamiento, y se transmiten periódicamente a uno o varios servidores FTP a través de una conexión 4G en M1 o NB1 o, en ausencia de tales redes, en 2G. El dispositivo también puede funcionar como estación de alerta automática, gestionando el encaminamiento de mensajes de alerta de diferentes prioridades a destinatarios designados, en función de los datos adquiridos y de umbrales configurables. Los distintos aspectos de las funcionalidades son configurables tanto localmente, a través de la interfaz USB suministrada, como a distancia, mediante archivos en un servidor FTP o mensajes SMS de configuración.

Este capítulo describirá en detalle los diversos aspectos de la utilización y configuración de NanoSUM.

3.1 Aspectos generales

Toda la funcionalidad de NanoSUM está disponible gracias al archivo binario del programa operativo *anylog.bin* y a su archivo de configuración *config.ini*: en ausencia de uno solo de estos archivos, el dispositivo no puede funcionar. En lo sucesivo nos referiremos a *anylog.bin* como el archivo de programa o firmware; nos referiremos a *config.ini* como el archivo de configuración. El programa operativo aprovecha el potencial que ofrece el procesador con el que está equipado el módulo y, en particular, la posibilidad de subdividir las operaciones elementales en varias *tareas* separadas, *tareas* dentro del sistema operativo, que se ejecutan de forma competitiva. En concreto, el programa se desarrolla en cuatro tareas distintas que compiten entre sí:

- **Tarea principal**

La tarea principal, como su nombre indica, es la tarea fundamental del programa operativo de la que depende la funcionalidad central del sistema. Se ocupa de:

- Gestión de la alimentación de los sensores
- Gestión de la adquisición de las mediciones de los sensores y de su tratamiento estadístico
- Gestionar el almacenamiento de los datos adquiridos en ficheros de archivo circulares
- Gestionar los estados de alarma y sus informes
- Preparar los nuevos datos almacenados para su transmisión

- **Servicios de tareas**

La tarea de servicios es una tarea auxiliar fundamental que se ocupa de:

- Gestión de las inicializaciones del sistema
- Gestión de actualizaciones de programas y archivos de configuración
- Gestionar la sincronización de fecha y hora
- Gestionar las copias de seguridad de los datos de archivo⁶
- Gestión del funcionamiento a bajo consumo

⁶ Si está configurado.

- **Tarea FTP**

La tarea FTP gestiona todos aquellos aspectos relacionados con la posibilidad de conectarse espontáneamente a uno o varios servidores FTP y posibilita las siguientes operaciones:

- Gestión de la carga de datos en los servidores FTP configurados
- Gestión de la descarga de nuevas versiones de firmware (anylog.bin) y notificación a la tarea de servicios para finalizar la actualización del firmware.
- Gestión de la descarga de nuevas versiones del archivo de configuración (config.ini) y notificación a la tarea de servicios para finalizar la actualización de la configuración.
- Gestión de descarga de archivos de ejecución de comandos, ejecución de comandos, carga de respuestas⁷
- Gestión de la carga de archivos de registro del sistema

- **Tarea SMS**

La tarea SMS gestiona el intercambio de mensajes SMS entre NanoSUM y cualquier terminal remoto. En particular, NanoSUM puede recibir comandos vía SMS o enviar notificaciones de alarma vía SMS. Trataremos estos aspectos en detalle más adelante en el texto.

Un aspecto único de NanoSUM es la posibilidad de funcionar en dos modos distintos, según un equilibrio entre consumo y rendimiento:

- **Funcionamiento activo**

Se trata del funcionamiento normal del registrador de datos en el que el dispositivo está a plena potencia aunque, gracias a la gestión dinámica de las frecuencias internas, consigue alcanzar un consumo muy bajo. En este modo de funcionamiento, el módulo puede ser empujado a tiempos de adquisición muy bajos con la máxima potencia de cálculo disponible⁸.

- **Operación de apagado**

Este método de funcionamiento es adecuado para las adquisiciones esporádicas a lo largo del tiempo: entre una fecha límite y la siguiente, el sistema apaga completamente el núcleo principal y los periféricos conectados a él, manteniendo activo únicamente el núcleo secundario. Esta estrategia reduce aún más el consumo. Para poder utilizar el apagado, el plazo más corto debe ser superior a 120 segundos. Se darán más detalles sobre este modo de funcionamiento en la sección dedicada.

⁷ Consulte la sección *Transmisión, envío FTP y funciones FTP avanzadas*.

⁸ En teoría, se podría lograr una adquisición cada segundo. Sin embargo, este tiempo está limitado por los retardos de comunicación en la cadena de sensores en serie, lo que limita por tanto el rendimiento real.

3.2 Sensores y mediciones

La función principal de NanoSUM es adquirir medidas de los sensores conectados a él de forma regular y cadenciada. Los sensores se tratan como entidades lógicas compuestas de medidas: cada sensor debe estar asociado al menos a una medida, y un mismo sensor puede estar compuesto de varias medidas, con ciertas limitaciones que se tratarán con más detalle en el capítulo dedicado a la configuración de los instrumentos. Aquí se describirán los aspectos de cadencia y sincronización y los distintos tipos de sensores que pueden adquirirse.

3.2.1 Cadencias en estado normal de funcionamiento

En un estado de funcionamiento normal, o cuando las alarmas están desactivadas, la adquisición, el tratamiento, el almacenamiento y la transmisión de los datos de medición tienen lugar a intervalos preestablecidos y configurables. En concreto, deben definirse tres cadencias diferentes:

- **Cadencia de adquisición [s]**

Identifica cada cuántos segundos el ciclo de trabajo adquirirá las medidas de los distintos sensores configurados y realizará progresivamente el procesamiento necesario.

- **Cadencia de almacenamiento [s]**

Identifica cada cuántos segundos el ciclo de trabajo finalizará el procesamiento y almacenará las mediciones procesadas de los distintos sensores configurados.

- **Cadencia de transmisión [s]**

Identifica cada cuántos segundos el ciclo de trabajo obtendrá nuevos datos almacenados y los preparará para su transmisión por la tarea FTP independiente.

Estas tres cadencias a su vez pueden ser cadencias globales o cadencias detalladas:

- **Cadencias globales**

Las cadencias globales se especifican con un parámetro global en el fichero de configuración y se aplican, en ausencia de cadencias detalladas, a todos los sensores configurados. Sin embargo, la definición de estas cadencias es obligatoria aunque se definan cadencias detalladas.

- **Cadencias particulares**

En caso necesario, puede configurarse una velocidad de adquisición y una velocidad de almacenamiento determinadas para cada sensor; la velocidad de transmisión, en cambio, sigue siendo global.

Esta flexibilidad permite crear configuraciones incluso muy complejas y variadas. El hecho, pues, de que la definición de un sensor sea una entidad abstracta compuesta por una o varias medidas, permite desligar cadencias incluso dentro de un mismo sensor físico. Tomemos, por ejemplo, un sensor combinado de temperatura y humedad para el que deseamos tener una medida de temperatura cada minuto y una medida de humedad cada 10 minutos. Basta con configurar dos sensores lógicos que hagan referencia al mismo sensor físico. En el sensor lógico de temperatura, el tiempo de adquisición puede detallarse a un minuto; en el sensor lógico de humedad, el tiempo de adquisición puede detallarse a 10 minutos.

Se dedicará una sección entera al funcionamiento de NanoSUM como unidad automática de alerta y gestión de alarmas. En la siguiente sección, sin embargo, nos limitaremos a describir cómo un estado de alarma puede alterar las cadencias.

3.2.2 Cadencias en estado de alarma

Cuando la gestión de alarmas está activada, el programa asocia un estado al datalogger como resultado de comparar el estado de alarma de los distintos sensores: el estado del datalogger es el más grave de todos los sensores en alarma. Son posibles tres estados de alarma diferentes de gravedad creciente:

- Estado de atención o alerta amarilla
- Estado de prealerta o alerta naranja
- Estado de alerta o alerta roja

Si la gestión de alarmas está activada, deben definirse cadencias globales para cada uno de estos estados. De hecho, NanoSUM puede ajustar las cadencias en función del tipo de alarma, por ejemplo haciéndolas más frecuentes en los estados más graves. Al igual que en el estado de funcionamiento normal, es posible definir cadencias detalladas en los tres estados alterados de atención, prealerta y alarma. En ausencia de cadencias detalladas, el cambio de cadencia se produce con las cadencias globales.

3.2.3 Tipos de sensores que pueden adquirirse

Es posible conectar sensores de los siguientes tipos a NanoSUM:

- Sensores serie, RS - 485⁹, RS - 232¹⁰ o RS - 422⁹ en protocolo MODBUS en COM1 y COM2
- Sensores en protocolo SDI - 12 en COM3
- Sensores digitales (contactos, señales de frecuencia, impulsos, etc.) en los terminales de entrada digital

Además, existen mediciones de diagnóstico interno que pueden verse como un único sensor local o como varios sensores locales, en función de los requisitos de configuración.

3.2.3.1 Sensores MODBUS

NanoSUM es compatible con el estándar MODBUS para la lectura de las medidas de los sensores. Las funciones implementadas son:

- 1: leer bobinas
- 2: leer entradas discretas
- 3: leer registros de retención
- 4: leer registros de entrada

Los tipos de datos admitidos son: booleano, entero de 16 bits, flotante, flotante "intercambiado", entero de 32 bits, entero "intercambiado" de 32 bits. Los tipos de datos "intercambiados" definidos en la norma se invierten en el flujo de datos en comparación con los datos "normales".

En concreto, indicando los bytes individuales de un dato de 32 bits con las letras A, B, C y D:

- Los datos flotantes se representan mediante la secuencia ABCD

⁹ Si se conectan dos o más sensores en el mismo RS - 485 o RS - 422, hay que tener cuidado de que tengan direcciones diferentes.

¹⁰ En la conexión RS - 232 sólo se permite un sensor por interfaz.

- Los datos flotantes intercambiados se representan mediante la secuencia CDAB
- Los datos enteros de 32 bits se representan mediante la secuencia ABCD
- Los datos enteros intercambiados de 32 bits se representan mediante la secuencia CDAB

Las funciones MODBUS estándar permiten adquirir un número de registros consecutivos. Por lo tanto, si un sensor físico MODBUS tiene mediciones en registros no consecutivos, deben definirse dos o más sensores lógicos, referidos al mismo sensor físico, para adquirir las mediciones correctamente.

Un sensor MODBUS en NanoSUM se caracteriza por los siguientes parámetros:

- Nombre: cualquier etiqueta de hasta 32 caracteres
- Dirección MODBUS: la dirección del sensor
- Puerto de comunicación: COM1 o COM2
- Velocidad en baudios: seleccionable entre 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200¹¹ bps
- Otras características: sin comprobación de paridad, 8 bits de datos y 1 bit de parada
- Función de adquisición
- Dirección inicial
- Número de registros consecutivos desde la dirección inicial
- Tiempo de espera de la respuesta, en milisegundos. Hay tres intentos de comunicación, cada uno con el tiempo de espera especificado.

Cada medición de un sensor MODBUS se caracteriza por:

- Identificador numérico
- Nombre: cualquier etiqueta con un máximo de 20 caracteres
- Registro: dirección MODBUS del registro de origen de los datos de medida
- Tipo de datos de medición
- Número de decimales para el redondeo

¹¹ COM sólo en RS - 232

3.2.3.2 Sensores SDI - 12

NanoSUM soporta algunas funciones de adquisición del estándar SDI - 12 para la lectura de medidas de sensores en este protocolo en una interfaz de comunicación COM3 dedicada. Las funciones implementadas son:

- Orden de ejecución de la medida: M, M1, ..., M9
- Comando de ejecución de medidas concurrentes: C, C1, ..., C9
- Comando de solicitud de datos: D0, ..., D9

Consulte la norma SDI - 12 para conocer los detalles de funcionamiento de estos comandos. En cambio, es útil describir aquí cómo se realiza la adquisición de uno o varios sensores SDI - 12 en COM3. En primer lugar, sin embargo, cabe señalar que un sensor SDI - 12 en NanoSUM se caracteriza por los siguientes parámetros:

- Nombre: cualquier etiqueta de hasta 32 caracteres
- Dirección SDI - 12: la dirección del sensor
- Orden de ejecución de la medida (M, M1, ..., M9, C, C1, ..., C9)
- Tiempo de espera de la respuesta, en milisegundos. Hay tres intentos de comunicación, cada uno con el tiempo de espera especificado.

Cada medición de un sensor SDI - 12 se caracteriza por:

- Identificador numérico
- Nombre: cualquier etiqueta con un máximo de 20 caracteres
- Orden de solicitud de medición (D0, ..., D9)
- Posición de los datos, empezando por la posición número 1
- Número de decimales para el redondeo

Suponga ahora que tiene un sensor SDI - 12 conectado a COM3 y que el registrador de datos está configurado con los comandos M para la ejecución de la medida y D0 para la petición de datos. Asuma también que el sensor responde a M indicando que la respuesta estará lista después de 3 segundos. El flujo NanoSUM en la fecha límite de adquisición será:

- M e interpretación de la respuesta. Extracción del número de medidas y extracción del retardo que, en el ejemplo, es de tres segundos.
- Espera de retardo (tres segundos en el ejemplo).
- Comando D0 y recuperación de las medidas configuradas.

Los comandos concurrentes C (C, ..., C9) se tratan de la misma forma que los comandos M (M, ..., M9). Si hubiera otro sensor SDI - 12 configurado, necesariamente con una dirección diferente del primero, sólo se adquiriría al final del primero. Los retardos de los sensores SDI - 12 son de bloqueo, por lo que hay que tenerlo en cuenta en el diseño de la estación.

3.2.3.3 Sensores digitales

NanoSUM puede adquirir hasta dos sensores con contacto conmutado o salida digital de onda cuadrada para mediciones de frecuencia, recuento de conmutación y periodo de tiempo.

Un sensor de tipo digital se caracteriza por los siguientes parámetros:

- Nombre: cualquier etiqueta de hasta 32 caracteres
- Tiempo de espera de la respuesta, en milisegundos. Hay tres intentos de comunicación, cada uno con el tiempo de espera especificado.

Cada medición de un sensor de tipo digital se caracteriza por:

- Identificador numérico
- Nombre: cualquier etiqueta con un máximo de 20 caracteres
- Dirección física del canal digital en el bloque de terminales
- Tipo de datos de medición que pueden ser:
 - Frecuencia
 - Estado lógico [0, 1]
 - Recuento acumulado (número de cierres de un contacto o frentes descendentes de una onda cuadrada)
 - Temporizador de cierre de contacto: recuento de segundos, entre adquisiciones, en los que un contacto está cerrado.
 - Tiempo instantáneo de cierre de un contacto. Es similar al anterior: si en la adquisición un contacto está cerrado, acumula en la medida un tiempo igual al tiempo de adquisición actual
- Número de decimales para el redondeo

3.2.3.4 Sensores locales

NanoSUM proporciona mediciones de diagnóstico internas que pueden configurarse como sensores locales. En concreto, un sensor local se caracteriza por los siguientes parámetros:

- Nombre: cualquier etiqueta de hasta 32 caracteres
- Tiempo de espera de la respuesta, en milisegundos. Hay tres intentos de comunicación, cada uno con el tiempo de espera especificado.

Cada medición de un sensor de tipo local se caracteriza por:

- Identificador numérico
- Nombre: cualquier etiqueta con un máximo de 20 caracteres
- Dirección física del canal local que permite seleccionar una de las siguientes cantidades:
 - Tensión de alimentación en V
 - Nivel de calidad de la señal de radio recibida en dBm (RSSI)
 - Temperatura interior en °C
 - Humedad relativa del circuito impreso en %.

- Tensión del panel solar en V
- Número de decimales para el redondeo

3.2.4 Características comunes de las medidas

Algunas características de medida configurables son transversales al tipo de sensor. En particular, como se verá en detalle en el capítulo de configuración, es posible especificar:

- Una fórmula de corrección polinómica hasta el tercer grado
- Otra compensación sobre la medida
- Una validación de los mínimos y máximos físicos de la medición
- Filtros de procesamiento para seleccionar los tipos de procesamiento que se realizarán en los datos recogidos entre los almacenamientos.
- Codificación detallada y carta de identificación para el tratamiento
- Posibilidad de especificar un identificador de medida diferente para cada tipo de tratamiento en lugar de por medida individual.
- Definición de cadencias detalladas de adquisición y memorización
- Activación de la gestión de alarmas y definición de umbrales de medición

Volveremos sobre estos aspectos más adelante.

3.3 Adquisiciones

Las adquisiciones de las medidas de los sensores son siempre secuenciales: los sensores con el índice más bajo en la configuración se adquieren primero. El plazo de adquisición está sincronizado con el reloj del sistema; por ejemplo, si hay que adquirir un sensor cada minuto, la adquisición comenzará en el segundo 0 de cada minuto. En cambio, si hay que adquirir cada 20 segundos, se iniciará en los segundos 0, 20 y 40 de cada minuto. Una adquisición cada 3 minutos tendrá lugar en los minutos 0, 3, 6, 9, 12, 15 ..., 51, 54, 57 de cada hora. La sincronización sigue siendo operativa aunque se configuren sensores con cadencias diferentes. Cada inicio de adquisición se sincronizará correctamente.

Para que el proceso de adquisición sea más robusto y fiable, se implementa la repetición de triple llamada: se intenta llamar al sensor hasta un máximo de tres veces consecutivas separadas por un tiempo de espera configurable.

3.3.1 Estrategias de alimentación de los sensores

En todos aquellos casos en los que se deba prestar especial atención al consumo, se ofrece la posibilidad de gestionar las alimentaciones de los sensores para que éstos permanezcan normalmente apagados y se activen un determinado número de segundos antes (parámetro configurable) de la velocidad de adquisición. Las alimentaciones conmutables son 12V_{OUT} , BAT_{OUT} , DO1 y DO2. Existen, por tanto, cuatro líneas independientes con las que gestionar la adquisición de bajo consumo.

3.4 Tratamiento de datos

Las mediciones adquiridas se someten a diversos procesos, algunos instantáneos, destinados a corregir o normalizar los datos, otros estadísticos y progresivos, con vistas a almacenar los valores estadísticos de los datos.

3.4.1 Tratamiento instantáneo

Los procesos instantáneos son operaciones sobre el valor instantáneo adquirido de una medición, útiles para aplicar curvas de corrección o compensaciones de medición. Los procesos se realizan sucesivamente y son:

1. Fórmula de corrección polinómica

Es posible especificar un polinomio hasta el tercer grado de la forma $y = a \cdot x^3 + b \cdot x^2 + c \cdot x + d$ donde x se refiere a los datos instantáneos actuales e y es el resultado del procesamiento. Consideremos, por ejemplo, un anemómetro con salida de frecuencia natural cuyo fabricante proporciona una curva de corrección para obtener la medición en m/s a partir de los Hz medidos. Esta curva puede y debe especificarse como un polinomio de corrección.

2. Desplazamiento

Es posible especificar un offset de corrección que se añade al resultado de la corrección polinómica anterior si existe, o al datum instantáneo en ausencia de corrección polinómica, que podemos resumir en la fórmula $z = y + o$. Consideremos, por ejemplo, un sensor ultrasónico de nivel de nieve que mide una cota residual de 30 cm en ausencia de nieve. Es posible utilizar el desplazamiento para poner a cero fácilmente la medición.

