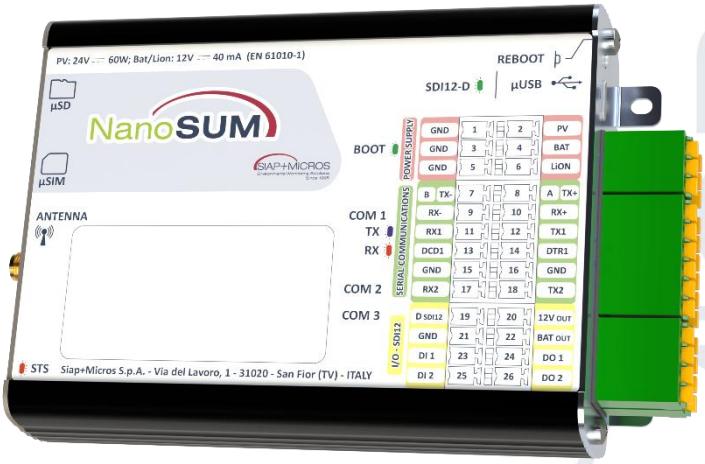
SIAP+MICROS
Since 1925 Environmental Monitoring Solutions

e016 NanoSUM

Centralina di acquisizione dati



Manuale utente

Versione firmware 1.3.1

Siap+Micros S.p.A.
Via del Lavoro, 1
31020 - San Fior (TV) - ITALY

tel.: +39 0438 491411 - fax: +39 0438 401547
e-mail: info@siapmicros.com
www.siapmicros.com

Sommario

1. Precauzioni e misure di sicurezza ... 5
1.1 Destinazione d'uso ... 5
1.2 Avvertenze ... 6
1.3 Lo spostamento ... 6
1.4 Rimozione dell'imballo ... 6
1.5 Procedura per la corretta accensione della centralina ... 6
1.6 Procedura per l'avvio diagnostico della centralina ... 7
1.7 Procedura di riavvio della centralina ... 8
1.8 Durante il funzionamento ... 8
1.9 Immagazzinamento ... 8
1.10 Manutenzione ... 8
1.10.1 Pulizia dello strumento ... 8
1.10.2 Protezioni delle linee elettriche ... 8
1.10.3 Sostituzione delle batterie in versione IP68 ... 9
1.11 Smaltimento ... 9
2. Hardware e connessioni ... 10
2.1 Morsettiera e connessioni NanoSUM ... 10
2.2 Alimentazione NanoSUM ... 12
2.2.1 Ingresso pannello solare e batteria al piombo ... 12
2.2.2 Ingresso batteria non ricaricabile, alimentatore $12V_{DC}$ ... 13
2.2.3 Tabella riepilogativa delle alimentazioni ... 13
2.3 Alimentazione in uscita verso i sensori ... 14
2.4 Ingressi Digitali ... 15
2.5 Connettività ... 16
2.5.1 COM1 Interfaccia multi seriale RS – 485 / RS – 232 / RS – 422 ... 16
2.5.2 COM2 Interfaccia seriale RS – 232 ... 17
2.5.3 COM3 Interfaccia SDI – 12 ... 17
2.5.4 Interfaccia µUSB slave ... 18
2.5.5 Connettività a radio frequenza ... 18
2.6 Altre caratteristiche ... 19
2.7 Requisiti generali di installazione ... 20
2.8 NanoSUM versione IP68 ... 21
3. Guida all'utilizzo e programmazione ... 23
3.1 Aspetti generali ... 23
3.2 Sensori e misure ... 25
3.2.1 Cadenze in stato di funzionamento normale ... 25
3.2.2 Cadenze in uno stato d'allarme ... 26

3.2.3 Tipologie di sensori acquisibili ... 26
3.2.4 Caratteristiche comuni delle misure ... 30
3.3 Acquisizioni ... 30
3.3.1 Strategie di alimentazione dei sensori ... 31
3.4 Elaborazioni sui dati acquisiti ... 31
3.4.1 Elaborazioni istantanee ... 31
3.4.2 Elaborazioni statistiche ... 32
3.5 Memorizzazione principale e di backup ... 32
3.6 Trasmissione, invio FTP e funzionalità FTP avanzate ... 33
3.6.1 FTPS: FTP su TLS / SSL ... 34
3.6.2 Funzionalità avanzate: aggiornamento firmware ... 35
3.6.3 Funzionalità avanzate: aggiornamento configurazione ... 36
3.6.4 Funzionalità avanzate: comandi via FTP ... 36
3.7 Comandi SMS ... 41
3.8 Gestione data e ora di sistema ... 42
3.9 Gestione allarmi ... 45
3.10 BMS: battery management system ... 48
3.11 Watchdog ... 49
3.12 Funzionalità di basso consumo: funzionamento in shutdown ... 50
3.13 Modalità diagnostica ... 50
4. Configurazione ... 53
4.1 Parametri generali di stazione ... 55
4.2 Parametri configurazione sensori ... 64
4.2.1 Sensori MODBUS ... 65
4.2.2 Sensori SD – I12 ... 66
4.2.3 Sensori Digitali ... 66
4.2.4 Sensori Diagnostici Locali ... 67
4.2.5 Parametri Aggiuntivi Sensori ... 68
4.3 Esempio di configurazione ... 74
4.4 Caricamento file di configurazione da terminale ... 80
4.5 Caricamento file di programma operativo da terminale ... 82
5. Normative ... 83
5.1 Norme di sicurezza ... 83
5.2 EMC ... 83
6. Uso conforme dell'apparecchiatura ... 84
7. Cronologia delle revisioni ... 85
8. Dichiarazione di Conformità UE ... 86
Appendice A: tracciati record ... 88
A.1 Tracciato di memorizzazione dati SIAP+MICROS dinamico ... 88

A.2 Tracciato dati SIAP+MICROS ASCII semplificato 92
Appendice B: comandi di accesso al modulo 4G 94
B.1 Comandi AT di gestione del file system ed ambiente operativo 94
B.2 Caricamento manuale del file di configurazione 97
B.3 Caricamento manuale del file di programma operativo 98
B.4 Disabilitazione ed abilitazione manuale ambiente operativo 98
B.5 Abilitazione all'esecuzione di anylog.bin 98
B.6 Abilitazione e disabilitazione manuale della modalità diagnostica 98

1. Precauzioni e misure di sicurezza

NanoSUM è uno strumento di misura compatto per l'acquisizione, elaborazione, memorizzazione e trasmissione di misure di sensori digitali in vari protocolli di comunicazione. Questa apparecchiatura è conforme ai requisiti richiesti della direttiva bassa tensione (LVD) 2014/35/UE, della direttiva sulla compatibilità elettromagnetica (EMC) 2014/30/UE e della direttiva sulle apparecchiature radio (RED) 2014/53/UE.