3. Validación

Por último, es posible especificar límites físicos de validación mínimos y máximos para cada medición: si supera los límites, se descarta. Esto es posterior a la aplicación del polinomio y el offset, si se han configurado. Considere, por ejemplo, un sensor de humedad relativa; puede especificar límites de validación de, por ejemplo, -1% y 101% para garantizar que los datos válidos se encuentren siempre en el intervalo físicamente correcto.

Todos estos procesos son opcionales y deben habilitarse y configurarse. Por lo tanto, puede haber casos en los que no se habilite ninguno o quizás sólo la compensación o sólo la validación. NanoSUM ofrece total libertad en este sentido. Si se configura todo el procesado instantáneo, siempre hay que tener en cuenta que primero se realizará la corrección polinómica, a cuyo resultado se le añadirá el offset, y sólo sobre este dato final se realizará la validación.

3.4.2 Tratamiento estadístico

Las elaboraciones estadísticas son elaboraciones progresivas que tienen como entrada los resultados de las elaboraciones instantáneas y como salida las medias estadísticas progresivas de estos datos entre cada almacenamiento. Típicamente, la cadencia entre almacenamientos suele ser un múltiplo de las cadencias de adquisición, de modo que entre cada almacenamiento se crea una muestra estadística de mediciones que puede procesarse para derivar distintos parámetros:

- El valor medio
- El valor mínimo
- El valor máximo

- La desviación típica
- El minuto al que se refiere el mínimo
- El minuto hasta el que el máximo

Cuando los datos instantáneos son magnitudes trigonométricas, como es el caso de la dirección del viento, por ejemplo, es posible especificar que el tratamiento estadístico también sea trigonométrico.

Cuando los datos instantáneos son de cantidades de acumulación, como ocurre por ejemplo con las precipitaciones acumuladas, es posible especificar un tipo especial de tratamiento en el que los datos medios se sustituyen por los datos de acumulación.

3.5 Almacenamiento principal y de reserva

Cuando expira el intervalo de almacenamiento, el programa finaliza los promedios progresivos y almacena los datos en un fichero de archivo circular interno. Este fichero se rellena hasta que se alcanza la capacidad máxima, tras lo cual los nuevos datos ocupan el lugar de los más antiguos en una estructura de tipo FIFO. Es posible almacenar:

- El valor instantáneo de la última medición
- El valor medio poblacional de las mediciones instantáneas
- El valor mínimo de la población de mediciones instantáneas
- El valor máximo de la población de mediciones instantáneas
- La desviación típica de la población de mediciones instantáneas
- El minuto al que se refiere el mínimo
- El minuto hasta el que el máximo

El archivo es un conjunto de registros de datos en formato ASCII plano denominado ruta de registro dinámico SIAP+MICROS. Los detalles interpretativos del registro figuran en el apéndice. Por el momento, se subraya que normalmente:

- Cada tratamiento tiene el mismo identificador numérico que la medida a la que se refiere
- Cada tratamiento está marcado con una letra única que determina su tipo: por ejemplo, "A" para instantáneo, "B" para medio, "C" para mínimo, "D" para máximo, etc.¹².

Para aumentar la flexibilidad y la compatibilidad con una amplia variedad de sistemas SCADA, NanoSUM ofrece la posibilidad de

- Personalice el identificador numérico de cada tratamiento desvinculándolo del identificador de la medida
- Personalización de la carta de codificación distintiva

El fichero de archivo circular se denomina *dataRecord.dat* en la ruta *mod/Archive* y tiene un tamaño máximo configurable de hasta 4MB, con un valor por defecto de 2MB. El tamaño mínimo permitido es de 100 KB.

¹² Más detalles en el apéndice.

Es posible habilitar una copia de seguridad de los datos en una unidad de almacenamiento externa con tarjeta μ SD. En este caso, el registro dinámico SIAP+MICROS se almacena en archivos diarios con el nombre *aaaammgg.dat* en carpetas mensuales con el nombre *aaaamm*. En estos nombres *aaaa* es el año de cuatro dígitos, *mm* el mes de dos dígitos, *dd* el día de dos dígitos.

3.6 Transmisión, envío FTP y funciones FTP avanzadas

En la fecha límite de transmisión, la tarea principal prepara los datos almacenados en el archivo para su transmisión. Sólo se preparan para la transmisión los datos que aún no se han transmitido, es decir, los datos acumulados entre la última transmisión con éxito al servidor FTP y la actual. El proceso de preparación consiste en copiar los nuevos datos en carpetas predeterminadas, una por cada servidor FTP configurado, para que la tarea FTP pueda recuperarlos de forma concurrente y segura con respecto a las operaciones del ciclo principal.

Se pueden configurar hasta 20 sitios FTP diferentes para la entrega de datos, y al menos uno de ellos debe estar configurado. El programa de explotación utiliza carpetas distintas para cada servidor FTP configurado; estas carpetas tienen el prefijo FTP seguido de un número progresivo que identifica al servidor correspondiente, por ejemplo FTP0, FTP1, etc.¹³. Cada servidor mantiene su independencia de los demás en lo que respecta a las operaciones de transmisión. Esta estrategia permite disponer siempre de datos actualizados en todos los servidores configurados y compensar los posibles apagones de algunos servidores sin afectar a los demás. Cada minuto, la tarea FTP comprueba todas las carpetas de envío en busca de nuevos datos que transferir. Si hay datos, la tarea los transfiere:

- Se establece una conexión con el servidor FTP.
- Se comprueba en el servidor que las rutas necesarias para los datos y la gestión remota del datalogger¹⁴ están correctamente presentes, y si no es así, se crean todos los recursos necesarios¹⁵.
- El archivo se carga en el servidor con una extensión temporal.
- Se comprueba que el proceso se ha realizado correctamente.
- Si el proceso tiene éxito, el archivo en el servidor se renombra con la extensión .DAT y se elimina el archivo temporal local dentro de la carpeta FTP<X>.
- Si el proceso no tiene éxito, habrá otro intento de transmisión en el minuto siguiente y el archivo temporal permanecerá en la carpeta FTP<X>, que no se rellenará con nuevos datos hasta que se pueda transferir el actual.
- Antes de desconectarse, se comprueba si hay actualizaciones o comandos en el servidor.

En particular:

- Las nuevas versiones de firmware se comprueban para
- Se comprueba una nueva configuración

¹³ Para más información, consulte el apartado de configuración.

¹⁴ Ver funciones avanzadas de FTP

¹⁵ La cuenta del servidor debe tener permisos de lectura, escritura y creación.

- Se comprueba un archivo de comandos

Los detalles de estas funcionalidades avanzadas se describirán en la sección dedicada.

- Te desconectas del servidor.

Los archivos del servidor se cargan normalmente en forma de ruta dinámica SIAP+MICROS. Alternativamente, una clave de configuración permite cargar los datos en una ruta ASCII simplificada alternativa. Consulte el apéndice para obtener una descripción de las dos rutas.

El tamaño máximo del fichero de datos en las carpetas de envío es configurable y tiene un valor máximo de 64kB, que es también el valor por defecto, y un tamaño mínimo de 5kB.

Es posible habilitar una funcionalidad de vigilancia en el envío de datos que monitoriza la funcionalidad de envío FTP a lo largo del tiempo. Si, por alguna razón, los datos no se pueden enviar durante más tiempo que el intervalo de vigilancia configurado por el usuario, todo el NanoSUM se reinicia físicamente con un procedimiento completo de apagado, retardo y encendido limpio.

Como se ha mencionado, a menos que se especifique lo contrario, cada sitio FTP configurado está habilitado para realizar funcionalidades avanzadas como la actualización remota de firmware y configuración o la ejecución de comandos. No obstante, en la configuración es posible deshabilitar el soporte para dichas funcionalidades.

3.6.1 Funciones avanzadas: actualización del firmware

Es posible actualizar el programa operativo anylog.bin de forma remota a través de FTP. Esto requerirá:

- Cambia el nombre del binario del nuevo firmware a **anylog.new**.
- Crea un archivo de control **anylog.md5** que contenga el código hash MD5 de anylog.new representado con 32 dígitos hexadecimales.
- Sube los dos archivos **anylog.new** y **anylog.md5** a la **ruta** del servidor remoto **CONFIG/ST0<id>**, donde <id> es el identificador de NanoSUM.

La tarea FTP, en cada conexión, comprueba la ruta remota CONFIG/ST0<id> en busca del archivo binario anylog.new y su archivo de control MD5, anylog.md5. Si no se encuentran ambos archivos, se abortará el proceso de descarga. Si ambos archivos están presentes, se descargarán al módulo y también se guardará un archivo que contiene el índice del sitio FTP del que se tomó el firmware y los parámetros de conexión para validar el firmware en sí. La tarea borra el archivo remoto anylog.new pero deja el archivo anylog.md5 en el servidor para su posterior comprobación.

En este punto, la tarea de servicios se encargará de finalizar la actualización. En concreto, una vez verificada la corrección del código de control, reiniciará el módulo para el arranque del nuevo firmware. Tras el reinicio, se realizará una comprobación interna del funcionamiento que incluirá, entre otras cosas, una conexión de prueba al servidor desde el que se descargó el firmware para eliminar el archivo remoto anylog.md5 restante. NanoSUM intentará la operación cada minuto durante un máximo de 15 minutos.

Si todas las operaciones de control se realizan correctamente, el firmware se valida y se actualiza de forma permanente, y los dos archivos cargados se habrán eliminado en el servidor.

Si al menos una de las operaciones falla, NanoSUM realiza un roll back a la versión anterior del firmware para asegurarse de que sigue funcionando en caso de errores de carga o bugs críticos en el nuevo programa. Esto se puede comprobar por el hecho de que el archivo anylog.md5 sigue presente en el servidor después de más de 15 minutos y no se borra.

La funcionalidad descrita puede implementarse en cualquier servidor dotado de funciones avanzadas y resulta muy práctica para la gestión remota del registrador de datos.

3.6.2 Funciones avanzadas: actualización de la configuración

Es posible actualizar la configuración del programa operativo config.ini de forma remota a través de FTP. Para ello, será necesario:

- Cambie el nombre del nuevo archivo de configuración a **config.new**.
- Cargue el archivo **config.new** en la ruta del servidor remoto **CONFIG/ST0<id>**, donde <id> es el identificador de NanoSUM.

La tarea FTP, en cada conexión, comprueba la ruta remota CONFIG/ST0<id> en busca del archivo config.new. Si está presente, se descargará en el módulo y se borrará su versión remota. A continuación, se reiniciará el módulo para completar la actualización de la configuración.

Al reiniciar, se realizan pruebas de diagnóstico internas para evaluar la nueva configuración. Si una de ellas falla, el módulo recupera la configuración anterior. Si tiene éxito, la configuración se carga como copia de seguridad en todos los servidores configurados en el archivo **config.bck**.

La funcionalidad descrita puede implementarse en cualquier servidor dotado de funciones avanzadas y resulta muy práctica para la gestión remota del registrador de datos.

3.6.3 Funcionalidad avanzada: comandos a través de FTP

Es posible enviar comandos de forma remota a NanoSUM introduciéndolos como líneas individuales de un archivo **commands.txt** en la ruta del servidor remoto **CONFIG/ST0<id>**, donde <id> es el identificador de NanoSUM. Cada línea representa un comando que será ejecutado por el datalogger y el resultado de la ejecución se escribirá en un archivo **performed.txt** que se subirá al servidor. En cambio, el archivo commands.txt se borrará del servidor.

Los comandos que requieren un reinicio del módulo se ejecutan sólo después de que se hayan completado todas las operaciones programadas en los servidores FTP; NanoSUM completará entonces las distintas cargas de datos antes del reinicio.

Los comandos no distinguen entre mayúsculas y minúsculas, por lo que también pueden escribirse en minúsculas. No obstante, hay que tener especial cuidado en respetar los espacios de separación. Sólo debe colocarse un espacio entre las palabras de un comando, así como entre el comando y los parámetros siguientes.

Todos los comandos FTP también están disponibles a través de SMS, como se verá en la siguiente sección.

La tabla de la página siguiente muestra los comandos compatibles.

Comando	Significado
FW	Versión del programa operativo necesaria.
GET FW	Como antes.
CONSTRUIR	Fecha de construcción solicitada del programa operativo.
GET SW	Solicita la versión de software del módulo.
OBTENER IMEI	Solicitud de IMEI del módulo.
GET ICCID	Solicitud SIM ICCID.
GET MEM	Solicitud de la cantidad de memoria de programa ocupada y total.
GET FS	Devuelve la lista de archivos y carpetas del directorio raíz con bytes aún disponibles.
TW	Reinicio del hardware con la alimentación desconectada. Este comando se ejecuta en la cola de todos los demás porque implica reiniciar el módulo.
RESET	Reinicio del software sin cortar la alimentación. Este comando se ejecuta al final de todos los demás comandos porque implica reiniciar el programa de funcionamiento.
REINICIAR	Como antes.
CLK	Lectura del reloj del sistema.
IM <n> <inicio>	Lectura de <n> medidas instantáneas consecutivas comenzando en el índice <start>. Las medidas se indexan secuencialmente: la primera que se escriba en el fichero de configuración tendrá índice 1 y las siguientes un índice incremental.
ESTADO ÚLTIMO	Lectura de todos los datos instantáneos, incluida la fecha a la que se refieren las mediciones.
ESTADO DELTAT [<i>].	Lectura de los tiempos globales de adquisición, almacenamiento y transmisión en el estado operativo actual. Si el índice <i> está presente, se devuelven los tiempos del índice <i>. Tenga cuidado de colocar un espacio entre STATUS y DELTAT y un espacio entre DELTAT y el índice <i>.
ESTADO DELTATN [<i>].	Lectura de tiempos globales de adquisición, almacenamiento y transmisión en estado normal de funcionamiento. Si el índice <i> está presente, se devuelven los tiempos del índice <i>. Tenga cuidado de colocar un espacio entre STATUS y DELTATN y un espacio entre DELTATN y el índice <i>.
ESTADO DELTATW [<i>].	Lectura de los tiempos globales de adquisición, almacenamiento y transmisión en el estado operativo de atención. Si el índice <i> está presente, se devuelven los tiempos del índice <i>. Tenga cuidado de colocar un espacio entre STATUS y DELTATW y un espacio entre DELTATW y el índice <i>.

Comando	Significado
ESTADO DELTATP [<i>].	Lectura de tiempos globales de adquisición, almacenamiento y transmisión en estado operativo de prealarma. Si el índice <i> está presente, se devuelven los tiempos del índice <i>. Tenga cuidado de colocar un espacio entre STATUS y DELTATP y un espacio entre DELTATP y el índice <i>.
DELTATE STATUS [<i>].	Lectura de los tiempos globales de adquisición, almacenamiento y transmisión en el estado de funcionamiento de alarma. Si el índice <i> está presente, se devuelven los tiempos del índice <i>. Tenga cuidado de colocar un espacio entre STATUS y DELTATA y un espacio entre DELTATA y el índice <i>.
GET CONFIG <clave>	Leer clave de configuración. Si se omite <clave>, el comando se descarta.
GET FILAS <n> <inicio>	Lee <n> claves de configuración desde el número de línea <inicio>. La primera línea de la configuración corresponde al índice 1. Si se omiten <start> y <n> devuelve el número total de líneas del fichero de configuración.
ENVIAR CONFIG	Solicitud de envío del archivo de copia de seguridad de configuración config.bck a todos los sitios FTP habilitados con funcionalidad avanzada.
ESTADO DEL ARCHIVO	Solicitud de ocupación de archivo.
ELIMINAR ARCHIVO	Eliminación del fichero de archivo.
!PR 0 <yyyy> <mm> <dd> <hh> <nn> <ss>	Reposicionamiento de cargas FTP. Este es un comando para forzar la carga de datos de archivo que ya han sido cargados. Debe especificarse una fecha con <aaaa> los 4 dígitos del año, <mm> los 2 dígitos del mes, <dd> los 2 dígitos del día, <hh> los 2 dígitos de la hora, <nn> los 2 dígitos de los minutos, <ss> los 2 dígitos de los segundos. El programa se reajustará a la fecha más próxima del archivo.
GET LOG	El programa de operación almacena diariamente archivos LOG en caso de errores o eventos especiales. El comando carga todos los archivos LOG en la carpeta de servicio de la estación (CONFIG/ST0<id>) de cada servidor configurado y habilitado para la funcionalidad avanzada.
REGISTRO DE ESTADO	Devuelve la lista de archivos LOG en la carpeta LOG de NanoSUM.
DELETE LOG [<nombre>]]	Borrado del archivo LOG denominado <nombre>. Si se omite <nombre>, se borran todos los archivos.
DESACTIVAR SHDN [<min>].	Desactiva el apagado (funcionamiento a bajo consumo) durante <min> minutos. $1 \leq \text{min} \leq 1440$.
SINCRONISMO NTP	Fuerza la sincronización del reloj del sistema con servidores NTP.
GET DIAG	Lee los parámetros de diagnóstico de voltaje de la batería [V], calidad de la señal de radio RSSI [dBm], temperatura interna [°C] y humedad [%], voltaje del panel solar [V] si está presente.

Comando	Significado
OBTENER MEDIDAS	Realiza todas las mediciones configuradas. Los resultados de la operación no entran en los promedios.
IR A DIAG	El comando reinicia el módulo en modo de funcionamiento de diagnóstico durante un máximo de cuatro horas o hasta un comando para volver al modo normal.
IR NORM	El comando reinicia el módulo en modo de funcionamiento normal.
GET OPER	El comando devuelve el modo de funcionamiento entre normal o diagnóstico.
SMS A <num_cel>	Envía un SMS de bienvenida al número de teléfono <cel_num> que debe empezar siempre por el + del prefijo del país. Por ejemplo SMS TO +390123456789 envía un mensaje de bienvenida al número italiano (+39) 0123456789.
OBTENER LA LISTA	Devuelve la lista de comandos posibles.

Un ejemplo de archivo comandos.txt podría ser el siguiente.

```
GET FW
GET MEM
GET FS
CLK
ESTADO ÚLTIMO
```

Un ejemplo de respuesta es el siguiente.

```
*****
GET FW
Versión de firmware 1.0.3 - FW STM32 RC 1.0.0
*****

*****
GET MEM
Memoria de programa 135,2 kB; Memoria total disponible 4147,9 kB
*****

*****
GET FS
.
..
Archivo
FTP0
FTP1
REGISTRO
cualquierlog.bin
appcfg.ini
comandos.txt
config.ini
realizado.txt
Tamaño libre: 4120576
```

CLK

Hora: 2022/03/26 - 15:41:04 - TZ 4 - DST 0

ESTADO ÚLTIMO

ST01 15:41:04 26/03/2022

ID1 Vbat(V) = 11,5

ID2 RSSI(dBm) = -51

ID3 Temp. Int.(gC) = 16,3

ID4 HR int.(%) = 68

ID5 Vps (V) = 17,5

3.7 Comandos SMS

Todos los comandos vistos en el párrafo anterior también se pueden transmitir a través de mensajes de texto SMS, un comando por mensaje. A los comandos anteriores se añaden dos comandos: uno permite modificar, crear o borrar claves de configuración individuales, el otro enviar comandos AT al módem interno.