Si presti particolare attenzione al significato dei seguenti simboli che potranno essere incontrati nel presente manuale e nella documentazione di prodotto (etichette, specifiche tecniche, brochure ecc…).

⚠ Simbolo di attenzione / pericolo generico. Indica un rischio potenziale che può causare danni a persone o cose. Prestare particolare attenzione quando si trova il simbolo.

Smaltimento del Il prodotto NON deve essere smaltito come rifiuto urbano ma piuttosto in accordo con la direttiva europea dei rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) 2012/19/UE.

⎓ Simbolo di tensione e corrente continua.

Per la sicurezza dell'operatore è necessario seguire le procedure descritte nel presente manuale e leggere con particolare attenzione tutte le note.

1.1 Destinazione d'uso

La centralina della serie NanoSUM è un'unità di gestione locale per stazioni di monitoraggio ambientale e meteo – climatico in grado di interfacciare direttamente sensori meteo, analizzatori, sonde chimico–fisiche, attuatori, ecc. che abbiano una uscita seriale in protocollo MODBUS o in SDI – 12. E' inoltre in grado di acquisire direttamente sino ad un massimo di due ingressi digitali di frequenza o impulso. É stato progettato per rispondere a diverse esigenze di acquisizione, elaborazione e trasmissione dei dati, dalle più semplici, per singole stazioni, a più complesse per reti di stazioni di vario genere gestite da centri di controllo remoti.

Conservare con cura il presente manuale e tenerne una copia sempre a disposizione degli operatori. Per informazioni tecniche e commerciali e per supporto, si faccia riferimento ai contatti del produttore.

SIAP+MICROS S.p.a.

Via del Lavoro 1,

31020 – San Fior (TV) - Italia

https://www.siapmicros.com/

https://www.siapmicros.com/contatti/

Per un dettaglio sulle specifiche tecniche si faccia riferimento alla pagina di prodotto.

https://www.siapmicros.com/acquisizione_dati/datalogger/

1.2 Avvertenze

NanoSUM è uno strumento progettato per essere utilizzato da personale addestrato allo scopo. Il costruttore declina ogni responsabilità in caso di guasti dovuti all'inosservanza delle istruzioni, manomissioni, utilizzi non previsti dal presente manuale, uso improprio dell'apparecchio, uso da parte di operatori non istruiti. Solo personale autorizzato ed addestrato deve avere accesso all'area di lavoro per le normali operazioni di uso e manutenzione.

Norme generali di sicurezza

- Maneggiare lo strumento solo con mani perfettamente asciutte.
- Lo strumento non deve operare in presenza di gas infiammabili, fumi o in qualunque ambiente a rischio di esplosione.
- Non asportare, sostituire o modificare, alcuna parte elettrica o meccanica senza autorizzazione.
- Le operazioni di manutenzione, la sostituzione di componenti e gli interventi all'interno dell'apparecchio, devono essere effettuati solo dal personale tecnico specializzato SIAP+MICROS o formato da SIAP+MICROS.
- Prestare attenzione ad ogni eventuale etichetta di avvertimento contro procedure potenzialmente pericolose.

1.3 Lo spostamento

Per evitare danni all'apparecchiatura, prestare attenzione durante il trasporto.

1.4 Rimozione dell'imballo

Prima di rimuovere l'imballo e installare lo strumento assicurarsi di aver preso le seguenti precauzioni:

- Usare guanti adatti per proteggersi contro eventuali abrasioni ecc.
- Se vengono riscontrati eventuali danni arrecati durante il trasporto a carico del fornitore, restituire lo strumento al fornitore.
- Una volta tolto dall'imballo, posare lo strumento e le parti che lo compongono su una superficie piana.
- Prestare attenzione ai connettori presenti nella parte laterale del contenitore della strumentazione durante l'operazione.

Prima di installare lo strumento controllare che:

- La tensione di rete della zona di installazione sia conforme alle condizioni operative dello strumento.

Evitare di accendere lo strumento prima di aver attentamente seguito le istruzioni di installazione e avvio riportate in questo manuale.

1.5 Procedura per la corretta accensione della centralina

La seguente procedura permette la corretta alimentazione della centralina NanoSUM con una batteria al piombo acido ed un pannello solare.

1. Collegare la batteria al connettore di alimentazione ai pin BAT – GND (vedi capitolo 2).
2. Fare attenzione alla polarità della batteria: BAT deve essere connesso al terminale positivo e GND al negativo[1].
3. Collegare il pannello solare al connettore di alimentazione ai pin PV – GND (vedi capitolo 2).
4. Fare attenzione alla polarità del pannello solare: PV deve essere connesso al terminale positivo e GND al negativo.
5. Se non ancora fatto, inserire il connettore nella morsettiera.

NanoSUM può anche essere alimentato con una batteria agli ioni di litio non ricaricabile od un alimentatore da $12V_{DC}$ nominali. Nel qual caso collegare la batteria al litio o l'alimentatore al connettore di alimentazione ai pin LiON – GND prestando attenzione che il pin LiON sia il positivo e GND il negativo.