Comando	Significado
CAMBIAR CONFIG <clave>=[<valor>]	Editar o eliminar clave de configuración. Si se omite <valor>, se borra la <clave>, si no, se modifica. Si <clave> no existe, se crea. El comando genera un reinicio inmediato del software. Es importante señalar que: <ul style="list-style-type: none"> Sólo debe haber un espacio entre CHANGE y CONFIG. Sólo debe haber un espacio entre CAMBIAR CONFIG y <tecla>. El separador entre <key> y <value> debe ser necesariamente el carácter '=' El comando puede escribirse en mayúsculas o minúsculas, sin embargo, <u>debe escribirse completo con sólo un espacio entre CHANGE y CONFIG y sólo un espacio entre comando y <key></u>. <clave> distingue entre mayúsculas y minúsculas, por lo que hay que tener especial cuidado en escribir correctamente el valor de la clave.
ATCOM [comando AT].	Ejecuta el comando AT único pasado como argumento y devuelve la respuesta.

Para que el intercambio de comandos por SMS sea más robusto y seguro, se introduce la posibilidad de configurar una contraseña de acceso¹⁶ de hasta 32 caracteres. Si no se define, se utiliza la contraseña por defecto "1234". En los comandos SMS, el comando debe introducirse como texto de mensaje precedido por la contraseña del módulo y un espacio de separación:

<contraseña><espacio><comando>

Por ejemplo, si la contraseña fuera "1234" y el comando ESTADO ÚLTIMO, el SMS debería escribir: 1234 ESTADO ÚLTIMO. Cuando el módulo recibe el mensaje, lo gestiona y responde vía SMS al remitente. En el caso de respuestas de más de 160 caracteres, NanoSUM envía todos los mensajes secuenciales necesarios para entregar la respuesta completa.

Dado que los operadores de red son responsables de la entrega de los mensajes SMS, no se garantiza ni la secuenciación de los mensajes, ni los plazos reales de entrega, ni la correcta entrega por parte de la red. Es decir, internamente, los comandos se gestionan del que llega primero al que llega último, pero este orden puede no coincidir con el orden de envío de los mensajes. Tampoco se garantiza que un mensaje SMS llegue o llegue en un intervalo de tiempo determinado. Dadas las inmanejables limitaciones expuestas, se recomienda encarecidamente el uso de comandos FTP, especialmente en modo diagnóstico.

¹⁶ Consulte el capítulo sobre la configuración del registrador de datos.

3.8 Gestión de la fecha y hora del sistema

La fecha y la hora del sistema son aspectos clave para todas las funciones de NanoSUM; sin una fecha y hora válidas, de hecho, no se podría asignar ninguna hora a los registros de la base de datos, lo que inutilizaría las adquisiciones. Por esta razón, el datalogger está equipado con dos relojes de fecha:

- **Sistema principal RTC**

Es el reloj real del sistema, que se mantiene periódicamente alineado y sincronizado. En caso de fecha no válida y de imposibilidad momentánea de sincronizar la hora mediante la red celular, utiliza el reloj de emergencia para la realineación horaria.

- **Emergencia secundaria RTC**

Se trata de un reloj que está constantemente alineado con el reloj principal, equipado con un supercápsula de cronometraje, y que actúa como reloj de reserva en los casos en que el reloj principal tiene problemas de sincronización.

El reloj del sistema siempre está ajustado a la hora estándar y el cambio automático al horario de verano está desactivado. Los husos horarios se gestionan con una resolución de 15 minutos con la posibilidad de fijar un desfase de hasta 48 cuartos de hora positivos (+12 horas) y 48 cuartos de hora negativos (-12 horas) con respecto a la hora UTC para cubrir todo el globo. La gestión de los cuartos de hora permite gestionar determinados países que adoptan estos desfases¹⁷ :

- Isla Lord Howe (Australia) UTC + 10:30h
- Broken Hill (Australia) UTC + 9:30 horas
- Eucla (Australia) UTC + 8:45 horas
- Islas Cocos (Australia), Myanmar UTC + 6:30 horas
- Nepal UTC + 5:45
- India, Sri Lanka UTC + 5:30
- Afganistán UTC + 4:30
- Irán UTC + 3:30
- Terranova (Canadá) UTC - 3:30
- Islas Marquesas UTC - 9:30 horas

En la página siguiente se muestra un mapa de los husos horarios del mundo, que pone mejor de manifiesto las ventajas de una gestión flexible basada en husos horarios de 15 minutos.

¹⁷ Esto no incluye la isla de Chatam (Nueva Zelanda) con UTC + 13:45

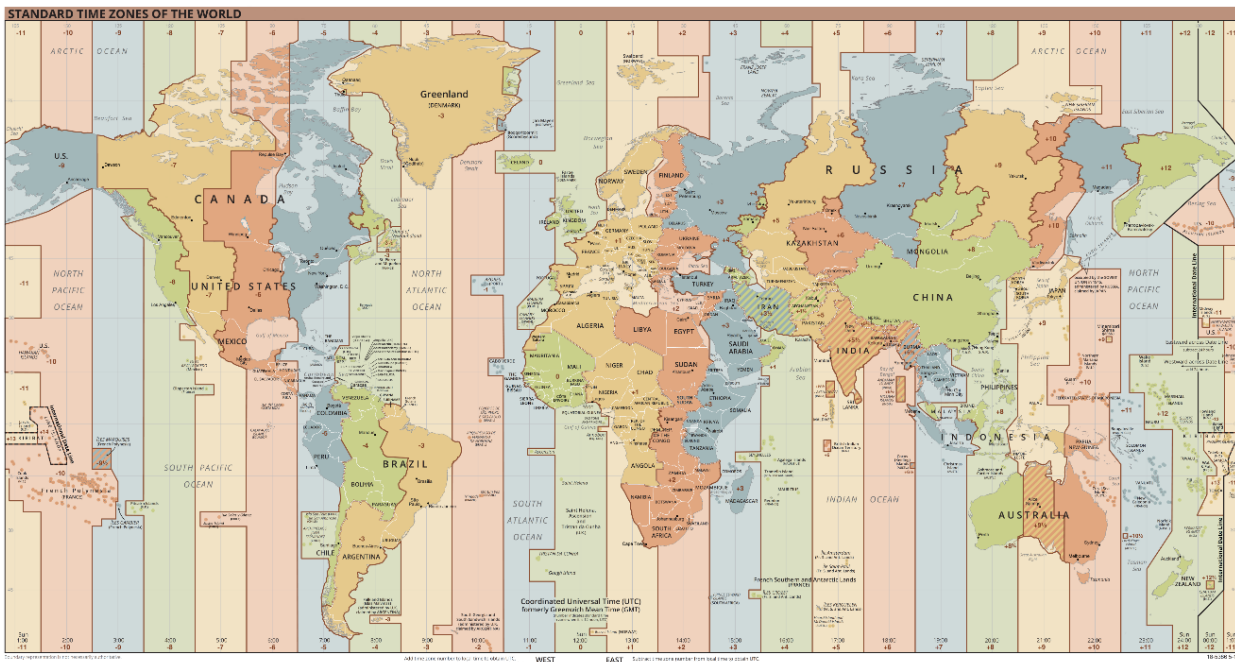


Figura 2Zonas horarias

La estrategia de sincronización horaria se desarrolla en tres niveles diferentes:

1. Sincronización mediante servidor NTP

Este es el modo privilegiado para la sincronización horaria: el módulo se conecta a un servidor NTP especificado en la configuración. Si el servidor no está presente en la configuración, NanoSUM utilizará el predeterminado **0.pool.ntp.org**. En caso de sincronización correcta, la hora se utiliza para sincronizar tanto el reloj principal como el reloj de emergencia. Si, por el contrario, la sincronización falla por algún motivo (sitio NTP no disponible, problemas de conexión, etc.), se pasa al segundo paso.

2. Sincronización horaria de la célula en la que está registrado el módem

Cuando se registra el módem, la célula suele proporcionar la hora y la fecha, que pueden diferir unos segundos de la hora exacta, pero siguen siendo utilizables y estables. Si la hora de la célula se lee correctamente, se utiliza para sincronizar tanto el reloj principal como el reloj de emergencia. En cambio, si la sincronización falla por algún motivo (por ejemplo, el módem no está registrado en la red), pasamos al tercer punto.

3. Sincronización con el reloj de emergencia

NanoSUM utiliza la hora de reserva del reloj de emergencia para sincronizar el reloj principal del sistema.

Veamos ahora algunos casos particulares en los que se rechaza la estrategia:

- **Primer arranque absoluto: ambos relojes no tienen hora válida**

Este es el caso típico cuando el datalogger se instala por primera vez, o en cualquier caso cuando el datalogger ha estado desconectado de la alimentación durante un periodo de tiempo suficiente para descargar el supercap y hacer que el reloj de emergencia pierda tiempo también. El estado se caracteriza entonces por la ausencia de tiempo válido en ambos relojes. En este caso, se sigue el siguiente procedimiento: se intenta sincronizar la hora a través del servidor NTP o de la célula, como se ha descrito anteriormente, hasta un máximo de 10 veces. En cuanto se recupera la hora, ambos

relojes se sincronizan y el programa de funcionamiento continúa normalmente. Si, por el contrario, los 10 intentos fallan, el registrador de datos se reinicia a un nivel bajo, es decir, se apaga completamente y se vuelve a encender tras un retardo de aproximadamente un minuto.

- **Funcionamiento continuo con tiempo válido en ambos relojes**

En este caso, el sistema está siempre encendido y se realiza una sincronización NTP periódica, cada 24 horas, para limitar las derivas del RTC principal. En concreto, NanoSUM procede de este modo:

- Tras la primera sincronización en el momento de la puesta en marcha, se inicia un temporizador de 24 horas.
- Cuando el temporizador expira, uno se sincroniza con el siguiente tiempo exactamente a la mitad de cada almacenamiento.
- Entre almacenamiento y almacenamiento, el reloj principal se sincroniza, exclusivamente a través de NTP.
 - Si el intento tiene éxito, el reloj de emergencia también se sincroniza y la sincronización correcta de los relojes se escribe en un archivo de registro. El temporizador para la siguiente sincronización se establece en 24 horas.
 - Si el intento falla, no se hace nada porque el reloj maestro ya tiene la hora correcta. El error de sincronización se escribe en un archivo de registro y el temporizador de sincronización se reinicia para un próximo intento al cabo de 4 horas.

- **Arranque desde parada**

Como se verá en un apartado posterior, la operación de desconexión tiene como objetivo el máximo ahorro de energía y cada detalle del funcionamiento, incluida la sincronización horaria, se optimiza con este fin. En este contexto, es necesario anticipar que tal funcionamiento implica un apagado completo del módulo, que sólo se vuelve a encender en la proximidad de algún plazo como una adquisición, un almacenamiento o una transmisión. Por lo tanto, el módulo se apaga y se enciende continuamente, y como la sincronización con los servidores NTP requiere mucho tiempo y energía, el procedimiento de sincronización de puesta en marcha se modifica en consecuencia:

- Al ponerse en marcha, el reloj principal recibe la hora del reloj de reserva
- En caso de que el reloj de reserva no tenga una fecha válida, se intenta recuperar, hasta un máximo de 10 intentos espaciados dos segundos, la hora del móvil desde la red celular sin afectar a la conexión con un servidor NTP.
- Si esto falla, se establecerá una conexión NTP para sincronizar la hora; si esto falla, el registrador de datos se reiniciará a un nivel bajo, es decir, se apagará completamente y se volverá a encender después de un retraso de aproximadamente un minuto.

En cualquier caso, en el ciclo normal de funcionamiento, se realiza una sincronización horaria vía NTP después de 7 envíos FTP, con ambos relojes actualizados, para realinear las fechas con precisión.

3.9 Gestión de alarmas

NanoSUM puede utilizarse como avisador automático; su funcionamiento se basa en un sistema de umbrales de alarma de cuatro estados:

- Normal identificado por el código de color VERDE
- Atención identificada por el código de color AMARILLO
- Prealarma identificada por el código de color NARANJA
- Alarma identificada por el código de color ROJO

El sistema de códigos de color adoptado refleja los códigos de color típicos de la protección civil italiana y es totalmente compatible con este sistema. Los mismos códigos de color se pueden encontrar en el sistema SCADA Polaris de SIAP+MICROS.

Cualquier estado de alarma es en realidad un estado general de funcionamiento del datalogger regulado por el cruce de umbrales configurables para cada medida individual. Hasta seis umbrales diferentes, tres superiores y tres inferiores, pueden asociarse a cada medida a la que se quiera prestar especial atención, delimitando el funcionamiento del datalogger, respecto a esa medida, en siete áreas:

- Área por encima del umbral superior de alarma (alarma, zona roja)
- Zona entre el umbral superior de prealarma y el umbral superior de alarma (prealarma, zona naranja)
- Zona entre el umbral superior de alerta y el umbral superior de advertencia (advertencia, zona amarilla)
- Área entre el umbral de atención inferior y superior (normal, zona verde)
- Zona entre el umbral inferior de alerta y el umbral inferior de aviso (atención, zona amarilla)
- Zona entre el umbral inferior de prealarma y el umbral inferior de alarma (prealarma, zona naranja)
- Zona por debajo del umbral inferior de alarma (alarma, zona roja)

Sólo algunos de estos umbrales pueden configurarse también para cada medición, lo que amplía eficazmente las áreas de operación. Las medidas se evalúan individualmente y su estado de alarma se asocia al estado de alarma de todo el sensor al que pertenecen las medidas y contribuye al estado de alarma del datalogger. Si varias mediciones se encuentran en diferentes estados de alarma, el estado del datalogger será el estado de alarma más grave.

El paso de un estado de alerta a un estado más grave sólo puede producirse si la medición persiste por encima del umbral para un valor de persistencia dado que puede configurarse. Lo mismo ocurre con la vuelta de un estado de alerta a otro menos grave al que, sin embargo, se añade el concepto de histéresis: no basta con que la medición esté por debajo del umbral para una persistencia dada, sino que debe estar por debajo del umbral menos un valor de histéresis configurable.

Entonces se puede elegir si la evaluación se hace sobre los datos instantáneos o más bien sobre los datos medios.

Un cambio en el estado de una o varias mediciones genera un cambio en el estado del datalogger: NanoSUM asumirá el estado de alarma más grave de todas las mediciones. Por ejemplo, si una medición está en atención y otra en prealarma, el estado del datalogger será prealarma.

Es posible configurar el datalogger para que cambie sus cadencias en función del estado de la alarma.

La siguiente figura ilustra los conceptos de zonas de funcionamiento, umbrales e histéresis de retorno y ofrece un ejemplo para ilustrar la transición entre estados.

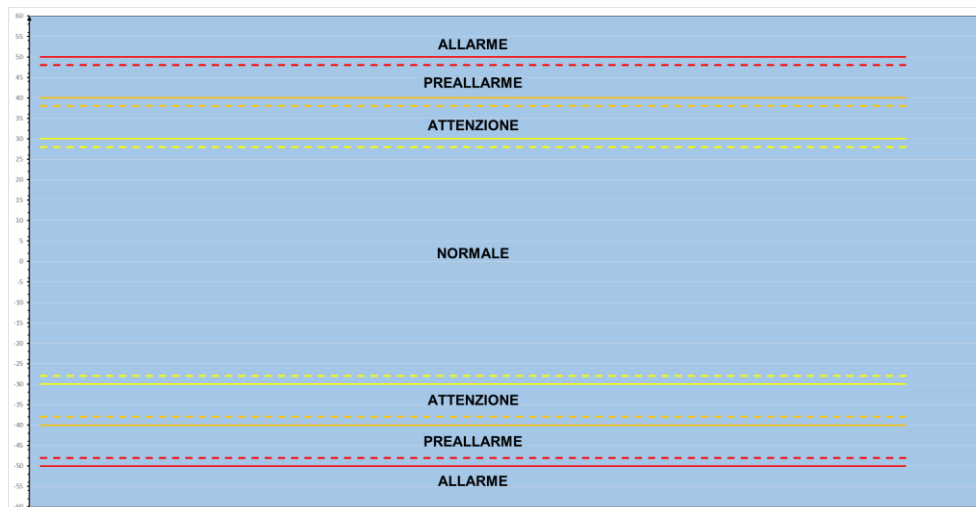


Figura 3 Zonas de intervención

Supongamos, por ejemplo, una medición de temperatura adquirida cada 10 segundos. La imagen muestra un ejemplo de umbrales de alarma con una histéresis de 2°C (líneas discontinuas). Supongamos también una persistencia de 6 veces los datos instantáneos, es decir, para un tiempo equivalente de $6 * 10$ segundos, 1 minuto. Los umbrales se definen respectivamente

- Alarma superior: 50°C
- Prealarma superior: 40°C
- Advertencia superior: 30°C
- Advertencia inferior: -30°C
- Prealarma inferior: -40°C
- Alarma inferior: -50°C

En el rango de temperaturas de -30°C a 30°C se encuentra en el estado de funcionamiento normal.

En el estado de funcionamiento normal, si la temperatura subiera a 32°C durante 30 segundos y luego bajara por debajo de 30°C, no se produciría un cambio de estado porque no se cumpliría la persistencia. Si, por el contrario, subiera a 32 °C durante más de un minuto, se produciría el cambio de estado.

Del mismo modo, supongamos que nos encontramos en el estado de alerta temprana a 44°C, para volver al estado de alerta necesitamos caer constantemente por debajo de 38°C, que es igual al umbral menos la histéresis, durante más tiempo que la persistencia.

Se puede observar que los umbrales superiores tienen una histéresis que se quita del valor umbral y es inferior, mientras que los umbrales inferiores tienen una histéresis que se añade al valor umbral y es superior. Esto siempre es válido. La histéresis también puede considerarse como un cambio de umbral inducido por la alteración del estado de funcionamiento de la alarma: los umbrales, en el caso de un estado distinto del normal, se vuelven más estrictos para volver a entrar. El mecanismo de persistencia e histéresis permite evitar situaciones de falsas alarmas o reentradas en caso de que el valor de la magnitud varíe por encima del umbral de alarma definido.

Superar un umbral de alarma o volver a entrar en un estado de alarma menor genera acciones bien definidas destinadas a gestionar la situación:

- La evaluación del cambio de estado de las medidas.

Cada medición tiene un estado de alarma, que indica en qué estado se encuentra la medición en ese momento, en relación con sus umbrales configurados. Al final de todas las adquisiciones instantáneas, se comprueba y actualiza el estado de cualquier medición dada. En presencia de una configuración que indique explícitamente el control sobre la medición media, el estado se evaluará al final del tratamiento sobre los datos medios y la persistencia se referirá al tiempo de almacenamiento en lugar del tiempo de exploración. El estado de alarma de la medición se utilizará para todas las operaciones posteriores.

- La evaluación del cambio de estado del registrador de datos.

El estado actual del registrador de datos se evalúa en función de los estados de alarma de las mediciones individuales: el estado del registrador de datos es la medición en el estado de alarma más crítico.

- La escritura de un registro de alarma, si está activada.

Si alguna medición da lugar a un cambio de estado de alarma, y en la configuración está habilitado un registro de alarma, se generará un registro particular en la traza de datos para señalar la alarma y que contendrá las mediciones que han cambiado de estado, el umbral superado y el estado actual de las mediciones. Para más detalles sobre el registro, véase el Apéndice A.

- Cambio de la velocidad de adquisición y almacenamiento de los sensores en estado de alerta en función de su configuración.
- Cambio de la velocidad de transmisión en función del estado del datalogger y de su configuración.
- Envío de mensajes SMS informando del estado de alarma de las mediciones y del estado de alarma del registrador de datos a los destinatarios designados.