E' possibile la coesistenza di tutte e due le tipologie di alimentazione, ossia batteria al piombo con pannello solare e batteria al litio su connettore LiON. Il pannello solare caricherà solo ed esclusivamente la batteria al piombo. La sorgente di alimentazione effettiva del datalogger sarà quella con la tensione più alta. Ad esempio, se si ha una batteria al piombo a 12V ed una al litio a 7V, verrà utilizzata la batteria al piombo. Viceversa, se si ha una batteria al piombo a 12V ed un alimentatore a 13.8V connesso su LiON, sarà utilizzato l'alimentatore per l'intero datalogger e la batteria sarà in questo caso una forma di back up dell'alimentazione in caso di mancanza di tensione di rete per l'alimentatore principale.

Nel caso si utilizzino alimentatori esterni connessi alla rete di distribuzione dell'energia elettrica, prestare particolare attenzione alla selezione del dispositivo di alimentazione, all'isolamento ed al filtraggio di rete.

Prestare attenzione al led verde denominato **BOOT**[2]: questo deve lampeggiare per indicare l'avvio del modulo. Se così non fosse tenere premuto il pulsante di **REBOOT**[2] per tre secondi e lo si rilasci non appena il led BOOT inizia a lampeggiare. Non prolungare oltre la pressione.

La corretta accensione del modulo è segnalata dal led rosso **CONNECTION STATUS** che, dopo un ritardo di boot di circa venti secondi, inizia a lampeggiare.

1.6 Procedura per l'avvio diagnostico della centralina

Come sarà spiegato in dettaglio al paragrafo 3.13, la centralina può funzionare in una particolare modalità operativa, denominata modalità diagnostica, che è la modalità impostata di fabbrica per il primo avvio del datalogger, ed è molto utile sia in fase di prima installazione sia in fase di manutenzione. Questa particolare modalità può essere attivata sia via software sia attraverso il pulsante di accensione REBOOT.

L'attivazione della modalità diagnostica si ottiene premendo e mantenendo premuto il pulsante REBOOT per almeno sei secondi. Il led verde BOOT inizierà a lampeggiare già al terzo secondo di pressione, non rilasciarlo ma continuare sino ad almeno sei secondi. Per sicurezza si può contare sino ad un massimo di otto secondi e poi rilasciare. La centralina si avvierà in modalità diagnostica.

[1] NanoSUM è dotato di dispositivi di protezione contro l'inversione di polarità. E' comunque bene prestare attenzione ai collegamenti.

[2] Si faccia riferimento al capitolo 2 per la descrizione dell'hardware

La corretta accensione del modulo è segnalata dal led rosso **CONNECTION STATUS** che, dopo un ritardo di boot di circa venti secondi, inizia a lampeggiare.

1.7 Procedura di riavvio della centralina

Per riavviare in modalità normale un NanoSUM correntemente acceso, tenere premuto il pulsante di REBOOT per almeno tre secondi e rilasciarlo non appena il led BOOT inizia a lampeggiare. Non prolungare la pressione oltre i cinque secondi.

Per riavviare in modalità diagnostica un NanoSUM correntemente acceso, tenere premuto il pulsante di REBOOT per almeno 10 secondi per poi rilasciarlo.

La corretta accensione del modulo è segnalata dal led rosso **CONNECTION STATUS** che, dopo un ritardo di boot di circa venti secondi, inizia a lampeggiare.

1.8 Durante il funzionamento

Durante il funzionamento evitare di intervenire sui collegamenti elettrici: togliere completamente l'alimentazione prima di effettuare qualsiasi modifica.

1.9 Immagazzinamento

Se si prevede di non utilizzare l'apparecchiatura per un periodo di tempo prolungato (almeno un anno) scollegare tutti i cavi dall'apparecchio, inserirlo in un sacchetto di plastica trasparente insieme ad un sacchetto di sali essiccanti e sigillare il sacchetto con del nastro adesivo. Apporre opportuna indicazione sul sacchetto del contenuto e del peso dell'apparecchiatura inserendo la dicitura "MANEGGIARE CON CURA".

Conservare lo strumento in un ambiente con temperatura compresa tra 0 e 60 gradi con un'umidità non superiore all'80%. Assicurarsi che lo strumento sia riposto in posizione stabile e che non sia possibile danneggiarlo o spostarlo mediante imperizia o distrazione. Non sovrapporre altri strumenti o pesi. Non sovrapporre lo strumento ad altri strumenti e comunque assicurarsi della solidità e stabilità del supporto sottostante.

1.10 Manutenzione

1.10.1 Pulizia dello strumento

Prima di effettuare la pulizia dello strumento scollegare tutti i cavi di connessione. Per la pulizia utilizzare un panno morbido e asciutto. Non usare mai panni umidi, solventi, acqua o altri liquidi. E' possibile utilizzare l'aria compressa per eliminare eventuali residui polverosi.

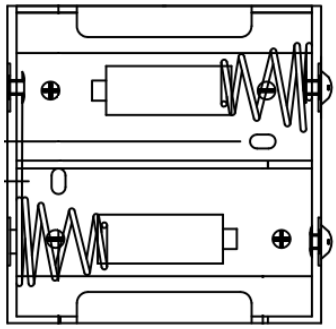
1.10.2 Protezioni delle linee elettriche

Il prodotto è dotato di dispositivi di protezione contro le scariche elettrostatiche. Le alimentazioni inoltre sono provviste di circuiteria contro le inversioni di polarità. Non sono presenti fusibili di protezione da sovracorrenti pertanto si presti particolare attenzione ai collegamenti e si faccia sempre riferimento alle specifiche tecniche dello strumento per i limiti di applicabilità. Si veda il capitolo 2 per maggiori dettagli.