Para economizar el número de mensajes SMS y ofrecer una visión general del estado del sistema, NanoSUM compone un único mensaje que contiene:

- a. Estado general del registrador de datos
- b. Identificador de medida de alarma con valor instantáneo y umbral superado para cada medida en un estado distinto del normal.

Para dar un ejemplo, supongamos un datalogger con una tensión de batería de 12,5V, una temperatura, con ID de medida igual a 3, de 35°C que entra en estado de atención cuando se supera el umbral de 30°C, un nivel hidrométrico, con ID de medida igual a 4, con un valor de 305cm ya en prealarma con umbral 300cm e ID de medida 4. El evento de cambio de estado de la temperatura genera la escritura del registro de alarma y la señalización SMS con texto:

ST0<ID> <nombre del registrador> estado: PREALARMA

ID 3 temperaturas: WARNING, meas 35, thr 30

ID 4 nivel: PREALARM, meas 305, thr 300

Además, como se verá en el capítulo dedicado a la configuración, es posible configurar:

- Desactivación del almacenamiento de alarmas

Mediante un parámetro de configuración global, es posible desactivar el almacenamiento de registros de alarma. El servicio SMS permanece activo. El parámetro está a nivel del registrador de datos.

- Asociación del tipo de medición a las alarmas

Es posible especificar si la cantidad sobre la que debe comprobarse el estado de alarma es instantánea o media. El parámetro se refiere a la medición individual.

- Personalización del envío de SMS

Desde la configuración, es posible desactivar el envío de mensajes de alarma a determinados destinatarios o limitar los tipos de alarmas que pueden señalarse a determinadas personas y no a otras.

- Reactivación de la alarma en marcha

En la puesta en marcha del datalogger, si el almacenamiento de trazas de alarma está habilitado y las mediciones se encuentran en estado normal, es posible habilitar la escritura de un registro que señale la normalidad de todas las mediciones.

3.10 Gestión del monitor de la batería

NanoSUM dispone de un sistema interno de gestión de la batería cuya finalidad es maximizar la vida útil de las baterías de plomo-ácido minimizando la degradación de la capacidad total que se produciría en situaciones de descarga profunda. El monitor de la batería, que normalmente está siempre activado, se encarga de cortar completamente la alimentación del núcleo principal y de los periféricos y sensores conectados cuando el voltaje de la batería cae por debajo de 10,5 V y de restablecerla cuando sube por encima de 11,5 V.

Es posible desactivar el monitor de la batería mediante una tecla de configuración especial, lo cual es necesario cuando se utilizan baterías de litio primarias que deben descargarse por completo.

3.11 Watchdog

NanoSUM está equipado con dos vigilantes del sistema que supervisan su funcionamiento:

- Watchdog en el ciclo de trabajo del datalogger

Este watchdog sirve para controlar el correcto funcionamiento del ciclo operativo principal. En función de las cadencias configuradas, se establece automáticamente un tiempo de espera conveniente, que debe ser reiniciado por el programa de funcionamiento antes de que expire. Si esto no ocurre debido a algún bloqueo del programa, el segundo núcleo, que opera a un nivel inferior, apaga completamente el núcleo principal y lo reinicia. A su vez, el núcleo de nivel inferior está controlado por un perro guardián de hardware independiente. El sistema de control principal no puede desactivarse.

- Vigilancia de la correcta entrega de datos a servidores FTP

Este watchdog monitoriza el correcto envío de datos a los servidores FTP. Si por algún motivo no se pueden enviar los datos durante un intervalo de tiempo superior al configurado para el watchdog, NanoSUM se reinicia. Este tipo de control puede desactivarse mediante clave de configuración.

3.12 Funcionalidad de bajo consumo: apagado

Para minimizar al máximo el consumo, en el caso de adquisiciones esporádicas o en cualquier caso con intervalos de tiempo largos, NanoSUM puede colocarse en un modo de funcionamiento especial que se indicará mediante la **desconexión**.

Cuando se activa este modo, entre plazos se apaga todo el núcleo principal, se corta físicamente su alimentación, al igual que los principales periféricos. Las fuentes de alimentación de los sensores también se apagan, excepto las configuradas para permanecer activas durante el apagado¹⁸. Las únicas partes que permanecen encendidas y plenamente operativas son el sistema de gestión de energía y el núcleo secundario, que también se encargará de encender el núcleo principal, los sensores y los periféricos en vista de una fecha límite.

La operación de apagado puede activarse siempre que la cadencia mínima sea superior a dos minutos. La corriente media absorbida por el registrador de datos disminuye a medida que las cadencias disminuyen con el tiempo hacia un valor asintótico, que es la alimentación residual de las partes de supervisión y control que hemos destacado.

En el modo de desconexión, todas las funciones del módulo siguen operativas; la única diferencia con respecto al funcionamiento normal es la estrategia de sincronización horaria diferente, ya comentada en el apartado correspondiente, destinada a minimizar aún más el consumo¹⁹.

3.13 Modo diagnóstico

El modo de diagnóstico es un modo especial temporal de funcionamiento del registrador de datos que permite una serie de aspectos que lo hacen más fácil:

- Averigüe si el registrador de datos ha arrancado correctamente.
- Compruebe la bondad de las conexiones de los sensores.
- Compruebe que los sensores funcionan correctamente.
- Compruebe la calidad de la señal de radio y los parámetros de funcionamiento de diagnóstico aunque no estén configurados explícitamente.
- Compruebe rápidamente que los datos están correctamente almacenados.
- Compruebe que los ficheros de archivo se envían correctamente a los distintos sitios FTP configurados.

Este modo es especialmente útil durante la instalación inicial y el mantenimiento de una unidad de control de campo. De hecho, NanoSUM no dispone de pantalla y, en ocasiones, podría configurarse con tiempos de adquisición, almacenamiento y transmisión muy elevados que dificultarían la verificación del correcto funcionamiento sobre el terreno. Estos aspectos se vuelven aún más críticos en el caso del funcionamiento en apagado, ya que el tiempo de encendido del módulo se reduce al mínimo necesario para ahorrar energía.

¹⁸ Característica útil para los sensores que deben estar siempre encendidos para funcionar correctamente.

¹⁹ Consulte las especificaciones técnicas para conocer el consumo en casos particulares.

El modo de diagnóstico intenta superar estas limitaciones y explotar los medios que ofrece el módulo para dialogar con el operador y verificar su correcto funcionamiento. En concreto, la verificación puede realizarse mediante comandos FTP o comandos SMS.

En modo diagnóstico, NanoSUM lee todos los parámetros de la configuración cargada pero:

- **Ignora el modo de apagado y mantiene el módulo siempre encendido**

Mantener el módulo encendido en todo momento permite una verificación más fiable mediante comandos SMS o la conexión directa del módulo al USB para realizar operaciones directas en el sistema de archivos²⁰ en caso necesario. En cuanto a los comandos FTP, son muy útiles para la verificación:

- **STATUS LAST** para leer el último dato instantáneo adquirido
- **GET DIAG** para medir y leer datos de diagnóstico
- **GET MEAS** para medir y leer los datos de los sensores
- **GET LOG** para cargar archivos LOG en servidores FTP habilitados con funciones avanzadas

- **Permite el registro continuo de diagnósticos en USB**

Esto permite un diagnóstico en profundidad de la unidad de control.

- **Realiza la sincronización horaria a través de un servidor NTP durante el arranque.**

La sincronización permite ahora tanto la verificación de la conexión como una fecha de inicio correcta. La sincronización puede forzarse en cualquier momento con el comando **NTP SYNCH**.

- **Los sensores se adquieren cada 30 segundos, independientemente de lo que se haya configurado.**

Las adquisiciones son densas para comprobar rápidamente las conexiones y la respuesta de los sensores y configurar cualquier parámetro adicional, como las compensaciones.

- **Las mediciones se almacenan cada 60 segundos, independientemente de lo que se haya configurado.**

Las memorizaciones pueden comprobarse a corto plazo, lo que permite comprobar y corregir cualquier error en, por ejemplo, los identificadores de medición.

- **La transmisión se produce cada 60 segundos independientemente de lo que se haya configurado**

Enviar a servidores FTP con mucha frecuencia permite, por un lado, verificar la correcta conexión y subida de datos a los servidores centrales y, por otro, trabajar rápidamente con comandos FTP en lugar de comandos SMS.

- **Las fuentes de alimentación con tiempos de preignición superiores a 20 segundos se conectan siempre**

- **La gestión de alarmas está desactivada**

En el modo de diagnóstico, todas las comprobaciones pueden ser realizadas directamente por el técnico sobre el terreno utilizando un smartphone que puede enviar SMS y conectarse a Internet. Con SMS, se pueden dar

²⁰ Para más información, consulte el Apéndice B

comandos al datalogger, que siempre está encendido, y con aplicaciones cliente FTP, se puede acceder directamente desde el teléfono a los servidores configurados y utilizar también comandos FTP.

El uso de comandos FTP es preferible y se recomienda esencialmente porque los plazos y la entrega correcta de los mensajes SMS dependen de los operadores de red de las SIM implicadas y no están garantizados. En cambio, en el modo de diagnóstico, los comandos FTP se procesan cada minuto en los servidores habilitados. Otra ventaja de los comandos FTP es la posibilidad de procesar varios comandos a la vez, obteniendo una visión general de la situación muy rápidamente. También es un modo de funcionamiento esencial tanto para cualquier cambio en el archivo de configuración como para actualizar el programa operativo.

El modo de diagnóstico es el primer modo de puesta en marcha de cada unidad de control NanoSUM. No obstante, el modo puede activarse en cualquier momento de varias formas alternativas:

- Mediante el comando FTP **GO DIAG** en cualquiera de los servidores FTP habilitados para comandos.
- A través del comando SMS **GO DIAG**. Si el módulo estaba apagado, envíe el SMS y encienda el módulo con el botón REBOOT.
- Mediante una presión prolongada sobre el botón REBOOT como se explica en el apartado 1.6.
- Borrado de la memoria interna (raíz del módulo)²⁰ el fichero **normal.opr**.

Del mismo modo, salir del modo de diagnóstico y volver al funcionamiento normal puede hacerse de varias formas alternativas:

- Mediante el comando FTP **GO NORM** en cualquiera de los servidores FTP habilitados para comandos.
- A través del comando SMS **GO NORM**.
- Por tiempo de espera: cuatro horas después de la puesta en marcha en modo de diagnóstico, el módulo vuelve independientemente al modo de funcionamiento normal.
- Insertando en la memoria interna (raíz del módulo)²⁰ el fichero **normal.opr**. El fichero debe contener la palabra "NORMAL" en su interior.

4. Configuración

La configuración de NanoSUM está contenida en un fichero de texto llamado **config.ini** almacenado en el directorio raíz del sistema de ficheros interno. Es un archivo ASCII organizado en líneas terminadas por <CR><LF>, cada línea tiene una estructura clave-valor:

<Clave>=<valor>,<valor>....<CR><LF>

La clave identifica unívocamente el parámetro y los valores que le siguen dependen de ella. Los valores se separan entre sí mediante el carácter ',' mientras que el carácter '=' debe utilizarse entre la clave y la serie de valores.

Algunos parámetros son generales de la estación, otros son específicos del sensor, y los describiremos en detalle en los siguientes párrafos. Tenga en cuenta que aunque el orden de las claves en el fichero no es importante, para tener una configuración legible es aconsejable ordenarla por secciones:

- Parámetros generales
- Sensores y mediciones
- Servidor FTP de entrega de datos
- Posibles destinatarios del SMS

El carácter '#' al principio de una línea identifica esa línea como un comentario. La longitud máxima de las líneas es de **160** caracteres incluyendo <CR><LF>. El número máximo de líneas que pueden componer el fichero es **2048**.

Algunas claves de configuración son necesarias para el correcto funcionamiento de NanoSUM y no pueden omitirse, mientras que otras claves pueden omitirse y se cargan con valores por defecto. Por ejemplo, siempre debe especificarse al menos un servidor FTP válido con la clave FTP0, ya que siempre debe haber al menos un servidor en el que entregar los datos. Del mismo modo, siempre debe especificarse un APN para la correcta conexión a la red.

En los párrafos siguientes, se describirán todos los parámetros de configuración, dividiendo la discusión en parámetros generales y parámetros del sensor. Al escribir el archivo de configuración, se permiten caracteres:

@	Δ	SP	0	i	P	¿	p
£	_	¡	1	A	Q	a	q
\$	Φ	"	2	B	R	b	r
¥	Γ	#	3	C	S	c	s
è	Λ	π	4	D	T	d	t
é	Ω	%	5	E	U	e	u
ù	Π	&	6	F	V	f	v
ì	Ψ	'	7	G	W	g	w
ò	Σ	(8	H	X	h	x
Ç	Θ)	9	I	Y	i	y
LF	≡	*	:	J	Z	j	z
Ø	ESC	+	;	K	À	k	ä
ø	Æ	,	<	L	Ö	l	ö
CR	æ	-	=	M	Ñ	m	ñ
Á	ß	.	>	N	Ü	n	ü
á	É	/	?	O	Ş	o	à

4.1 Parámetros estación general

La siguiente tabla enumera los parámetros generales de cada estación.

Parámetro	Obligatorio	Por defecto
SITE=<spID>, <nombre>	SI	9999. Estación de pruebas
APN=<nombre>	SI	---
IPV=<IPversión>	NO	IPV4
NTP=<ntp_server>, <offset>	NO	0.pool.ntp.org,0
EXTRA=<atcommand>	NO	Ninguna orden
CONTRASEÑA=<contraseña>	NO	1234
VERBOSE=<n>	NO	0
ENABLE_SHUTDOWN=<máscara>.	NO	0
MAX_DISK=<kmax>	NO	2048
MAX_FTP=<kmax>	NO	64
BACKUP_EN=<es>	NO	0
LI_BATT=.	NO	0
STEP_NORMAL=<dt_acq>, <dt_mem>, <dt_ftp>	SI	600,3600,14400
STEP_WARNING=<dt_acq>, <dt_mem>, <dt_ftp>.	SI	600,3600,14400
STEP_PREALARM=<dt_acq>, <dt_mem>, <dt_ftp>.	SI	600,3600,14400
STEP_ALARM=<dt_acq>, <dt_mem>, <dt_ftp>.	SI	600,3600,14400
ALA_REC_ES=<recEn>, <tipo>.	NO	1,0
ALA_CTIME_ES=<es>.	NO	0
BOOST_ON_TIME=<segundos>.	NO	0
BAT_ON_TIME=<segundos>.	NO	0
OD1_ON_TIME=<segundos>	NO	0
OD2_ON_TIME=<segundos>	NO	0
WDFTP=<minwD>	NO	1440
FTPx=<ipDest>, <usuario>, <ruta>, <desactivarExtra>	Sí al menos FTP0	---

Parámetro	Obligatorio	Por defecto
FTPxPSW=<passwd>.	Sí al menos FTP0	---
FTPxREC=<tipo_rec>.	NO	S+M dinámico
SMSy=<número>,<bandera>	NO	No SMS

El indicador **x** puede ser un número entre 0 y 19 para las claves FTP, ya que se permiten hasta 20 sitios FTP. El indicador **y** puede ser un número entre 0 y 31 para las teclas SMS, ya que se permiten hasta 32 destinatarios de SMS para las alarmas.

Hay ciertos parámetros que deben estar presentes obligatoriamente. La ausencia de uno solo de estos parámetros provoca que no se cargue la configuración, que se escriba un archivo LOG con el error y que se reinicie el módulo. Por lo tanto, un error en uno de estos parámetros es crítico. Por lo tanto, debe prestarse especial atención a la definición de la configuración.

A continuación se describen las claves.

SITIO: descripción de la estación

SITE=<spID>,<nombre_sitio>	
<spID>	Número de identificación de la estación (entero de 31 bits, por defecto 9999).
<nombre_del_sitio>.	Nombre de la ubicación o del producto (por defecto Estación de prueba) máx. 32 caracteres.

APN: nombre del punto de acceso para la conexión

APN=<nombre>	
<nombre>	Nombre del PUNTO DE ACCESO (por ejemplo, internet.com). Máximo 32 caracteres.

IPV: selección del protocolo IP

IPV=<IPversión>	
<Versión IP>	Tipo de protocolo IP. 0 para IPV4, 1 para IPV6, 2 para IPV4V6. Por defecto: 0.

NTP: configuración de los parámetros de sincronización horaria

NTP=<ntp_server>,<offset>	
<ntp_server>.	Nombre del servidor NTP (ejemplo: 0.pool.ntp.org).
<desplazamiento>	Desplazamiento con respecto al meridiano de Greenwich en cuartos de hora: 1 = +0,25h; 4 = +1h; -4 = -1h.

EXTRA: conjunto de comandos AT en el arranque del módulo

EXTRA=<at_command>	
<a_comando>	Cadena de comandos AT separada por punto y coma

Con esta tecla es posible introducir uno o varios comandos AT separados por ';' que se ejecutan al arrancar el módulo. En la línea EXTRA se pueden introducir comandos de hasta un máximo de 100 caracteres. Por ejemplo: EXTRA=AT;ATE0;AT&W;

CONTRASEÑA: contraseña para gestionar los comandos SMS

CONTRASEÑA=<contraseña>	
<contraseña>	Contraseña alfanumérica que se utilizará para la autenticación de los SMS enviados a NanoSUM. Longitud máxima 32 caracteres. Por defecto 1234.

VERBOSE: habilitar la depuración de diagnóstico en USB

VERBOSE=<n>	
<n>	Habilitar cadenas de depuración en USB 0=deshabilitado (por defecto), 1=habilitado.

ENABLE_SHUTDOWN: Activación del ahorro de energía

ENABLE_SHUTDOWN=<pwmode>.	
<pwmode>	Gestión del ahorro energético con máscara de bits.

Esta tecla permite que NanoSUM se apague entre plazos. Esto sólo ocurre para tiempos de inactividad superiores a 2 minutos. La máscara de bits <pwmode> permite seleccionar varias opciones:

- 0: siempre encendido (por defecto), apagado desactivado
- 1: desconexión con reinicio automático programado
- 2: Indicador de mantenimiento BAT_{OUT} ; NanoSUM se apaga pero BAT_{OUT} se mantiene activo

- 4: 12V hold flag_{OUT} ; NanoSUM se apaga pero se mantiene activo 12V_{OUT}
- 8: Indicador de retención OD1; NanoSUM se apaga pero OD1 se mantiene activo
- 16: Indicador de retención OD2; NanoSUM se apaga pero OD2 se mantiene activo

Los bits individuales se suman para dar diferentes combinaciones, por ejemplo:

- <pwmode> = 3 indica que el apagado está habilitado pero la alimentación de BAT_{OUT} debe mantenerse encendida desde la batería (1 + 2).
- <pwmode> = 13 indica que el apagado está habilitado pero la fuente de alimentación de 12V_{OUT} y la salida digital OD1 (1 + 4 + 8) deben mantenerse activas.

MAX_DISK: tamaño máximo de la memoria interna de datos

MAX_DISK=<kmax>	
<kmax>	Tamaño máximo del archivo en KB (por defecto=2048, máx=4096).

MAX_FTP: tamaño máximo de archivo de carga FTP por sitio individual

MAX_FTP=<kmax>	
<kmax>	Tamaño máximo en KB del archivo de envío temporal (por defecto=64, máx=64).