1.10.3 Sostituzione delle batterie in versione IP68

Il prodotto è disponibile in una versione con scatola a tenuta IP68 equipaggiato a batterie[3]. Per la sostituzione delle batterie si tenga presente che:

- Il pacco batteria contiene 2 batterie: sostituire sempre entrambe le batterie anche se una sola dovesse essere esausta.
- Le batterie devono essere della tipologia ER34615M, ovvero batterie al litio Li-$SOCl_2$.
- Le batterie devono essere in grado di erogare corrente continua pari a 2000 mA.
- Le batterie devono essere in grado di erogare una corrente impulsiva fino a 3000 mA.
- Fare attenzione alla corretta polarità della batteria indicata nel porta batterie stesso.



- Sostituire le batterie a datalogger scollegato.
- Non manomettere in nessun modo il pacco batteria.

In caso di dubbi, contattare SIAP+MICROS per assistenza.

1.11 Smaltimento

In conformità alla direttiva 2012/19/UE dell'Unione Europea sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche, questo prodotto deve essere smaltito portandolo in un punto di raccolta designato per il riciclaggio di apparecchiature elettriche ed elettroniche.

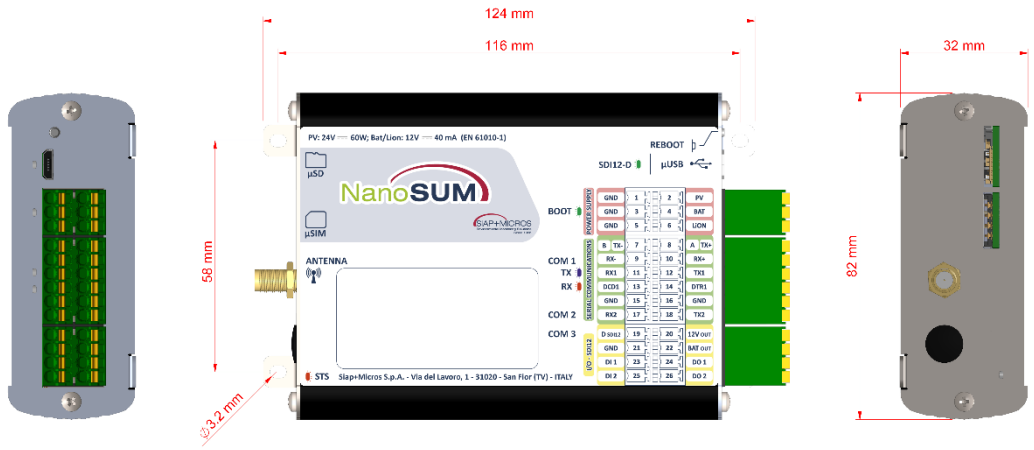
Per ulteriori informazioni relative al centro di riciclaggio più vicino, contattare gli uffici dell'autorità locale più vicini.

[3] Maggiori dettagli nel capitolo Hardware e Connessioni.

2. Hardware e connessioni

2.1 Morsettiera e connessioni NanoSUM

Datalogger



Morsettiera e connessioni

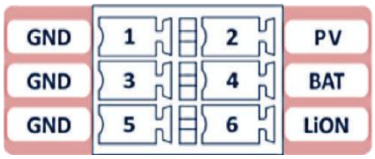
Massa	GND	1	2	PV	Ingresso Pannello Solare
Massa	GND	3	4	BAT	Ingresso Batteria al piombo acido
Massa	GND	5	6	LiON	Ingresso in DC o batteria litio
B(-) RS–485 / TX- RS–422 COM1	B TX-	7	8	A TX+	COM1 A(+) RS–485 / TX+ RS–422
RX- RS–422 COM1	RX-	9	10	RX+	COM1 RX+ RS–422
RX RS–232 COM1	RX1	11	12	TX1	COM1 TX RS–232
DCD RS–232 COM1	DCD1	13	14	DTR1	COM1 DTR RS–232
Massa RS–232 COM2	GND	15	16	GND	COM1 Massa RS–232
RX RS–232 COM2	RX2	17	18	TX2	COM2 TX RS–232
Linea dato SDI–12 COM3	D SDI12	19	20	12V OUT	Uscita 12V / 100mA
Massa	GND	21	22	BAT OUT	Uscita tensione batteria
Ingresso digitale 1	DI 1	23	24	DO 1	Uscita digitale 1
Ingresso digitale 2	DI 2	25	26	DO 2	Uscita digitale 2

Il datalogger NanoSUM è dotato di:

- **Morsettiera di connessione.** Morsettiera compatta con contatti a molla che ospita:
  - **Connettori di alimentazione**. Evidenziati in rosa nella figura a pagina precedente, comprendono le connessioni di pannello solare (PV – GND), batteria al piombo ricaricabile (BAT – GND), ingresso in DC (LiON – GND)
  - **Periferica di comunicazione COM1**. E' una porta di comunicazione di acquisizione verso sensori in protocollo MODBUS che può essere utilizzata alternativamente come RS – 485 (A, B), RS – 232 (RX1, TX1, DTR1, DCD1, GND) oppure come RS – 422 (TX+, TX-, RX+, RX-)
  - **Periferica di comunicazione COM2**. E' una porta di comunicazione RS – 232 (RX2, TX2, GND) di acquisizione verso sensori in protocollo MODBUS.
  - **Periferica di comunicazione COM3**. E' una porta di comunicazione standard verso sensori SDI – 12, linea dato al pin 19 della morsettiera, indicato come D_{SDI12}.
  - **Alimentazione sensori di uscita**: $12V_{OUT}$: 12V / 100mA, BAT_{OUT}: tensione pari alla tensione di alimentazione, DO1, DO2: uscite open drain per abilitazione relè o alimentatori esterni.
  - **Ingressi digitali**: sono presenti due ingressi digitali DI1 e DI2, entrambi riferiti alla massa comune GND, in grado di acquisire sia segnali open drain sia segnali attivi (massimo 24V) per misure di frequenza, periodo, conteggio di impulsi, contatore cumulato.
- **Connettore µUSB tipo B**. Connettore di configurazione e debug avanzato.
- **Pulsante di reset**. Se si tiene premuto il pulsante accanto alla µUSB per più di tre secondi, il datalogger si riavvia.
- **Connettore µSIM**. Per un normale funzionamento del datalogger è necessario che sia inserita una µSIM M2M valida. Contattare il provider del servizio di rete cellulare per maggiori informazioni.
- **Connettore µSD card**. E' presente un connettore µSD card per la memorizzazione di backup dei dati.
- **Connettore d'antenna principale**. Il connettore d'antenna principale è di tipo SMA femmina in grado di alloggiare un'antenna di impedenza 50Ω. Le bande dell'antenna devono ricadere tra le bande del modulo. Si faccia riferimento alle specifiche tecniche dettagliate per maggiori indicazioni.
- **Predisposizione opzionale per GNSS**. In fianco all'antenna, un tappo nero copre la predisposizione per il sistema di posizionamento satellitare GNSS. Si contatti la SIAP+MICROS S.p.a. per maggiori informazioni riguardo la possibilità di acquisto di tale opzione.
- **LED di segnalazione**. NanoSUM è dotato di cinque LED di segnalazione:
  - **CONNECTION STATUS**: LED rosso il cui lampeggio indica lo stato della connessione.
  - **BOOT**: LED verde lampeggiante all'avvio od al riavvio del datalogger; in queste fasi il lampeggio è di un secondo acceso ed un secondo spento alternativamente. Il LED si accende durante le fasi di acquisizione per indicare il corretto funzionamento del modulo.
  - **COM1 TX**: LED blu che indica trasmissione dal datalogger verso un sensore sulla COM1.
  - **COM1 RX**: LED rosso che indica ricezione da un sensore verso il datalogger sulla COM1.
  - **SDI12-D**: LED verde che indica scambio dati sulla interfaccia SDI – 12.