BACKUP_EN: habilitar almacenamiento de copia de seguridad en tarjeta μSD

BACKUP_EN=<es>	
<es>	Si <es>=1 activa la copia de seguridad de datos en la tarjeta SD (por defecto 0).

LI_BATT: desactivación del algoritmo de control de la batería

LI_BATT=.	
<es>	Si <en>=1 informa al datalogger que tiene una batería de litio en el conector LiON como fuente de alimentación y el monitor de batería está desactivado. El offset de calibración también se utiliza para corregir la medición de la tensión de la batería.

STEP_NORMAL: definición de tiempos globales en estado normal

STEP_NORMAL=<dt_acq>,<dt_mem>,<dt_ftp>
--

<dt_acq>.	Velocidad de adquisición, en segundos, en estado NORMAL (VERDE).
<dt_mem>.	Tasa de almacenamiento, en segundos, en estado NORMAL (VERDE).
<dt_ftp>.	Velocidad de transmisión, en segundos, en estado NORMAL (VERDE).

STEP_WARNING: definición de tiempos globales en estado de atención

STEP_WARNING=<dt_acq>,<dt_mem>,<dt_ftp>.	
<dt_acq>.	Tasa de adquisición, en segundos, en estado de ADVERTENCIA (AMARILLO).
<dt_mem>.	Tasa de almacenamiento, en segundos, en estado de ADVERTENCIA (AMARILLO).
<dt_ftp>.	Velocidad de transmisión, en segundos, en estado de ADVERTENCIA (AMARILLO).

STEP_PREALARM: Definición de tiempos globales en estado de prealarma

STEP_PREALARM=<dt_acq>,<dt_mem>,<dt_ftp>	
<dt_acq>.	Tasa de adquisición, en segundos, en estado de PREALARMA (NARANJA).
<dt_mem>.	Tasa de almacenamiento, en segundos, en estado de PREALARMA (NARANJA).
<dt_ftp>.	Velocidad de transmisión, en segundos, en estado de PREALARMA (NARANJA).

STEP_ALARM: Definición de tiempos globales en estado de alarma

STEP_ALARM=<dt_acq>,<dt_mem>,<dt_ftp>.	
<dt_acq>.	Tasa de adquisición, en segundos, en estado de ALARMA (ROJO).
<dt_mem>.	Tasa de almacenamiento, en segundos, en estado de ALARMA (ROJO).
<dt_ftp>.	Velocidad de transmisión, en segundos, en estado de ALARMA (ROJO).

ALA_REC_EN: configuración del registro de alarmas

ALA_REC_ES=<recEn>,<tipo>.	
<recEn>	recEn = 0 desactiva el almacenamiento del registro de alarma.
<tipo>	<tipo> indica el tipo de registro de alarma: 0 registros a 3 umbrales, en caso contrario a 2 umbrales.

ALA_CTIME_ES: permitir el cambio de cadencia

ALA_CTIME_ES=<es>.	
<es>	Habilitación del cambio de cadencia en alarma: en=0 deshabilitar (por defecto), en=1 habilitar.

BOOST_ON_TIME: configuración de la alimentación de 12V_{OUT}

BOOST_ON_TIME=<segundos>.	
<segundos>	Tiempo en segundos de preencendido, respecto a la adquisición, de la alimentación de 12V _{OUT} : 0=apagado, 1=siempre encendido, >1=segundos de preencendido.

BAT_ON_TIME: Configuración de alimentación BAT_{OUT}

BAT_ON_TIME=<segundos>.	
<segundos>	Tiempo en segundos de preencendido, respecto a la adquisición, de la alimentación BAT _{OUT} : 0=apagado, 1=siempre encendido, >1=segundos de preencendido.

OD1_ON_TIME: Configuración de la alimentación de OD1

OD1_ON_TIME=<segundos>	
<segundos>	Tiempo en segundos de preencendido, relativo a la adquisición, de la salida digital OD1: 0=apagado, 1=siempre encendido, >1=segundos de preencendido.

OD2_ON_TIME: Configuración de la alimentación de OD1

OD2_ON_TIME=<segundos>	
-------------------------------------	--

<segundos>	Tiempo en segundos de preencendido, relativo a la adquisición, de la salida digital OD2: 0=apagado, 1=siempre encendido, >1=segundos de preencendido.
------------	---

WDFTP: Configuración de vigilancia a través de FTP

WDFTP=<minWD>	
<minWD>	Minutos de tiempo de espera del watchdog que controla la carga FTP. 10 <= minWD <= 2880. Para desactivar, ponga 0. El valor predeterminado es 10 minutos.

FTPx: Parámetros de configuración del servidor FTPx

FTPx=<ipDest>,<usuario>,<ruta>,<desactivarExtra>	
<destinoip>	Dirección IP del servidor FTP del índice x con $0 \leq x \leq 19$.
<usuario>	Usuario del servidor FTP de índice x con $0 \leq x \leq 19$.
<ruta>	Ruta para enviar los datos FTP. Si desea guardar en el directorio raíz, establezca '/'.
<desactivarExtra>.	El valor 1 desactiva las funciones avanzadas de actualización de firmware, configuración y comandos remotos. Si está ausente o es distinto de 1, el sitio FTP está habilitado para las operaciones de gestión avanzada.

FTPxPSW: contraseña para la autenticación en el servidor FTPx

FTPxPSW=<passwd>.	
<passwd>	Contraseña del servidor FTP del índice x con $0 \leq x \leq 19$.

FTPxREC: habilitación del rastreo ASCII simplificado en el servidor FTPx

FTPxREC=<tipo_rec>.	
<tipo_rec>.	<tipo_registro>=ASCII para la ruta ASCII simplificada. Tipo de registro para el servidor FTP de índice x con $0 \leq x \leq 19$.

Es importante recordar que los sitios FTP deben definirse necesariamente con números progresivos que empiecen por 0. No pueden ponerse números aleatorios, sino que debe garantizarse la continuidad del índice. Al menos FTP0 debe estar siempre presente.

SMSy: definición de los destinatarios de las alertas SMS

SMSy=<número>,<bandera>	
<número>	Número de teléfono de un destinatario de SMS para recibir alarmas. El número debe empezar necesariamente por el carácter "+" seguido de los dos dígitos del prefijo del país. Por ejemplo, para Italia +391234567890.
<bandera>	Filtro para la recepción de alarmas: 0: no se envía ninguna alarma al destinatario actual 1: todas las alertas se envían al destinatario actual 2: sólo se emiten preavisos y alarmas, pero no atenciones 3 o superior: sólo se emiten alarmas, pero no avisos ni prealarmas

En esta clave, el índice y toma valores entre 0 y 31.

4.2 Parámetros de configuración del sensor

La configuración de cada sensor lógico consta de una primera clave que identifica sus parámetros generales, seguida de las claves que describen sus medidas. A cada sensor lógico pueden asociarse varias medidas lógicas, cada una con sus propios parámetros de configuración, fórmula de corrección, tipo de almacenamiento y datos de alarma. De este modo, dos o más sensores lógicos pueden referirse al mismo sensor físico. Las claves de configuración de los sensores se resumen en la tabla siguiente.

Parámetro	Obligatorio
SENSxCFG=<tipo>,<nombre>,...	SI
SENSxNIC=<nac>.	NO
SENSxDTN=<dt_acq>,<dt_mem>	NO
SENSxDTW=<dt_acq>,<dt_mem>.	NO
SENSxDTP=<dt_acq>,<dt_mem>	NO
SENSxDTA=<dt_acq>,<dt_mem>.	NO
SENSxMEASyCFG=<memID>,<name>...	SI
SENSxMEASyFRM=<multiplicar_3>,<multiplicar_2>,<multiplicar_1>,<multiplicar_0>	NO
SENSxMEASyOFF=<Desplazamiento>	NO
SENSxMEASyELA=[<Elabo>],[<memo>],[<minValid>],[<maxValid>]	NO
SENSxMEASyCOD=<último>,<avg>,<min>,<máx>,<dev>,<minMin>,<minMax>	NO
SENSxMEASyIDM=<último>,<avg>,<min>,<máx>,<dev>,<minMin>,<minMax>	NO

SENSxMEASyALL=<Hyst>,<pers>,<type>,<valWSup>,<valWInf>,<valPSup>,<valPInf>,<valASup>,<valAInf>	NO
---	----

En la tabla, x es un número progresivo que identifica unívocamente el sensor lógico y puede tomar los valores entre 0 y 49 para un máximo de 50 sensores lógicos permitidos. Del mismo modo, y es un número progresivo que identifica de forma única la medición dentro del sensor x y puede tomar valores entre 0 y 19 para un número máximo de 20 mediciones por sensor. Es importante recordar que los sensores y las medidas deben definirse necesariamente con números progresivos a partir de 0. No es posible poner números aleatorios pero debe asegurarse la continuidad de los índices. Siempre debe haber una tecla SENS0CFG seguida de SENS0MEAS0CFG.

Como se ha visto en el apartado de sensores, los tipos de sensores permitidos son: MODBUS, SDI - 12, sensores digitales y datos de diagnóstico local. Para cada tipo explicaremos los parámetros de configuración. A continuación mostraremos los parámetros básicos (obligatorios) de configuración de sensores y medidas y después, en un solo párrafo, los parámetros adicionales (opcionales) de medidas como fórmulas de corrección, offsets, procesado, alarmas, etc.

Sensores MODBUS

SENSxCFG=MODBUS,<nombre>,<idx>,<com>,<bps>,<ctrl>,<fn>,<start>,<nreg>,<timeout>	
<nombre>	Nombre del sensor, máximo 32 caracteres.
<idx>	Dirección MODBUS.
<com>	Puerto de comunicación: 1 COM1 (por defecto), 2 (COM2).
<bps>	Velocidad del puerto: 0=1200, 1=2400, 2=4800, 3=9600, 4=19200, 5=38400, 6=57600, 7=115200 (sólo COM2 o COM1 en RS - 232).
<ctrl>.	8N1 . La configuración actual es de 8 bits de datos, 1 bit de parada y sin paridad. El campo se ignora. En el futuro podrá indicar las características del puerto expresadas en la forma klm donde k son los bits de datos: 5, 6, 7 u 8 l es la paridad: N=ninguno, E=par, O=par, S=espacio m los bits de parada: 1=1, 2=2, 3=1,5, 4=0,5.
<fn>	Código de función MODBUS: 1 = Lectura de bobinas, 2 = Lectura de entradas discretas, 3 = Lectura de registros de retención múltiples 4 = Leer registros de entrada
<inicio>	Dirección de registro inicial (mínimo 1).
<nreg>	Número de registros consecutivos a leer.
<tiempo de espera>	Tiempo de espera de la respuesta en milisegundos.

SENSxMEASyCFG=<memID>,<name>,<idx>,<dataType>,<ndec>	
<memID>	Identificador numérico de almacenamiento de medidas.
<nombre>	Nombre de la medida, máximo 20 caracteres.
<idx>	Dirección MODBUS de los datos.
<dataType>.	Tipo de datos: 0=booleano, 1=entero de 16 bits, 2=float, 3=float intercambiado, 4=entero de 32 bits, 5=entero intercambiado de 32 bits.
<ndec>	Número de decimales para el redondeo.

4.2.1 Sensores SD - I12

SENSxCFG=SDI12,<nombre>,<idx>,<EXEcom>,<tiempo de espera>	
<nombre>	Nombre del sensor, máximo 32 caracteres.
<idx>	Dirección SDI - 12.
< EXEcom >	Comando de ejecución de la medida: M, M1 , ..., M9 o C, C1 , ..., C9 .
<tiempo de espera>	Tiempo de espera de la respuesta en milisegundos.

SENSxMEASyCFG=<memID>,<name>,<RQScm>,<idx>,<ndec>	
<memID>	Identificador de almacenamiento de medidas.
<nombre>	Nombre de la medida, máximo 20 caracteres.
<RQScm>	Comando de solicitud de datos: D0 , ..., D9 .
<idx>	Posición de los datos a partir de 1.
<ndec>	Número de decimales para el redondeo.

4.2.2 Sensores digitales

SENSxCFG=DIGITAL,<nombre>,<tiempo de espera>	
<nombre>	Nombre del sensor, máximo 32 caracteres.
<tiempo de espera>	Tiempo de espera de la respuesta en milisegundos.

SENSxMEASyCFG=<memID>,<name>,<idx>,<dataType>,<ndec>	
<memID>	Identificador de almacenamiento de medidas.
<nombre>	Nombre de la medida, máximo 20 caracteres.
<idx>	Dirección del canal digital 1=canal DI1, 2=canal DI2.
<dataType>.	Tipo de medición digital: 1 = frecuencia en Hz (resolución 0,1 Hz) 2 = estado lógico [0, 1]. 3 = recuento (número de cierres de un contacto). En el historial en lugar de la media tendrás el valor acumulado. 4 = temporizador de estado lógico (comprueba cuántos segundos entre adquisiciones se cierra un contacto, es decir, el estado está en 1) 5 = si en la adquisición el estado lógico de la entrada digital está a 1, es decir, el contacto está cerrado, acumula en la medición un tiempo igual al tiempo de adquisición actual.
<ndec>	Número de decimales para el redondeo.

4.2.3 Sensores de diagnóstico local

SENSxCFG=LOCAL,<nombre>,<tiempo de espera>	
<nombre>	Nombre del sensor, máximo 32 caracteres.
<tiempo de espera>	Tiempo de espera de la respuesta en milisegundos.

SENSxMEASyCFG=<memID>,<name>,<idx>,<ndec>	
<memID>	Identificador de almacenamiento de medidas.
<nombre>	Nombre de la medida, máximo 20 caracteres.
<idx>	Dirección interna 0: tensión de alimentación en V 1: Calidad de la señal RSSI en dBm 2: temperatura interna en °C 3: humedad relativa interior en %.

	4: Tensión del panel solar en V
<ndec>	Número de decimales para el redondeo.

Parámetros adicionales Sensores

SENSxDTN: especifica cadencias detalladas en estado normal

SENSxDTN=<dt_acq>,<dt_mem>	
<dt_acq>.	Velocidad de adquisición, en segundos, en estado NORMAL (VERDE).
<dt_mem>.	Tasa de almacenamiento, en segundos, en estado NORMAL (VERDE).

Este parámetro permite especificar tiempos de adquisición y almacenamiento concretos para sensores individuales. Si se omite, se utilizan los tiempos globales. No es posible especificar el tiempo de transmisión, que siempre es global.

SENSxDTW: especifica cadencias detalladas en estado de atención

SENSxDTW=<dt_acq>,<dt_mem>.	
<dt_acq>.	Tasa de adquisición, en segundos, en estado de ADVERTENCIA (AMARILLO).
<dt_mem>.	Tasa de almacenamiento, en segundos, en estado de ADVERTENCIA (AMARILLO).

Este parámetro permite especificar tiempos de adquisición y almacenamiento concretos para sensores individuales. Si se omite, se utilizan los tiempos globales. No es posible especificar el tiempo de transmisión, que siempre es global.

SENSxDTP: especifica las tasas detalladas en estado de prealarma

SENSxDTP=<dt_acq>,<dt_mem>	
<dt_acq>.	Tasa de adquisición, en segundos, en estado de PREALARMA (NARANJA).
<dt_mem>.	Tasa de almacenamiento, en segundos, en estado de PREALARMA (NARANJA).

Este parámetro permite especificar tiempos de adquisición y almacenamiento concretos para sensores individuales. Si se omite, se utilizan los tiempos globales. No es posible especificar el tiempo de transmisión, que siempre es global.

SENSxDTA: especifica cadencias detalladas en estado de alarma

SENSxDTA=<dt_acq>,<dt_mem>.	
<dt_acq>.	Tasa de adquisición, en segundos, en estado de ALARMA (ROJO).
<dt_mem>.	Tasa de almacenamiento, en segundos, en estado de ALARMA (ROJO).

Este parámetro permite especificar tiempos de adquisición y almacenamiento concretos para sensores individuales. Si se omite, se utilizan los tiempos globales. No es posible especificar el tiempo de transmisión, que siempre es global.

SENSxNIC: Sensor x fuera de ciclo: no adquiere un sensor en configuración

SENSxNIC=<nic>.	
<nic>	Si la clave está presente y <nic> es igual a 1, el sensor x se excluye de la adquisición por lo que se almacenará con * (datos no válidos) pero no se adquirirá y no generará entradas LOG.

SENSxMEASyFRM: fórmula correctora hasta el tercer grado $y = a \cdot x^3 + b \cdot x^2 + c \cdot x + d$.

SENSxMEASyFRM=<a>,,<c>,<d>	
<a>	Factor de multiplicación de tercer orden (* para desactivar el campo).
	Factor de multiplicación de segundo orden (* para desactivar el campo).
<c>	Factor de multiplicación de primer orden (* para desactivar el campo).
<d>	Factor de desplazamiento (* para desactivar el campo).

SENSxMEASyOFF: offset de medida

SENSxMEASyOFF=<desplazamiento>	
<desplazamiento>	Valor de desviación que se añadirá a la medición después de la fórmula de corrección

SENSxMEASyELA: tratamiento y validación de las mediciones

SENSxMEASyELA=<Elabo>,<memo>,<minEN>,<minValid>,<maxEN>,<maxValid>	
<Elabo>	Tipo de tratamiento: 1=normal, 2=vectorial, 3=acumulación de datos.
<memo>	Tipo de almacenamiento de máscara de bits.
<minValid>	Validación mínima (* para desactivar el campo).
<máximoVálido>	Validación máxima (* para desactivar el campo).

Si la tecla está ausente, a la medición se le asigna por defecto el procesamiento normal con almacenamiento de datos instantáneos y medios sin límites de validación.

El tipo de procesamiento normal realiza promedios aritméticos sobre las muestras instantáneas adquiridas. El tipo de procesamiento vectorial hace que los datos medios se calculen con funciones trigonométricas suponiendo un vector de amplitud de módulo unitario. Esto es útil, y debe utilizarse, en el caso de mediciones de la dirección del viento, por ejemplo. El tipo de procesamiento acumulación significa que el valor devuelto por el sensor es un contador infinito, por lo que el valor instantáneo se copia simplemente en la media.

La máscara de bits <memo> permite elegir, de entre todos los datos procesados, cuáles almacenar:

- 1: Último dato instantáneo (LAST) (codificación A estándar)
- 2: valor medio (codificación estándar B)
- 4: Valor mínimo (codificación C estándar)
- 8: Valor máximo (codificación D estándar)
- 16: Desviación estándar (codificación F estándar)
- 32: Minuto de inactividad (codificación L estándar)
- 64: minuto de máximo (codificación M estándar)

Los bits individuales se suman para dar diferentes combinaciones, por ejemplo:

- <memo> = 3 indica que está habilitado el almacenamiento de la última instantánea (1) y del valor medio (2) (1 + 2 = 3).
- <memo> = 15 indica que está habilitado el almacenamiento de la instantánea (1), media (2), mínima (4) y máxima (8) (1 + 2 + 4 + 8 = 15).