2.2 Alimentazione NanoSUM

La sezione di alimentazione comprende il connettore denominato POWER SUPPLY ed evidenziato in rosa nell'etichetta del datalogger.



L'NanoSUM è in grado di gestire due possibili modalità di alimentazione:

1. Pannello solare e batteria al piombo ricaricabile da 12V nominali alle coppie PV – GND e BAT – GND ossia i pin 2, 1 e 4, 3.
2. Batteria non ricaricabile o alimentatore da banco $12V_{DC}$ nominali alla coppia LiON – GND, pin 6 e 5.

2.2.1 Ingresso pannello solare e batteria al piombo

NanoSUM è dotato di un carica batteria autonomo in grado di gestire un pannello solare e la carica di una batteria al piombo da 12V nominali. Caratteristiche peculiari del carica batterie sono:

- Algoritmo di carica a 3 fasi: bulk (corrente costante), absorb (tensione costante), float (mantenimento)
- Autolimitazione potenza in ingresso: 3.2 A di corrente massima, 60W.
- Autolimitazione corrente verso la batteria a 3.2 A.
- Algoritmo di tracking dinamico del punto di lavoro del pannello solare per ottenere la massima potenza disponibile (MPPT, **M**aximum **P**ower **P**oint **T**racking).
- Correzione della tensione di carica in funzione della temperatura per preservare la batteria.
- Misura diagnostica di tensione batteria e tensione pannello solare.

Si faccia riferimento alle specifiche tecniche per le caratteristiche elettriche dettagliate del carica batterie, dei pannelli solari e batterie compatibili.

L'ingresso pannello solare è contrassegnato dai morsetti **PV** (positivo, pin 2) e **GND** (negativo, pin 1) ed ha la funzione principale di mantenere la carica sulla batteria al piombo di alimentazione. Sono supportati pannelli solari per la carica di batterie da 12V, con tensione massima ammessa di $28V_{DC}$, di qualsiasi potenza essendo questa autolimitata a circa 60W. In condizione di irraggiamento solare, il circuito di carica batteria adatta il punto di lavoro del pannello per ottenere la massima potenza ed è in grado di erogare sino a 3.2A sulla batteria. L'ingresso del pannello è equipaggiato con:

- Circuito di protezione contro le inversioni di polarità
- Filtraggio passa basso
- Filtraggio per limitare gli spike da inserzione
- Circuito di protezione contro scariche elettrostatiche sino a 18 kV qualificato per le norme:
    - IEC 61000-4-2, livello 4
    - IEC 61000-4-5 (surge); corrente di picco 3 A alla curva 8/20 µs
    - AEC-Q101

L'ingresso batteria è contrassegnato dai morsetti **BAT** (positivo, pin 4) e **GND** (negativo, pin 3) ed ha la funzione di alimentazione principale del datalogger. A questi morsetti è possibile collegare una batteria al piombo con tensione nominale 12V. L'ingresso batteria è dotato inoltre di:

- Circuito di protezione contro le inversioni di polarità
- Limitatore di tensione a 18V
- Circuito di protezione contro scariche elettrostatiche sino a 18 kV qualificato per le norme:
  - IEC 61000-4-2, livello 4
  - IEC 61000-4-5 (surge); corrente di picco 3 A alla curva 8/20 µs
  - AEC-Q101

Il carica batterie inoltre è dotato di uno speciale algoritmo per preservare la batteria al piombo in condizione di scarica profondo; in particolare se la tensione batteria scende sotto i 10.5V, l'algoritmo spegne completamente il datalogger per proteggere la batteria da una scarica profonda. Il carica batterie ad ogni modo continua a funzionare pertanto in presenza di irraggiamento solare riprenderà a caricare la batteria. A questo punto, quando la tensione batteria sarà salita sopra gli 11.5V, l'algoritmo provvede a rialimentare il datalogger e provvede ad un avvio pulito del modulo. L'algoritmo, come si vedrà più avanti, può essere disabilitato da chiave di configurazione.

2.2.2 Ingresso batteria non ricaricabile, alimentatore 12V$_{DC}$

L'ingresso contrassegnato dai morsetti **LiON** (positivo, pin 6) e **GND** (negativo, pin 5) può ospitare una fonte di alimentazione indipendente quale un alimentatore da banco con tensione nominale di 12V$_{DC}$ o una batteria non ricaricabile, tipicamente agli ioni di litio. L'ingresso è equipaggiato con un diodo di protezione contro le inversioni di polarità. In caso di alimentazione da batteria al litio non ricaricabile è necessario disabilitare l'algoritmo di protezione delle batterie per permettere il funzionamento a tensioni sino al limite minimo di 6V[4].

In caso di utilizzo dell'ingresso di alimentazione LiON, non utilizzare l'ingresso batteria e pannello solare. I due sistemi di alimentazione sono mutuamente esclusivi.

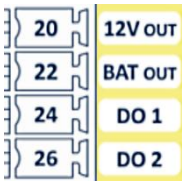
2.2.3 Tabella riepilogativa delle alimentazioni

Ingresso alimentazione	Nome	Pin
Pannello Fotovoltaico 24V$_{MAX}$ ⎓ 60W$_{MAX}$	PV – GND	Ingresso positivo: pin 2 Ingresso negativo: pin 1
Batteria al piombo ricaricabile da 12V ⎓	BAT – GND	Ingresso positivo: pin 4 Ingresso negativo: pin 3
Ingresso ausiliario 6V ÷ 15V ⎓	LiON – GND	Ingresso positivo: pin 6 Ingresso negativo: pin 5

[4] Per maggiori informazioni si faccia riferimento ai paragrafi *3.10 BMS: battery management system* e *4.1: Parametri generali di stazione*.

2.3 Alimentazione in uscita verso i sensori

Il datalogger NanoSUM può alimentare i sensori a lui connessi attraverso quattro possibili uscite con caratteristiche elettriche differenti. Le alimentazioni di uscita fanno parte del connettore I/O – SDI12, di colore giallo in etichetta, come mostrato sotto.



Le quattro uscite, tutte riferite alla massa della scheda GND, hanno le seguenti caratteristiche:

1. **$12V_{OUT}$**: pin 20 della morsettiera, 12V regolati con corrente massima 100mA. Opzionalmente è possibile richiedere una alimentazione di 5V con le stesse limitazioni di corrente[5]. L'uscita, normalmente spenta, può essere configurata accesa o con accensione preliminare ad una scadenza di acquisizione. Si faccia riferimento ai capitoli successivi per maggiori dettagli.
2. **BAT_{OUT}**: pin 22 della morsettiera, riporta in uscita la tensione di alimentazione in ingresso. L'uscita, normalmente spenta, può essere configurata accesa o con accensione preliminare ad una scadenza di acquisizione. Si faccia riferimento ai capitoli successivi per maggiori dettagli.
3. **DO1**: pin 24 della morsettiera, uscita open drain utile per attivare relè o pin di abilitazione di alimentatori esterni. L'uscita, normalmente spenta, può essere configurata accesa o con accensione preliminare ad una scadenza di acquisizione. Si faccia riferimento ai capitoli successivi per maggiori dettagli.
4. **DO2**: pin 26 della morsettiera, uscita open drain utile per attivare relè o pin di abilitazione di alimentatori esterni. L'uscita, normalmente spenta, può essere configurata accesa o con accensione preliminare ad una scadenza di acquisizione. Si faccia riferimento ai capitoli successivi per maggiori dettagli.

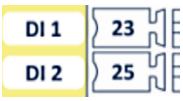
Le due uscite open drain DO1 e DO2 sono inoltre equipaggiate con circuito di protezione da scariche elettrostatiche con le caratteristiche:

- Protezione ESD sino a 30 kV secondo la norma IEC 61000-4-2
- Protezione ESD sino a 30 kV secondo la ISO 10605; C = 330 pF, R = 330 Ω
- ISO 7637-3: impulso a: VS = -150 V / Impulso b: VS= +100 V
- Qualificata AEC-Q101

[5] L'opzione va concordata in sede di offerta commerciale.

2.4 Ingressi Digitali

Sullo stesso connettore I/O – SDI12 sono presenti due ingressi digitali **DI1**, pin 23, e **DI2**, pin 25, anche questi riferiti alla massa comune GDN della scheda.



Caratteristiche peculiari di questi ingressi sono:

- Capacità di acquisire impulsi ad onda quadra con duty cycle variabile da segnali open drain o ad emettitore aperto poiché equipaggiati con pull up e traslatori di livello interni.
- Capacità di acquisire impulsi ad onda quadra con duty cycle variabile da segnali attivi poiché equipaggiati di circuiteria di limitazione e traslatori di livello interni.
- L'acquisizione dei canali deve essere abilitata in configurazione e, nel qual caso, questi sono acquisiti con cadenza al secondo per misura di:
    - Frequenza
    - Conteggio
    - Stato logico
    - Intervallo di tempo in uno stato logico

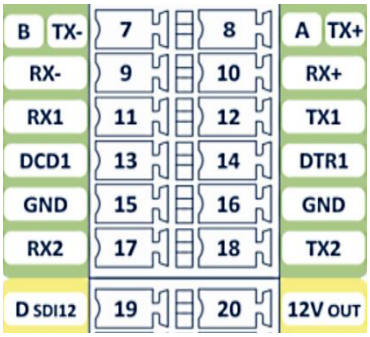
Per quanto riguarda invece la circuiteria di protezione contro le scariche elettrostatiche abbiamo:

- Protezione ESD sino a 30 kV secondo la norma IEC 61000-4-2
- Protezione ESD sino a 30 kV secondo la ISO 10605; C = 330 pF, R = 330 Ω
- ISO 7637-3: impulso a: VS = -150 V / Impulso b: VS= +100 V
- Qualificata AEC-Q101

2.5 Connettività

NanoSUM dispone di diverse interfacce di comunicazione verso i sensori e di diagnostica / configurazione che si analizzeranno nei prossimi paragrafi.

Le interfacce verso i sensori sono prevalentemente dislocate sul connettore contrassegnato con SERIAL COMMUNICATIONS, di colore verde in etichetta, e sul pin 19 della morsettiera come mostrato nella prossima figura.