SENSxMEASyCOD: codificación detallada de las letras de cada estadística

SENSxMEASyCOD=<último>,<avg>,<min>,<máx>,<dev>,<minMin>,<minMax>	
<último>	Carta de codificación instantánea de datos
<avg>	Letra media de codificación de datos
<min>	Letra mínima de codificación de datos
<máximo>	Letra máxima de codificación de datos
<dev>	Letra de codificación de los datos de la desviación típica
<minMin>	Carta de codificación de datos de minutos ociosos
<minMáx>	Carta de codificación dada minuto de máximo

Deben especificarse los parámetros hasta el último que se vaya a personalizar. Por ejemplo, la línea SENSxMEASyCOD=B,Z codifica la instantánea con la letra B y la media con la letra Z, mientras que los demás parámetros se dejan por defecto. Si se desea especificar un parámetro concreto distinto del primero y dejar los demás por defecto, debe utilizarse el carácter * para indicar que se omita la clave. Por ejemplo, la línea SENSxMEASyCOD=*,*,*,P codifica la desviación típica sólo con la letra P. Los cuatro primeros no se modifican debido a la presencia del carácter * y los dos últimos no se modifican porque no están presentes

SENSxMEASyIDM: codificación detallada del ID de almacenamiento para cada estadística

SENSxMEASyIDM=<último>,<avg>,<min>,<máx>,<dev>,<minMin>,<minMax>	
<último>	Codificación entera de datos instantáneos
<avg>	Codificación de datos medios de números enteros
<min>	Número entero de datos mínimos de codificación
<máximo>	Número entero de codificación dado como máximo
<dev>	Número entero de codificación dada la desviación típica
<minMin>	Número entero de codificación dado minuto de mínimo
<mínMáx>	Número entero de codificación dado minuto de máximo

Si se utiliza esta tecla, deben especificarse todos los parámetros. Los parámetros no especificados, indicados por el carácter *, no se almacenarán en el registro. También es necesario que todos los identificadores personalizados sean diferentes, ya que, de lo contrario, se establecerá automáticamente el valor predeterminado para todas las medidas, es decir, se desactivará la clave. Aclaremos esto con algunos ejemplos.

ID de medición 10; máscara de procesamiento 127 (todo el procesamiento); SENSxMEASyIDM=1,2,3,4

En este caso, el último se almacena con el ID 1, la media con el ID 2, el mínimo con el ID 3 y el máximo con el ID 4. Los demás procesos configurados no se introducirán en el registro porque están ausentes en la clave.

ID de medición 10; máscara de procesamiento 127 (todo el procesamiento); SENSxMEASyIDM=1,1,3,4

En este caso, como hay dos ID idénticos, se ignora la clave. Todas las mediciones configuradas en la máscara de bits se almacenarán con el ID 10.

ID de medición 10; máscara de procesamiento 127 (todo el procesamiento); SENSxMEASyIDM=1,*,3

En este caso, el último se almacenará con el ID 1 y el mínimo con el ID 3. Los demás procesos configurados no se incluirán en el registro porque están ausentes en la clave.

ID de medida 10; máscara de tratamiento 14 (media, mínimo y máximo); SENSxMEASyIDM=1,2,3,4

En este caso el último no se almacena porque no está en la máscara de almacenamiento, la media se almacena con el ID 2, el mínimo con el ID 3 y el máximo con el ID 4.

ID de medida 10; máscara de tratamiento 14 (media, mínimo y máximo); SENSxMEASyIDM=*,*,1,2

En este caso, la configuración es obviamente errónea, ya que la clave de cifrado excluye lo que se configuró para el almacenamiento. No se almacenará ningún dato.

SENSxMEASyALL: gestión de alarmas de medición

SENSxMEASyALL=<Hyst>,<pers>,<type>,<valWSup>,<valWInf>,<valPSup>,<valPInf>,<valASup>,<valAInf>

<Hyst>	Valor de histéresis para cada umbral expresado en la unidad de datos.
<pers>	Valor de persistencia en el estado por encima del umbral expresado en múltiplos del tiempo de control. (por defecto 3)
<tipo>	Tipo de medida para la evaluación del estado de alarma. 0 = instantánea (por defecto), 1 = media.
<valASup>	Valor umbral de alarma (ROJO) más alto.
<valPSup>	Valor umbral de advertencia (NARANJA) más alto.
<valWSup>	Valor umbral de advertencia (AMARILLO) más alto.
<valWInf>	Valor inferior del umbral de alerta (AMARILLO).
<valPInf>	Valor inferior del umbral de prealarma (NARANJA).
<valAInf>	Valor inferior del umbral de alarma (ROJO).

Los tres primeros campos son obligatorios. En particular, el primero, histéresis, es obligatorio, mientras que persistencia y tipo pueden sustituirse por *, en cuyo caso tomarán los valores por defecto, es decir, 3 para persistencia y 0 (datos instantáneos) para tipo. Para los umbrales de alarma debe haber al menos uno; en otras palabras, puede elegir cuántos y cuáles umbrales introducir. Para desactivar un tipo de alarma, introduzca el carácter * como clave.

Algunos ejemplos de medición de la temperatura en grados centígrados:

SENSOMEAS0ALL=1,5,0,60,*,*,*,*-20

Histéresis de 1°C, persistencia 5 tiempos de adquisición y evaluación sobre datos instantáneos. Umbral de alarma superior de 60°C e inferior de -20°C.

SENSOMEAS0ALL=2,0,1,60,40

Histéresis de 2°C, persistencia nula (una evaluación) y evaluación sobre datos medios. Umbral superior de alarma de 60°C y umbral superior de prealarma de 40°C.

SENSOMEAS0ALL=1,*,*,*,40,20,-10,-20

Histéresis de 1°C, persistencia de la evaluación en el valor por defecto 3 y datos instantáneos. Umbral de alarma superior de 40°C, umbral de aviso superior de 20°C, umbral de aviso inferior de -10°C y umbral de aviso inferior de -20°C.

Se subraya que los umbrales deben elegirse de forma crítica y que la condición debe verificarse:

ALARMA SUPERIOR > AVISO SUPERIOR > AVISO INFERIOR > AVISO INFERIOR > ALARMA INFERIOR

4.3 Ejemplo de configuración

A continuación se presenta un ejemplo de redacción de un fichero de configuración para que aclare los aspectos anteriores. Las especificaciones globales de la estación son las siguientes:

- Identificador de estación 10, Nombre de prueba NanoSUM, con APN internet.it, y soporte IPV4.
- Servidor de sincronización horaria NTP 0.pool.ntp.org con zona horaria Roma, UTC+1.
- Personalizar la contraseña SMS: nueva contraseña "qwerty"
- Diagnóstico USB activado
- Apagado desactivado
- Tamaño máximo de archivo de 4MB y tamaño máximo de archivo FTP de 32kB
- Cadencias normales de 1 minuto de adquisición, 10 minutos de almacenamiento y 10 minutos de transmisión
- Periodos de atención de 1 minuto de adquisición, 5 minutos de almacenamiento y 10 minutos de transmisión
- Cadencias de prealarma de 30 segundos de adquisición, 2 minutos de almacenamiento y 5 minutos de transmisión
- Cadencias de alarma de 30 segundos de adquisición, 30 segundos de almacenamiento y 1 minuto de transmisión
- Activación de la escritura de registros de alarma de 3 umbrales
- Activación del cambio de cadencia en caso de alarma
- En cuanto a las fuentes de alimentación: 12V_{OUT} apagado con preencendido de 10 segundos, BAT_{OUT} siempre encendido, OD1 y OD2 siempre apagados.
- Watchdog en FTP activado e igual a 1 hora, copia de seguridad de datos en tarjeta SD activada

Los sensores conectados son:

- **Sensor de diagnóstico local** con las siguientes mediciones activadas:
 - Tensión de batería con ID 1, redondeo decimal 1 y almacenamiento de instantánea, media, mínima y máxima.
 - RSSI con ID 2, sin redondeo decimal y almacenamiento de instantáneo, medio, mínimo y máximo.
 - Temperatura interna con ID 3, redondeo de 1 decimal y almacenamiento de instantánea, media, mínima y máxima
 - Humedad interna con ID 4, sin redondeo decimal y almacenamiento de instantánea, media, mínima y máxima.
 - Tensión del panel solar con ID 5, redondeo de 1 decimal y almacenamiento de instantánea, media, mínima y máxima

Para este sensor, los tiempos de adquisición y almacenamiento se redefinen a 10 segundos y 60 segundos, respectivamente, para todos los estados de funcionamiento del registrador de datos.

- **Piranómetro MODBUS** con identificador 7 conectado en COM1 a 9600 bps, 8 bits de datos, sin paridad y 1 bit de parada. La función de adquisición es de 3 registros de retención de lectura, y 2 registros se leen desde el registro 1, tiempo de espera de 1 segundo. Hay una medición:
 - Radiación solar con ID 6 en el registro 1, tipo de datos flotante intercambiado, redondeo de 1 decimal y almacenamiento de instantánea, media, mínima y máxima
- **Sensor combinado MODBUS de temperatura y humedad** con identificador 3 conectado en COM1 a 9600 bps, 8 bits de datos, sin paridad y 1 bit de parada. La función de adquisición es de 3 registros de retención de lectura, y 4 registros se leen desde el registro 1, tiempo de espera de 1 segundo. Hay dos mediciones:
 - Temperatura con ID 7 en el registro 1, tipo de dato flotante intercambiado, redondeo de 1 decimal y almacenamiento de instantáneo, medio, mínimo y máximo. Esta medida está asociada a una evaluación de alarma sobre el dato instantáneo con persistencia de cuatro medidas e histéresis de 2°C. Se definen umbrales inferiores de atención de 0°C, umbrales inferiores de prealarma de -10°C y umbrales inferiores de alarma de -20°C.
 - Humedad con ID 8 en el registro 3, tipo de datos float intercambiados, sin redondeo decimal y almacenamiento de instantáneo, medio, mínimo y máximo.
- **Barómetro MODBUS** con identificador 5 conectado en COM1 a 9600 bps, 8 bits de datos, sin paridad y 1 bit de parada. La función de adquisición es de 3 registros de retención de lectura, y 4 registros se leen desde el registro 5, tiempo de espera de 1 segundo. Hay dos mediciones:
 - Presión con ID 9 en el registro 5, tipo de datos float intercambiado, redondeo de 2 decimales y almacenamiento de instantáneo, promedio, mínimo y máximo.
 - Temperatura interna con ID 90 en el registro 7, tipo de datos flotante intercambiado, redondeo de 2 decimales y almacenamiento de instantánea, media, mínima y máxima
- **MODBUS nivel radar** con identificador 246 conectado en COM1 a 9600 bps, 8 bits de datos, sin paridad y 1 bit de parada. La función de adquisición es de 3 registros de retención de lectura. Las medidas a adquirir no son todas consecutivas y se instanciarán dos sensores lógicos.

La primera lee 10 registros empezando por el registro 111, tiempo de espera 1 segundo. Hay tres medidas:

- Distancia en mm con ID 10 en el registro 111, tipo de dato float intercambiado, redondeo de 1 decimal y almacenamiento de instantáneo, promedio, mínimo y máximo. Esta medida está asociada a una evaluación de alarma sobre el dato medio con persistencia de dos medidas e histéresis de 20cm. Umbral superior de alarma de 7 metros, umbral superior de prealarma de 5 metros y umbral superior de alerta de 3 metros.
- Temperatura interna con ID 11 en el registro 119, tipo de datos flotante intercambiado, redondeo de 1 decimal y almacenamiento de instantáneo, promedio, mínimo y máximo.
- Calidad de la señal con ID 12 en el registro 115, tipo de datos flotante intercambiado, redondeo de 1 decimal y almacenamiento de instantáneo, promedio, mínimo y máximo.

El segundo sensor lógico lee 2 registros del registro 2301 y tiene una medición:

- Estado del sensor con ID 13 en el registro 2301, tipo de datos entero de 32 bits, sin redondeo decimal y almacenamiento de datos instantáneos, mínimos y máximos con cambio de letra de codificación de datos instantáneos de pista a 'B'.

- **Anemómetro sónico** SDI - 12 con identificador 1. El anemómetro consta de varias mediciones en diferentes comandos del protocolo SDI - 12 y se divide en tres sensores lógicos.

La primera lee 4 mediciones con comando de inicio de medición M, solicitud de datos D0, tiempo de espera 2 segundos:

- Velocidad del viento con ID 14, posición 1, redondeo de 1 decimal y almacenamiento de instantánea, media, mínima y máxima
- Dirección del viento con ID 15, posición 2, redondeo de 1 decimal, medias trigonométricas y almacenamiento de instantánea, media, mínima y máxima
- Brújula interna con ID 16, posición 3, redondeo de 1 decimal, medias trigonométricas y almacenamiento de instantáneas, medias, mínimas y máximas.
- Estado del sensor con ID 17, posición 4, sin redondeo decimal y almacenamiento de datos instantáneos, mínimos y máximos con cambio de la letra de codificación de los datos instantáneos de la vía a 'B'.

El segundo lee 3 mediciones con el comando de inicio de medición M4, solicitud de datos D4, tiempo de espera 2 segundos:

- Velocidad del viento de la OMM con ID 18, posición 1, redondeo de 1 decimal y almacenamiento de instantánea, media, mínima y máxima
- Velocidad mínima del viento OMM con ID 19, posición 2, redondeo de 1 decimal y almacenamiento de instantánea, media, mínima y máxima.
- Ráfaga de velocidad del viento OMM con ID 20, posición 3, redondeo de 1 decimal y almacenamiento de instantánea, media, mínima y máxima

El tercero lee 3 mediciones con comando de inicio de medición M5, solicitud de datos D5, tiempo de espera 2 segundos:

- Dirección del viento de la OMM con ID 21, posición 1, redondeo de 1 decimal, medias trigonométricas y almacenamiento de instantánea, media, mínima y máxima
 - Dirección mínima del viento OMM con ID 22, posición 2, redondeo de 1 decimal, medias trigonométricas y almacenamiento de instantánea, media, mínima y máxima.
 - Dirección máxima del viento OMM con ID 23, posición 1, redondeo de 1 decimal, medias trigonométricas y almacenamiento de instantánea, media, mínima y máxima
- **Pluviómetro** natural que mide la precipitación acumulada total, con ID 24, en la entrada digital 1 (ED1) configurada como recuento acumulado con redondeo de 1 decimal. Se especifica una fórmula de corrección que multiplica el valor del recuento por la constante del pluviómetro de 0,2 mm de lluvia por vuelco. Se almacena la acumulación, el mínimo y el máximo. La acumulación, en la posición de los datos instantáneos, se codifica con la letra "B" en el gráfico en lugar de la predeterminada.

Los datos se envían a dos sitios FTP:

- Dirección IP **1.2.3.4**, usuario **NanoSUM**, contraseña **p4ssw0rd**, subcarpeta data **/Data**, habilitada para funciones avanzadas.
- Dirección IP **2.3.4.5**, usuario **NanoSUM**, contraseña **pa55word**, carpeta de datos **raíz**, desactivar funciones avanzadas, diseño de registro ASCII simplificado.

Se configuran cuatro destinatarios de SMS de alarma:

- Número +391234567890 con dirección desactivada
- Número +392345678901 con envío de todos los mensajes de atención, prealarma y alarma
- Número +393456789012 sólo con envío de mensajes de prealarma y alarma
- Número +394567890123 sólo con envío de mensajes de alarma

La configuración descrita se traduce en el siguiente archivo config.ini.

```
#####
```

```
Configuración de la prueba #NanoSUM
```

```
SITE=10,Prueba NanoSUM
```

```
APN=internet.com
```

```
EXTRA=AT;ATE0;AT&Y1;AT&P1;AT&W1;
```

```
NTP=0.pool.ntp.org,4
```

```
IPV=0
```

```
CONTRASEÑA=qwerty
```

```
VERBOSE=1
```

```
ENABLE_SHUTDOWN=0
```

```
MAX_DISK=4096
```

```
MAX_FTP=32
```

```
STEP_NORMAL=60,600,600
```

```
STEP_WARNING=60,300,600
```

```
STEP_PREALARM=30,120,300
```

```
PASO_ALARMA=30,30,60
```

```
ALA_REC_EN=1,0
```

```
ALA_CTIME_EN=1
```

```
BOOST_ON_TIME=10
```

```
BAT_ON_TIME=1
```

```
OD1_ON_TIME=0
```

```
OD2_ON_TIME=0
```

```
WDFTP=60
```

```
BACKUP_EN=1
```

```
#Medidas locales de diagnóstico
```

```
SENS0CFG=LOCAL,Diagnóstico,1000
```

```
SENS0NIC=0
```

```
SENS0DTN=10,60
```

```
SENS0DTW=10,60
```

```
SENS0DTP=10,60
```

```
SENS0DTA=10,60
```

```
SENS0MEAS0CFG=1,Vbat(V),0,1
```

```
SENS0MEAS0ELA=1,15
```

```
SENS0MEAS1CFG=2,RSSI(dBm),1,0
```

```
SENS0MEAS1ELA=1,15
```

```
SENS0MEAS2CFG=3,Temp. int(gC),2,1
```

```
SENS0MEAS2ELA=1,15
```

```
SENS0MEAS3CFG=4,Int. HR(%),3,0
```

```
SENS0MEAS3ELA=1,15
```

```
SENS0MEAS4CFG=5,Vps (V),4,1
```

```
SENS0MEAS4ELA=1,15
```

```
Piranómetro #SIAP+MICROS t055-TPIR
```

```
SENS1CFG=MODBUS,TPIR,7,1,3,8N1,3,1,2,1000
```

```
SENS1NIC=0
```

```
SENS1MEAS0CFG=6,Rad. solar(Wm-2),1,3,1
```

```
SENS1MEAS0ELA=1,15
```

```
#SIAP+MICROS t026-TTEPRH Temp. RH
```

```
SENS2CFG=MODBUS,TTEP-RH,3,1,3,8N1,3,1,4,1000
```

```
SENS2NIC=0
```

```
SENS2MEAS0CFG=7,Temp. aire(gC),1,3,1
```

```
SENS2MEAS0ELA=1,15
```

```
SENS2MEAS0ALL=2,4,0,*,*,*,0,-10,-20
```

```
SENS2MEAS1CFG=8,Aire HR(%),3,3,1
```

```
SENS2MEAS1ELA=1,15
```

```
#SIAP+MICROS t011-TBAR presión barométrica
```