A queste si aggiunge una interfaccia µUSB B per diagnostica e configurazione del modulo.

In questo capitolo si descriverà anche l'hardware che implementa la connettività a radio frequenza.

2.5.1 COM1 Interfaccia multi seriale RS – 485 / RS – 232 / RS – 422

La COM1 è un'interfaccia multi seriale nel senso che può essere utilizzata, alternativamente, come RS – 485, come RS – 232 oppure come RS – 422; permette quindi grande versatilità nella connessione di sensori seriali. Su questa interfaccia possono essere collegati sensori in protocollo standard MODBUS. Il baud rate può essere selezionato tra 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 bps per la RS – 485 ed RS – 422. La RS – 232 permette invece di arrivare anche a 115200 bps. Di seguito le caratteristiche delle varie interfacce disponibili:

- **RS – 485**

  E' caratterizzata dai morsetti **A** (positivo, pin 8) e **B** (negativo, pin 7); l'interfaccia è equipaggiata con:
  - Resistenza di pull up da 4.7 kΩ verso 3.8V sul pin positivo A
  - Resistenza di pull down da 4.7 kΩ verso massa sul pin negativo B
  - Circuito di filtraggio passa basso, su entrambe le linee, con frequenza di taglio di 7.2 MHz
  - Circuito di protezione dalle scariche elettrostatiche con le caratteristiche:
    - Aderenza alla norma IEC61000-4-2 (ESD) ±15kV (aria), ±8kV (contato)
    - Aderenza alla norma IEC61000-4-4 (EFT) 40A (5/50ns)
    - Aderenza alla norma IEC61000-4-5 (Fulminazione) 12A (8/20µs)

- **RS – 232**

  E' caratterizzata dai morsetti **RX1** (ricezione, pin 11), **TX1** (trasmissione, pin 12), **DCD1** (DCD, pin 13), **DTR1** (DTR, pin 14) e **GND** (massa, pin 16). L'interfaccia è equipaggiata con:
  - Circuito di filtraggio passa basso, su tutte le linee RX1, TX1, DCD1, DTR1, con frequenza di taglio di 7.2 MHz

- Protezione dalle scariche elettrostatiche sino a ±15 kV secondo norma IEC61000

- **RS – 422**
  E' caratterizzata dai morsetti **RX-** (ricezione negativa, pin 9), **RX+** (ricezione positiva, pin 10), **TX-** (trasmissione negativa, pin 7), **TX+** (trasmissione positiva, pin 8). L'interfaccia è equipaggiata con:
  - Resistenza di pull up da 4.7 kΩ verso 3.8V sul pin positivo A
  - Resistenza di pull down da 4.7 kΩ verso massa sul pin negativo B
  - Circuito di filtraggio passa basso, su entrambe le linee, con frequenza di taglio di 7.2 MHz
  - Circuito di protezione dalle scariche elettrostatiche con le caratteristiche:
    - Aderenza alla norma IEC61000-4-2 (ESD) ±15kV (aria), ±8kV (contato)
    - Aderenza alla norma IEC61000-4-4 (EFT) 40A (5/50ns)
    - Aderenza alla norma IEC61000-4-5 (Fulminazione) 12A (8/20µs)

2.5.2 COM2 Interfaccia seriale RS – 232

La COM2 è un'interfaccia seriale RS – 232 per l'acquisizione di sensori in protocollo standard MODBUS. Il baud rate può essere selezionato tra 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 e 115200 bps. La COM2 ha le seguenti caratteristiche:

- **RS – 232**
  E' caratterizzata dai morsetti **RX2** (ricezione, pin 17), **TX2** (trasmissione, pin 18) e **GND** (massa, pin 15). L'interfaccia è equipaggiata con:
  - Circuito di filtraggio passa basso, sulle linee RX2 e TX2 con frequenza di taglio di 7.2 MHz
  - Protezione dalle scariche elettrostatiche sino a ±15 kV secondo norma IEC61000

2.5.3 COM3 Interfaccia SDI – 12

La COM3 è un'interfaccia per acquisizione di sensori SDI – 12 caratterizzata dal morsetto $\mathbf{D_{SDI12}}$ (linea dato bidirezionale, pin 19) con le seguenti caratteristiche:

- Linea dato standard SDI – 12 a 5 V con resistenza di pull down verso massa di 360 kΩ.
- Circuito di filtraggio passa basso con frequenza di taglio di 128 kHz
- Circuito di protezione dalle scariche elettrostatiche con le seguenti caratteristiche:
  - Immunità ESD in accordo con la norma IEC 61000-4-2
    - ± 30 kV scarica a contatto
    - ± 30 kV scarica in aria
  - Capacità ESD in accordo alla norma AEC-Q101:
    - human body model classe H3B: > 8 kV

2.5.4 Interfaccia µUSB slave

NanoSUM è equipaggiato con un'interfaccia µUSB di tipo B slave utilizzata principalmente per la configurazione del modulo e per diagnostica o aggiornamento firmware operata da tecnici qualificati SIAP+MICROS[6].

Per l'utilizzo di tale interfaccia, disponibile solo in ambiente Windows, è necessario installare dei driver al termine dei quali NanoSUM espone due porte COM modem ed una porta COM diagnostica.

L'interfaccia è caratterizzata da:

- Bobina d'arresto dei disturbi di modo comune, 0.5 A massimi, impedenza di 90 Ω a 100MHz
- Filtro EMI specifico per porte USB
- Circuito soppressore di scariche elettrostatiche con le caratteristiche:
    - IEC 61000-4-2 livello 4 sui pin esterni:
        - 15 kV per scarica in aria
        - 8 kV per scarica a contatto
    - • IEC 61000-4-2 livello 1 sui pin interni:
        - 2 kV per scarica in aria
        - 2 kV per scarica a contatto
- Circuito di separazione e filtraggio della massa del cavo di connessione

2.5.5 Connettività a radio frequenza

NanoSUM è un modulo 4G globale disponibile in due versioni:

- Categoria M1 ed NB1 con supporto e fall back automatico alla rete 2G.
- Categoria 1 con supporto e fall back automatico alla rete 3G e 2G.