SENS3CFG=MODBUS, TBAR, 5, 1, 3, 8N1, 3, 5, 4, 1000
 SENS3NIC=0
 SENS3MEAS0CFG=9, Presion Aire. (mBar), 5, 3, 2
 SENS3MEAS0ELA=1, 15
 SENS3MEAS1CFG=90, Temp Press. (gC), 7, 3, 2
 SENS3MEAS1ELA=1, 15
 Medida de nivel de radar #VEGA 80GHz
 SENS4CFG=MODBUS, VEGA C 23, 246, 1, 3, 8N1, 4, 111, 10, 1000
 SENS4NIC=0
 SENS4MEAS0CFG=10, Dist Vega(mm), 111, 3, 1
 SENS4MEAS0ELA=1, 15
 SENS4MEAS0ALL=200, 2, 1, 7000, 5000, 3000, *, *, *
 SENS4MEAS1CFG=11, Temp Vega(gC), 119, 3, 1
 SENS4MEAS1ELA=1, 15
 SENS4MEAS2CFG=12, Sig Vega(dB), 115, 3, 1
 SENS4MEAS2ELA=1, 15
 Estado del nivel del radar #VEGA 80GHz
 SENS5CFG=MODBUS, VEGA C 23, 246, 1, 3, 8N1, 4, 2301, 2, 1000
 SENS5NIC=0
 SENS5MEAS0CFG=13, Status Vega, 2301, 4, 0
 SENS5MEAS0ELA=1, 13
 SENS5MEAS0COD=B
 Anemómetro ultrasónico #SIAP+MICROS Winson
 SENS6CFG=SDI12, Winson, 1, M, 2000
 SENS6NIC=0
 SENS6MEAS0CFG=14, Ganar velocidad(m/s), D0, 1, 1
 SENS6MEAS0ELA=1, 15
 SENS6MEAS1CFG=15, Win Dir(gN), D0, 2, 1
 SENS6MEAS1ELA=2, 15
 SENS6MEAS2CFG=16, Ganar magneto(gN), D0, 3, 1
 SENS6MEAS2ELA=2, 15
 SENS6MEAS3CFG=17, Win Estado, D0, 4, 0
 SENS6MEAS3ELA=1, 13
 SENS6MEAS3COD=B
 Anemómetro ultrasónico #SIAP+MICROS Winson
 SENS7CFG=SDI12, Winson, 1, M4, 2000
 SENS7NIC=0
 SENS7MEAS0CFG=18, Ganar Velocidad OMM(m/s), D4, 1, 1
 SENS7MEAS0ELA=1, 15
 SENS7MEAS1CFG=19, Win Min WMO(m/s), D4, 2, 1
 SENS7MEAS1ELA=1, 15
 SENS7MEAS2CFG=20, Win Gust WMO(m/s), D4, 3, 1
 SENS7MEAS2ELA=1, 15
 Anemómetro ultrasónico #SIAP+MICROS Winson
 SENS8CFG=SDI12, Winson, 1, M5, 2000
 SENS8NIC=0
 SENS8MEAS0CFG=21, Dir OMM(gN), D5, 1, 1
 SENS8MEAS0ELA=2, 15
 SENS8MEAS1CFG=22, Dir Min OMM(gN), D5, 2, 1
 SENS8MEAS1ELA=2, 15
 SENS8MEAS2CFG=23, Dir Max OMM(gN), D5, 3, 1
 SENS8MEAS2ELA=2, 15
 #SIAP+MICROS t043-TPUW-52NN30 pluviómetro
 SENS9CFG=DIGITAL, TP500 UNI, 1000
 SENS9NIC=0
 SENS9MEAS0CFG=24, Lluvia total(mm), 1, 3, 1
 SENS9MEAS0FRM=0, 0, 0.2, 0
 SENS9MEAS0ELA=1, 13
 SENS9MEAS0COD=B
 #Sección FTP
 FTP0=1.2.3.4, NanoSUM, /Datos
 FTP0PSW=p4ssw0rd
 FTP0REC=MICROS
 FTP1=2.3.4.5, NanoSUM, /, 1
 FTP1PSW=pa55palabra
 FTP1REC=ASCII
 Sección #SMS

```
SMS0=+391234567890,0  
SMS1=+392345678901,1  
SMS2=+393456789012,2  
SMS3=+394567890123,3  
#####
```

Nótese que todos los sensores están provistos de la clave SENSxNIC=0 para que puedan ser excluidos del ciclo de adquisición en cualquier momento y de forma muy sencilla, cambiando esta clave a 1. La clave FTP0PSW=MICROS no es necesaria ya que si se omite, sin embargo, la ruta en el servidor FTP es dinámica SIAP+MECROS. Explicarlo, especialmente cuando se tienen algunos servidores con una ruta ASCII como en el ejemplo para FTP1, aumenta la legibilidad de la configuración.

4.4 Carga de archivos de configuración desde el terminal

El fichero de configuración config.ini descrito en el párrafo anterior debe copiarse en el directorio raíz del módulo. Ya hemos ilustrado cómo aprovechar un servidor FTP para actualizar el fichero; aquí describiremos cómo proceder para actualizarlo desde un PC. Es importante tener en cuenta que:

- Se requiere un sistema operativo Windows
- Primero debe instalar el paquete de controladores de dispositivo²¹
- Se requiere un terminal capaz de enviar ficheros ASCII completos a un prompt de respuesta del módulo. Un posible terminal con esta característica es TeraTerm®.

Una vez instalados los controladores, al conectar el puerto USB del NanoSUM se crean dos puertos COM virtuales de tipo módem y un puerto de diagnóstico. Uno de los dos puertos de tipo módem debe utilizarse para el acceso directo al sistema de archivos. Tenga en cuenta que si la configuración cargada actualmente contiene la clave VERBOSE=1, uno de los dos puertos de comunicación es utilizado por el programa operativo para escribir cadenas de diagnóstico, por lo que debe utilizarse el otro.

Supongamos inicialmente que NanoSUM no se está ejecutando en el apagado. Una vez que se encuentra el puerto correcto, es necesario:

- Encender NanoSUM
- Abra el puerto COM identificado en el terminal. Cualquier parámetro de puerto servirá.
- Escriba el comando **AT#M2MLIST<CRLF>**.

Este es el comando de lista de archivos y directorios al que NanoSUM responderá con la lista de archivos y directorios de la carpeta de inicio. Puedes saber que estás en la carpeta correcta por la presencia del archivo appcfg.ini, un archivo interno que no debe ser modificado o borrado de ninguna manera.

- Si el archivo config.ini está presente, elimínelo con el comando **AT#M2MDEL=config.ini<CRLF>**.
- Introduzca el comando de escritura **AT#M2MWRITE=config.ini,<filelen><CRLF>**.

El comando write especifica el nombre del fichero y su longitud <filelen> en bytes. El módulo responderá a este comando con los caracteres >>.

²¹ Archivo Telit_Windows_10_WHQL_Drivers_Installer_2.17.0003.zip

- Carga desde el terminal <filelen> bytes que componen el fichero config.ini. Cuando se pasa <filelen>, el módulo responde con **OK** y se completa el procedimiento de carga.
- Para que la configuración sea operativa, el módulo debe reiniciarse con el comando **AT#REBOOT<CRLF>**.

Por poner un ejemplo, supongamos que queremos cargar una configuración de 842 bytes. Los pasos en el terminal serán los siguientes (en azul los comandos, en rojo la respuesta de NanoSUM):

```
AT#M2MLIST
```

```
#M2MLIST: <.>  
#M2MLIST: <..>  
#M2MLIST: <Archivo>.  
#M2MLIST: <FTP0>.  
#M2MLIST: <LOG>.  
#M2MLIST: "anylog.bin",334224  
#M2MLIST: "appcfg.ini",94  
#M2MLIST: "config.ini",842  
#M2MLIST: bytes libres: 6166528
```

```
OK
```

```
AT#M2MDEL=config.ini
```

```
OK
```

```
AT#M2MLIST
```

```
#M2MLIST: <.>  
#M2MLIST: <..>  
#M2MLIST: <Archivo>.  
#M2MLIST: <FTP0>.  
#M2MLIST: <LOG>.  
#M2MLIST: "anylog.bin",334224  
#M2MLIST: "appcfg.ini",94  
#M2MLIST: bytes libres: 6168576
```

```
OK
```

```
AT#M2MWRITE=config.ini,842
```

```
>>>SITE=1000,Prueba NanoSUM  
APN=internet.it  
EXTRA=AT;ATE0;AT&Y1;AT&P1;AT&W1;  
NTP=0.pool.ntp.org,4  
IPV=0  
...  
...  
Sección #SMS  
SMS0=+391234567890,1
```

```
OK
```

```
AT#REBOOT
```

Aunque el cambio de configuración puede hacerse con el programa operativo en marcha, hay un caso particular que requiere la desactivación temporal del programa operativo y es cuando el módulo se configura en apagado. En este caso, de hecho, el módulo se configura para apagarse y permanecer apagado hasta la siguiente hora configurada. Además, el tiempo de encendido se mantiene lo más corto posible y, por lo tanto, es difícil realizar cualquier operación en los archivos. Así pues, el procedimiento se modificará:

- Encender NanoSUM

- En cuanto el LED rojo CONNECTION STATUS empiece a parpadear, abra el puerto COM identificado en el terminal y emita el comando **AT+M2M=0<CRLF>**. Esto desactiva la ejecución del programa operativo y provoca un reinicio del módulo.
- Proceda como en los puntos anteriores.
- Emita el comando **AT+M2M=1<CRLF>**. Esto provoca un reinicio del módulo y vuelve a activar la ejecución del programa operativo. Para que NanoSUM funcione, es esencial recordar este paso.

4.5 Carga de archivos del programa operativo desde el terminal

El fichero de programa de explotación anylog.bin debe copiarse en el directorio raíz del módulo y habilitarse para su ejecución en el arranque. Ya hemos ilustrado cómo puede utilizarse un servidor FTP para actualizar el fichero; aquí describiremos cómo proceder para la actualización desde un PC. Se aplican las mismas recomendaciones que en el párrafo anterior:

- Se requiere un sistema operativo Windows.
- Primero debe instalar el paquete de controladores de dispositivo²¹.
- Se requiere un terminal capaz de enviar archivos binarios ASCII enteros a un prompt de respuesta del módulo. Un posible terminal con esta característica es TeraTerm©.
- Es necesario asegurarse de que NanoSUM tiene una configuración válida antes de cargarlo.

Del mismo modo, se utiliza el puerto USB del datalogger. Supongamos inicialmente que NanoSUM no se está ejecutando en apagado. Una vez encontrado el puerto correcto, es necesario:

- Encender NanoSUM
- Abra el puerto COM identificado en el terminal. Cualquier parámetro de puerto servirá.
- Escriba el comando **AT#M2MLIST<CRLF>**.
- Si anylog.bin está presente, elimínelo con el comando **AT#M2MDEL=anylog.bin<CRLF>**.
- Introduzca el comando de escritura **AT#M2MWRITE=anylog.bin,<filelen><CRLF>**.

El comando write especifica el nombre del fichero y su longitud <filelen> en bytes. El módulo responderá a este comando con los caracteres >>.

- Terminal de carga <filelen> bytes que componen el archivo anylog.bin. Cuando se pasa <filelen>, el módulo responde con **OK** y se completa el procedimiento de carga.
- Si el programa operativo funcionaba correctamente, bastaría con reiniciar el cambio con el comando **AT#REBOOT<CRLF>** para que el cambio fuera operativo.
- Si, por el contrario, se trata de una primera instalación o el programa de funcionamiento está desactivado, deberá activarse con el comando **AT#M2MRUN=2,anylog.bin<CRLF>** y ejecutarse con el comando **AT+M2M=1<CRLF>**. El último comando generará un reinicio del módulo.

Si, por el contrario, NanoSUM estuviera en parada, el procedimiento sería el siguiente:

- Encender NanoSUM
- En cuanto el LED rojo CONNECTION STATUS empiece a parpadear, abra el puerto COM identificado en el terminal y emita el comando **AT+M2M=0<CRLF>**. Esto desactiva la ejecución del programa operativo y provoca un reinicio del módulo.
- Continúe con el procedimiento como en los pasos anteriores, concluyendo con los dos comandos **AT#M2MRUN=2,anylog.bin<CRLF>** y **AT+M2M=1<CRLF>**.

El último comando provoca un reinicio del módulo y vuelve a activar la ejecución del programa operativo. Para que NanoSUM funcione, es imprescindible recordar este paso.

5. Normativa

5.1 Normas de seguridad

El examen detallado del diseño y el método de aplicación ha permitido establecer qué riesgos presentará el producto a lo largo de su vida útil, si se utiliza correctamente, y definir así los requisitos esenciales que se le aplican. Estos requisitos pueden figurar en una o varias directivas y todos deben cumplirse independientemente de la directiva a la que pertenezcan. Por tanto, son necesarias dos condiciones para aplicar una directiva a un producto:

- El producto entra dentro de su ámbito de aplicación
- El producto presenta peligros a los que se refieren los requisitos esenciales de la directiva.

El análisis de riesgos efectuado ha puesto de manifiesto que las directivas europeas aplicables al producto en cuestión son las siguientes:

Directiva europea	Título	Referencia de la ley de transposición en Italia
2014/35/UE	Directiva de baja tensión (LVD)	Decreto legislativo n.º 86 de 19 de mayo de 2016
2014/30/UE	Directiva sobre compatibilidad electromagnética (CEM)	Decreto legislativo n.º 80 de 18 de mayo de 2016

El producto en cuestión entra en el ámbito de aplicación de la Directiva de Baja Tensión 2014/35/UE transpuesta en Italia por el Decreto Legislativo n.º 86 de 19 de mayo de 2016, y de la Directiva de Compatibilidad Electromagnética 2014/30/UE transpuesta en Italia por el Decreto Legislativo n.º 80 de 18 de mayo de 2016, ambas en vigor desde el 26 de mayo de 2016.

5.2 EMC

Este equipo ha sido diseñado de conformidad con los requisitos de las directivas indicadas en la declaración CE adjunta al producto.

6. Condiciones ambientales de uso

El equipo está diseñado para utilizarse de acuerdo con las especificaciones que figuran en la tabla siguiente:

USO PREVISTO Y LIMITACIONES DEL EQUIPO	DATOS / INFORMACIÓN DISPONIBLE
Uso previsto	El uso previsto incluye exclusivamente mediciones de parámetros físicos y químicos para meteorología, agrometeorología, hidrometría, vigilancia ambiental y climática, control remoto y automatización de acueductos, depuradoras, alcantarillados, etc., sistemas de control lógico distribuido y automatización, aplicaciones especiales para control de deslizamientos, procesos microbiológicos, químicos, etc.
Uso indebido razonablemente previsible y contraindicaciones de uso	El uso en un entorno doméstico, de consumo o de pasatiempo es incorrecto; uso por personas no calificadas y/o con formación inadecuada.
Entorno de uso	No está previsto su uso en entornos con gases o vapores explosivos corrosivos e inflamables.
Factores medioambientales críticos, en su caso	Las condiciones ambientales para un uso adecuado son: - Temperatura de referencia: 20 °C - Temperatura de funcionamiento -40 ÷ 80 °C - Humedad relativa máxima admisible: 99% sin condensación - Temperatura de almacenamiento: 0 ÷ 60 °C - Humedad de almacenamiento: 80% máximo
Profesionalidad o experiencia exigida a los operadores	El personal debe estar cualificado o debidamente formado e informado de los riesgos que conlleva.

NOTAS

- La información contenida en este documento se actualiza periódicamente. Éstas se incluyen en las nuevas ediciones del documento.
- El fabricante puede realizar modificaciones y/o cambios en el producto descrito en este documento en cualquier momento y sin previo aviso.
- Derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del fabricante.

7. Historial de revisiones

En la tabla siguiente se describen los cambios introducidos en este documento.

Versión	Fecha	Actualizaciones
00	23/05/2022	Primera versión del documento.
01	27/07/2022	Añadido offset de calibración de medición de voltaje de batería si el parámetro LI_BATT está activado.
02	22/12/2022	Gráficos de documentos modificados
03	14/04/2023	Actualizado a la versión de firmware 1.0.3.

Apéndice A: diseños de registros

A.1 Ruta de almacenamiento dinámico de datos SIAP+MICROS

Internamente en NanoSUM, los datos se almacenan en un fichero ASCII de texto plano; este fichero ASCII está estructurado en filas, siendo cada fila un registro de almacenamiento en una forma codificada denominada disposición dinámica de registros SIAP+MICROS. La longitud del esquema de registro varía en función del número y del tipo de datos que contiene, de modo que en situaciones en las que los datos que deben incluirse en el esquema son mínimos, la longitud del propio esquema, y en consecuencia el espacio ocupado por los datos, será muy pequeña. El esquema puede contener datos instantáneos y estadísticos, así como datos de alarma. Este tipo de disposición es también la forma normal en que se entregan los datos a los servidores FTP configurados.

Cada historial consta de tres partes diferenciadas denominadas respectivamente:

- Cabeza
- Cuerpo
- Terminator

Cada una de estas partes de la presentación se subdivide internamente en campos separados entre sí por el carácter ',' (ASCII 44).

Cabeza

La cabecera de la presentación del registro contiene información general que permite identificar el registro en función del hecho temporal y de la estación a la que pertenece. En detalle, su formato es el siguiente:

ST0<station_id>,<track>,hh.nn.ss,dd,mm,yy,<type>,<Mnum_input>,

El significado de los distintos campos es el siguiente:

- **ST0<id_estación>**. Cabecera que identifica el inicio de la Cabecera del registro. Consta de los caracteres "ST0" más un número que indica el código numérico (ID) de la estación. Por ejemplo, la Cabecera ST01 identifica el registro de la Estación 1.
- **<pista>**. Código constante que identifica el tipo de trayectoria del registro. Se aplica 6 para la trayectoria dinámica.
- **hh.nn.ss**. Hora, minuto y segundo del evento de almacenamiento de dos dígitos para cada campo.
- **dd**. Día del evento de almacenamiento de registros de dos dígitos.
- **mm**. Mes del evento de almacenamiento de registros de dos dígitos.
- **aa**. Año del evento de almacenamiento de registros de dos dígitos
- **<tipo>**. Código constante que identifica el tipo de registro. Vale **0 para el** tipo de trazado de registro de datos estadísticos (instantáneos y de procesamiento). Puede valer **2 para el registro de alarma** de 2 umbrales y **7 para el registro de alarma** de 3 umbrales.
- **<Mnum_input>**. Campo formado por el carácter "M" seguido de un número que indica el número total de parámetros contenidos en el cuerpo del diseño del registro. Por ejemplo, M9 indica un total de 9 parámetros, mientras que M50 indica un total de 50 parámetros.

A continuación, la cabeza identifica unívocamente la estación, el instante de tiempo al que se refieren los datos, el número y el tipo de datos que seguirán en el cuerpo.

Cuerpo

El cuerpo del gráfico de registro contiene los datos estadísticos (instantáneos, medias, mínimos, máximos, desviación típica, etc.) de cada parámetro de medida. Consta de bloques de información repetidos tantas veces como parámetros haya que representar.

En concreto, el formato del cuerpo es el siguiente:

RECORD BODY = bloque_1 + ',' + bloque_2 + ',' + bloque_3 +

Cada bloque se compone de varias secciones que juntas constituyen los datos maestros del parámetro representado. El bloque tiene una estructura dinámica, por lo que puede haber varias secciones para representarlo. En el caso concreto de los datos estadísticos, no existe un número fijo de secciones, sino que éstas pueden variar en función de las necesidades concretas. En detalle, cada bloque se estructura del siguiente modo

bloque_n = <id> + "," + sección_1 + "," + sección_2 + "," + ... + "," + sección_n

En cada bloque <id> es el identificador numérico de la medida, tal y como está configurada, mientras que las distintas secciones se subdividen a su vez en dos campos que juntos se combinan para dar una única información relativa a la medida:

section_N = <constante> + "," + <valor>

Con más detalle:

- <constante> es un carácter ASCII (ASCII 65 a ASCII 90) que expresa el significado del siguiente campo <valor>. NanoSUM admite los siguientes códigos:
 - VALOR INSTANTÁNEO del parámetro (detectado en el instante de almacenamiento del registro).
 - VALOR MEDIO del parámetro.
 - VALOR MÍNIMO del parámetro.
 - VALOR MÁXIMO del parámetro.
 - Parámetro STANDARD **FDEVICE**.
 - MINUTO MÍNIMO (expresado en minutos desde medianoche).
 - MINUTO MÁXIMO (expresado en minutos desde medianoche).
- <valor> es un valor numérico que representa el valor de la medida, un código concreto, un estado determinado, etc. Cabe señalar que el campo <valor> adquiere significados diferentes en función del campo <constante> que lo precede.

Para que quede más claro, un bloque que represente un parámetro de medición podría estructurarse de la siguiente manera:

<id> + "," + B + "," + <valor_medio> + "," + C + "," + <valor_mínimo> + D + "," + <valor_máximo>.

Las secciones representadas no son necesariamente posicionales, en el sentido de que no es necesario respetar un orden preciso; además, su número puede variar en función de la información que deba proporcionarse para el parámetro representado. Así, es posible proporcionar únicamente los datos estadísticos medios de un parámetro y los datos estadísticos medios, mínimos y máximos de otro. Los parámetros que deben almacenarse permanecen definidos en la configuración.

En situaciones en las que el campo <valor> de cualquier sección no es un valor numérico válido, se sustituye por un carácter específico que es '*' (ASCII 42).

NanoSUM pone a su disposición dos aspectos particulares que se explicaron en la sección sobre configuración:

- Es posible cambiar las letras del campo <constante> con letras dadas en configuración
- Es posible especificar <id> diferentes para parámetros estadísticos referidos a la misma medida física

Terminator

El terminador es un campo que indica el final de la pista de registro. El terminador está formado por el carácter '#' (ASCII 35) + un número que indica el número total de campos del registro entre el encabezamiento inicial "ST0" y el terminador "#", ambos inclusive. Por ejemplo, #50 indica que el registro consta de un total de 50 campos con el encabezamiento "ST0" y el terminador "#" inclusive.

El último carácter del registro será el retorno de carro <CRLF>.

Ejemplos de registros

La estación de control número 100 que el 20 de marzo de 2022 a las 14.00 horas almacenó un gráfico de registro de datos estadísticos relativos a

- Temperatura con identificador 1 en valores medio, mínimo y máximo
- Humedad con identificador 7 en valor instantáneo y medio

ST0100,6,14.00.00,20,03,2022,0,M5,1,B,18.5,C,18.3,D,18.7,7,A,65,B,63,#21<CRLF>

Modificación de la disposición de los registros de alarma

NanoSUM admite la escritura de registros de alarma de 4 estados (3 umbrales superiores y 3 inferiores), tal y como se describe en la sección sobre gestión de alarmas. También puede configurarse para soportar registros de alarma de 3 estados (2 umbrales superiores y 2 inferiores). Estos registros mantienen una estructura muy similar a la explicada y se diferencian en los siguientes aspectos:

- **Cabeza**

En la cabecera varía el campo <tipo>. Toma el valor 7 para el registro de alarma de 3 umbrales de NanoSUM. Toma el valor 2 para el registro de alarma de 2 umbrales.

- **Sección**

Las secciones siguen teniendo la forma <constante> + <valor> pero con letras y significados diferentes:

- <constante> = **T**, <valor> es siempre constante e igual a 0 en NanoSUM.
- <constante> = **W**, indica que <valor> a continuación es el tipo de alarma que puede tener los siguientes significados para NanoSUM.

Para el sistema de 3 umbrales:

- <valor> = 0, estado normal
- <valor> = 1, estado de atención superior
- <valor> = 2, estado de alarma superior
- <valor> = 3, estado de alarma superior

- <valor> = -1, estado de atención inferior
- <valor> = -2, estado de alarma inferior
- <valor> = -3, estado de alarma inferior

Para el sistema de 2 umbrales:

- <valor> = 0, estado normal
 - <valor> = 1, estado de alarma superior
 - <valor> = 2, estado de alarma superior
 - <valor> = -1, estado de alarma inferior
 - <valor> = -2, estado de alarma inferior
- <constante> = **A**, indica que <valor> abajo es el valor de medición que generó la alarma.
 - <constante> = **V**, indica que <valor> por debajo es el valor umbral de referencia que se ha superado.

Así, un bloque que represente una alarma de parámetros de medición podría estructurarse de la siguiente manera:

id + "," + T,0 + "," + W + "," + valor_1 + "," + A + "," + valor_2 + "," + V + "," + valor_3

Las cuatro secciones representadas no son posicionales, en el sentido de que no necesitan seguir un orden preciso, pero es una buena práctica representarlas en la secuencia descrita anteriormente.

Supongamos que una temperatura con identificador 12, en la estación 87, el 15 de julio de 2022 a las 15:00:00, supera el umbral de alerta temprana, de una vía de 3 umbrales, con un valor de 35°C en un umbral de 30°C. El registro de alarma se estructuraría de la siguiente manera

ST087,6,15.00.00,15,07,2022,7,M4,12,T,0,W,2,A,35,V,30,#18<CRLF>

Nombre de archivo dinámico

Los archivos en diseños dinámicos SIAP+MICROS se cargan en los servidores FTP habilitados con un nombre de archivo, con la extensión .DAT, que contiene el identificador de medición de la estación y la fecha de carga:

ST0<ID>_aaaammgghhnnss.DAT

Tomemos el ejemplo del registro de 100 estaciones

ST0100,6,14.00.00,20,03,2022,0,M5,1,B,18.5,C,18.3,D,18.7,7,A,65,B,63,#21<CRLF>

Si la carga se realiza a las 17:30:00, tendremos el fichero ST0100_20220320173000.DAT.

A.2 Trazado simplificado de datos ASCII SIAP+MICROS

La pista ASCII simplificada es una pista de transcodificación obtenida a partir de la pista dinámica de archivo SIAP+MICROS, que puede utilizarse como alternativa para el envío de datos de medida en servidores FTP habilitados para esta pista. La peculiaridad es que cada línea del trazado representa una única medida estructurada en cinco campos separados por ';'. El separador decimal es el '.' (punto).

<fecha>;<identificador>;<tipo>;<valor>;<validación><CRLF>.

En esto tenemos:

- **<datos>**: fecha formateada como aaaa-mm-dd hh:nn:ss (por ejemplo, 2022-03-29 09:05:00)
- **<identificador>**: identificador numérico de la medida.
- **<tipo>**: valor numérico que codifica el tipo de datos con esa correspondencia:
 - 1 = valor instantáneo (A)
 - 2 = valor medio (B)
 - 3 = valor mínimo (C)
 - 4 = valor máximo (D)
 - 6 = desviación típica (F)
 - 10 = minuto de mínimo (L)
 - 11 = minuto de máximo (M)
- **<valor>**: valor de medición.
- **<validación>**: se pone a 0 si el valor medido es válido, a 1 si el dato no es válido.

En caso de una medición con error (carácter '*' en la traza dinámica), la medición se introducirá con <valor> igual a -9999 y <validación> igual a 1.

Pueden darse dos casos especiales debido a las avanzadas posibilidades de configuración de NanoSUM:

- Identificadores detallados para el tratamiento estadístico.

Normalmente, el procesamiento estadístico de una medición toma el mismo identificador numérico que la medición y se distingue por el código literal en la traza dinámica. También es posible introducir un identificador numérico diferente para el procesamiento estadístico y, en ese caso, este número se utilizará en el campo <identificador>.

- Personalización de las cartas de codificación.

Como hemos visto, es posible personalizar las letras de codificación para cada tipo de tratamiento estadístico de medidas. En este caso, debe prestarse especial atención a que la letra utilizada sea una letra de transcodificación válida. Las letras de transcodificación válidas son:

- A = 1
- B = 2
- C = 3
- D = 4
- E = 5

- F = 6
- G = 7
- H = 8
- I = 9
- L = 10
- M = 11
- R = 12
- J = 13

Si personaliza con una letra sin codificar, el registro seguirá introduciéndose y <tipo> será un número igual al valor ASCII de la letra. Por ejemplo, si codifica con la letra K, <tipo> será 75.

Volvamos al ejemplo de la presentación dinámica del párrafo anterior

```
ST0100,6,14.00.00,20,03,2022,0,M5,1,B,18.5,C,18.3,D,18.7,7,A,65,B,63,#21<CRLF>
```

Su transcodificación es la siguiente:

```
2022-03-20 14:00:00;1;2;18.5;0<CRLF>
```

```
2022-03-20 14:00:00;1;3;18.3;0<CRLF>
```

```
2022-03-20 14:00:00;1;4;18.7;0<CRLF>
```

```
2022-03-20 14:00:00;7;1;65;0<CRLF>
```

```
2022-03-20 14:00:00;7;2;63;0<CRLF>
```

Los archivos en formato ASCII simplificado se cargan en los servidores FTP habilitados con un nombre de archivo, con la extensión .TXT, que contiene el identificador de medición de la estación y la fecha de carga:

ST0<ID>_aaaammgghhnnss.TXT

Tomemos el ejemplo del registro de 100 estaciones

```
ST0100,6,14.00.00,20,03,2022,0,M5,1,B,18.5,C,18.3,D,18.7,7,A,65,B,63,#21<CRLF>
```

Si la carga se realiza a las 17:30:00, tendremos el fichero ST0100_20220320173000.TXT

Es importante señalar que esta disposición no puede utilizarse para representar registros de alarmas, que por lo tanto serán descartados.

Apéndice B: Comandos de acceso al módulo 4G

B.1 Comandos AT para la gestión del sistema de archivos y el entorno operativo

NanoSUM puede recibir comandos AT en el puerto USB serie, que no se utiliza para el diagnóstico en línea. Además de los comandos 3GPP TS 27.005 y 27.007, hay una serie de comandos personalizados para la gestión de bajo nivel del módulo. En particular, nos gustaría centrarnos aquí en los comandos NanoSUM de gestión del sistema de archivos y del entorno operativo.

Tenga mucho cuidado al utilizar estos comandos.

Un uso incorrecto puede provocar el bloqueo o mal funcionamiento del datalogger

A continuación se da a entender que:

- Se requiere un sistema operativo Windows.
- Primero debe instalarse el paquete de controladores de dispositivo.
- Para algunos comandos, se requiere un terminal capaz de enviar archivos binarios ASCII enteros a un prompt de respuesta del módulo. Un posible terminal con esta característica es TeraTerm®.
- Cada comando debe terminar con los caracteres retorno de carro y avance de línea, <CRLF>.

Los siguientes comandos son compatibles con la gestión del sistema de archivos.

- **AT#M2MLIST** - lista del contenido de un directorio

La ejecución del comando muestra una lista de archivos en el directorio actual. Es posible especificar un directorio distinto del actual utilizando la sintaxis:

AT#M2MLIST=<ruta>.

En el comando, <ruta> (opcional) es la ruta. Tenga en cuenta que:

- La longitud máxima de una ruta es de 128 caracteres.
- El número máximo de caracteres permitido para un nombre de carpeta es 64.
- <ruta> distingue entre mayúsculas y minúsculas.
- <ruta> puede ir o no entre comillas dobles.
- El separador de rutas es siempre '/' (barra oblicua).
- El directorio actual al arrancar es '/mod'.

Aclarémoslo con dos ejemplos.

AT#M2MLIST

```
#M2MLIST: <.>
#M2MLIST: <..>
#M2MLIST: <Archivo>.
#M2MLIST: <FTP0>.
#M2MLIST: <FTP1>.
#M2MLIST: <LOG>.
#M2MLIST: "anylog.bin",343520
```

```
#M2MLIST: "appcfg.ini",94  
#M2MLIST: "config.ini",993  
#M2MLIST: bytes libres: 6555648
```

OK

```
AT#M2MLIST=FTP0
```

```
#M2MLIST: <.>  
#M2MLIST: <..>  
#M2MLIST: "PTR.BIN",7  
#M2MLIST: "ST01000_20220412151500.PART",82  
#M2MLIST: bytes libres: 6553600
```

OK

- **AT#M2MREAD** - lectura de un fichero

Comando utilizado para leer un archivo. La sintaxis es AT#M2MREAD=<nombre_archivo>. El campo <nombre_archivo> es siempre obligatorio y puede ser:

- Un nombre de archivo en el directorio actual.
- Un nombre de archivo relativo a una ruta.

Al especificar el nombre del archivo, o la ruta, tenga en cuenta que:

- La longitud máxima de una ruta es de 128 caracteres.
- El número máximo de caracteres permitido para un nombre de carpeta o archivo es 64.
- El número máximo de caracteres de una ruta de archivo viene dado por la suma de los 192 caracteres anteriores.
- Si <nombre_archivo> no está presente, se informa de un error.
- El nombre del archivo y la ruta distinguen entre mayúsculas y minúsculas.
- <nombre_archivo> puede ir o no entre comillas dobles.

- **AT#M2MWRITE** - escribir un archivo

Comando utilizado para escribir un archivo. La sintaxis es

```
AT#M2MWRITE=<nombre_archivo>,<tamaño>[,<binToMod>].
```

En esta:

- <nombre_archivo> es el nombre del archivo o la ruta del mismo modo que el comando anterior.
- <tamaño> es el tamaño, en bytes, del archivo que se va a escribir.
- <binToMod> es un parámetro opcional que normalmente no se utiliza. Si se establece en 1 y <nombre_archivo> tiene la extensión 'bin', el sistema guarda el archivo en el directorio '/mod' independientemente de la ruta especificada.

A la orden, NanoSUM responde con un prompt >>> esperando un número de bytes igual a <tamaño>. Las características del terminal elegido se utilizan para enviar el archivo deseado al módulo.

- **AT#M2MDEL** - borrado de un fichero

Comando utilizado para borrar un fichero. La sintaxis es `AT#M2MDEL=<nombre_archivo >`. Para el parámetro `<nombre_archivo>` se aplica lo mismo que para los demás comandos.

- **AT#M2MMKDIR** - crear un directorio

Comando utilizado para la creación de un directorio. La sintaxis es `AT#M2MMKDIR=<nombre_directorio>`.

- **AT#M2MCHDIR** - cambio del directorio actual

Comando utilizado para cambiar el directorio actual. La sintaxis es `AT#M2MCHDIR=<ruta>`.

- **AT#M2MRMDIR** - eliminación de un directorio

Comando utilizado para borrar un directorio. La sintaxis es `AT#M2MRMDIR=<nombre_directorio>`.

Se admiten los siguientes comandos para gestionar el entorno operativo.

- **AT#M2MRUN** - habilita el ejecutable en el arranque

Este es un comando utilizado para establecer los permisos de arranque de un archivo binario. La sintaxis es:

`AT#M2MRUN=<modo>[, [<archivo_bin>], [<retardo>]]`

- `<mode>` representa los modos de arranque.

Los modos 0, 1 y 2 generan un reinicio; los demás son inmediatos.

- 0: sin permiso de ejecución para todos los archivos binarios en `'/mod'`.
- 1: permiso de ejecución para todos los archivos binarios en `'/mod'`.
- 2: permiso de ejecución exclusivo para el `<file_bin>` especificado.
- 3: Detiene todas las aplicaciones en ejecución.
- 4: Inicia todas las aplicaciones si aún no se están ejecutando.
- 5: detiene todas las aplicaciones en ejecución excepto `<file_bin>`; inicia `<file_bin>` si aún no se está ejecutando.

El modo 2 se utiliza para `anylog.bin` con el comando `AT#M2MRUN=2,anylog.bin`.

- `<file_bin>` nombre de archivo binario.
- `<retardo>` retardo de ejecución en segundos.

El archivo binario ejecutable de NanoSUM se llama `anylog.bin` y normalmente debería ser el único programa en ejecución. Los retardos de inicio ya se gestionan a nivel de programa, por lo que `<delay>` puede omitirse o ponerse a cero. Por lo tanto, el comando utilizado normalmente es siempre **`AT#M2MRUN=2,anylog.bin`**. Este comando se da en la fábrica y no hay necesidad de darlo de nuevo, excepto en el caso de corrupción de la memoria del módulo.

- **AT+M2M** - habilitación del entorno operativo del datalogger

El comando anterior no es suficiente para iniciar la aplicación: el entorno debe estar explícitamente habilitado para ejecutar archivos binarios ejecutables.

El comando `AT+M2M=1` permite ejecutar el entorno de aplicación y genera un reinicio. Este comando se da en fábrica y no es necesario volver a darlo a menos que el entorno se desactive temporalmente.

El comando AT+M2M=0 desactiva el entorno de la aplicación en tiempo de ejecución y genera un reinicio. Se trata de un comando práctico en caso de que necesite detener la aplicación. Recuerde siempre reiniciar el entorno con el comando AT+M2M=1.

- **AT#REBOOT** - reinicio del software del datalogger

El comando reinicia el núcleo primario del datalogger para un arranque limpio de todo el sistema operativo.

En los párrafos siguientes se mostrarán algunos ejemplos de uso.

B.2 Carga manual del archivo de configuración

Para cargar manualmente el fichero de configuración config.ini distinguimos dos casos:

1. Funcionamiento normal con NanoSUM siempre encendido

La configuración puede modificarse incluso con el programa operativo en marcha mediante comandos:

- AT#M2MLIST
- AT#M2MDEL=config.ini
- AT#M2MWRITE=config.ini,<tamaño>.
- En el indicador >> envíe la configuración con el programa terminal
- Al final de la carga, el formulario responderá con OK
- AT#REBOOT para reiniciar el módulo y hacer operativa la nueva configuración

2. Operación de apagado con el NanoSUM desconectado

En caso de parada, es posible reiniciar en modo diagnóstico pulsando el botón REBOOT durante más de seis segundos para volver al caso anterior. Sin embargo, hay que acordarse de volver a poner el módulo en modo normal al terminar.

También es posible proceder de otro modo deteniendo temporalmente el entorno operativo:

- AT+M2M=0 detiene el entorno y reinicia el módulo
- Proceda como en el paso anterior pero sin dar el comando AT#REBOOT
- AT+M2M = 1 reinicia el entorno y el módulo

En los casos de funcionamiento en apagado, es necesario conocer de antemano el número del puerto serie USB que se va a utilizar. El procedimiento más seguro es poner el módulo en diagnóstico o utilizar servidores FTP.

B.3 Carga manual del archivo del programa de funcionamiento

Para cargar manualmente el archivo de programa anylog.bin, proceda exactamente como en la sección B.2.

B.4 Desactivación y activación del entorno operativo manual

Para desactivar el entorno operativo, envíe el comando AT+M2M=0. Tenga en cuenta que en este caso se excluye toda la funcionalidad del registrador de datos, el programa operativo no se ejecuta y el módulo es a todos los efectos un módem 4G.

Para habilitar el entorno operativo, envíe el comando AT+M2M=1. El comando reiniciará el módulo y ejecutará los binarios habilitados con el comando AT#M2MRUN.

B.5 Activar la ejecución de anylog.bin

Para habilitar la ejecución del programa anylog.bin, escriba el comando AT#M2MRUN=2,anylog.bin y, a continuación, AT+M2M=1.

B.6 Activación y desactivación manual del modo de diagnóstico

Para activar el modo de diagnóstico:

- AT+M2M=0 detiene el entorno y reinicia el módulo
- AT#M2MLIST
- AT#M2MDEL=normal.opr
- AT+M2M = 1 reinicia el entorno y el módulo

Para desactivar el modo de diagnóstico y entrar en el modo normal:

- AT#M2MWRITE=normal.opr,6
- En el indicador >> escriba desde el terminal los seis bytes **NORMAL**
- Una vez completado, el formulario responderá con OK.
- AT#REBOOT para reiniciar el módulo y hacer operativo el nuevo modo