La tecnologia 4G con fall back 2G permette di ridurre notevolmente i consumi, rispetto ad un modulo 3G, mantenendo comunque una velocità di scambio dati del tutto adeguata alle funzionalità ed agli scopi previsti per il datalogger. NanoSUM può operare su un numero molto elevato di bande RF che assicurano una copertura di rete globale. Di seguito si mostrano le bande supportate per le due versioni di data logger.

Data logger categoria M1, NB1 con fall back 2G

Tecnologia	Bande
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)

[6] E' sempre possibile, e consigliabile, utilizzare la funzionalità FTP per aggiornare la configurazione o il firmware del modulo in campo come sarà spiegato più avanti.

Data logger categoria 1 con fall back 3G e 2G

Tecnologia	Bande
2G	B2 (1900), B3 (1800), B5 (850), B8 (900)
3G	B1 (2100), B2 (1900), B4 (AWS 1700), B5 (850), B6 (850), B8 (900), B19 (800)
4G cat 1	B1 (2100), B2 (1900), B3 (1800), B4 (AWS 1700), B5 (850), B8 (900), B8 US, B9 (1800), B12 (700), B13 (700), B14 (700), B18 (800), B19 (800), B20 (800), B25(1900), B26 (850), B28 (700)

L'interfaccia radio frequenza avviene tramite:

- **Antenna multibanda adattata a 50 Ω**

  Per sfruttare al massimo le bande messe a disposizione si consigliano antenne multibanda nell'intervallo 600 MHZ ÷ 3 GHz. L'antenna si collega ad un connettore SMA femmina contrassegnato sull'etichetta come "ANTENNA". Internamente al modulo è presente una circuiteria di filtraggio di tipo notch per sopprimere eventuali disturbi fuori banda.

- **Scheda µSIM abilitata al traffico dati, di tipo M2M**

  Utilizzare SIM dati di tipo **M**achine **T**o **M**achine (M2M). Il modulo non è dotato di funzionalità di rilevamento automatico della presenza SIM. Si presti bene attenzione al verso di inserimento della SIM riportato in etichetta. Il connettore µSIM non è push pull, pertanto non forzare o spingere la SIM una volta inserita. Prestare particolare attenzione in fase di inserimento. L'interfacciamento con la SIM è caratterizzato da:

  - Circuito di filtraggio EMI bidirezionale
  - Circuito di protezione ESD in accordo con la norma IEC 61000-4-2 livello 4
    - ±15kV per scarica in aria
    - ±8kV per scarica a contatto
  - Circuito di limitazione da sovratensioni a 5V

2.6 Altre caratteristiche

Nel normale ciclo di utilizzo di NanoSUM, i dati raccolti sono memorizzati in un file di archivio circolare nella memoria interna del dispositivo (memoria Flash non volatile) e trasferiti periodicamente verso uno o più server FTP. E' comunque possibile effettuare una copia dei dati su supporto di memorizzazione esterno rimovibile. A lato della SIM c'è infatti un connettore, push pull, in grado di alloggiare una µSD card per il backup dei dati. L'unica funzionalità di questa memoria è salvare copie dei dati di archivio in file giornalieri all'interno di cartelle mensili. NanoSUM supporta µSD card sino alla specifica 2 dello standard, formattate sia in FAT che in FAT32 o extFAT. I dati su entrambe le memorie, come si descriverà in dettaglio più avanti, sono entrambi nel formato SIAP+MICROS dinamico, un tipo di tracciato proprietario in chiaro di facile lettura.

Vicino al connettore µUSB è posto un pulsante che, se tenuto premuto per più di tre secondi, avvia la procedura di reboot del modulo. Alla partenza della procedura di reboot si noterà che il LED verde "BOOT" inizierà a lampeggiare come in fase di avvio.

2.7 Requisiti generali di installazione

Il data logger opera secondo la norma EN 61010-1. NanoSUM è progettato per il funzionamento alle seguenti condizioni.

- Il grado di protezione IP del data logger è IPX0 pertanto è consentito solo l'utilizzo indoor o outdoor solo all'interno di un box con adeguato grado di protezione IP. In caso di scatole con grado di protezione IP superiore ad IP66, garantire l'areazione del box esterno con opportuni sfiati a tenuta.
- Range di temperatura -40°C – +80°C.

  ⚠ Fare molta attenzione per funzionamenti a temperatura ambiente superiore ai 60°C. Munirsi di appositi dispositivi di protezione individuale per maneggiare l'apparecchio in tali ambienti.
- Range di umidità relativa: 0% – 100% non condensata.
- Altitudine massima d'esercizio superiore a 5000 m.
- Le tensioni di alimentazione applicate devono rimanere entro i limiti dettagliati nei paragrafi precedenti e nelle specifiche tecniche. I regolatori interni provvedono alla stabilizzazione dell'alimentazione. Si sconsiglia tuttavia l'utilizzo di alimentazioni poco stabili o rumorose.
- Categoria di sovratensione II.

Nel cablaggio delle alimentazioni in ingresso (PV, BAT e LiON), utilizzare preferibilmente cavi AWG16 o comunque di sezione superiore ad 1 mm^2 e con fusibile da 5 A incorporato.

Nel cablaggio della alimentazione d'uscita BAT_{OUT}, utilizzare preferibilmente cavi AWG16 o comunque di sezione superiore ad 1 mm^2 e con fusibile da 5 A incorporato.

Nel cablaggio della alimentazione d'uscita $12V_{OUT}$, limitata a 100 mA, è possibile utilizzare cavi AWG24 o di sezione superiore. E' consigliato proteggere l'uscita con fusibile da 100 mA.

Nel cablaggio delle altre linee di segnale, è possibile utilizzare cavi AWG24 o di sezione superiore.

La sezione massima dei cavi utilizzabile è di 1.5 mm^2.

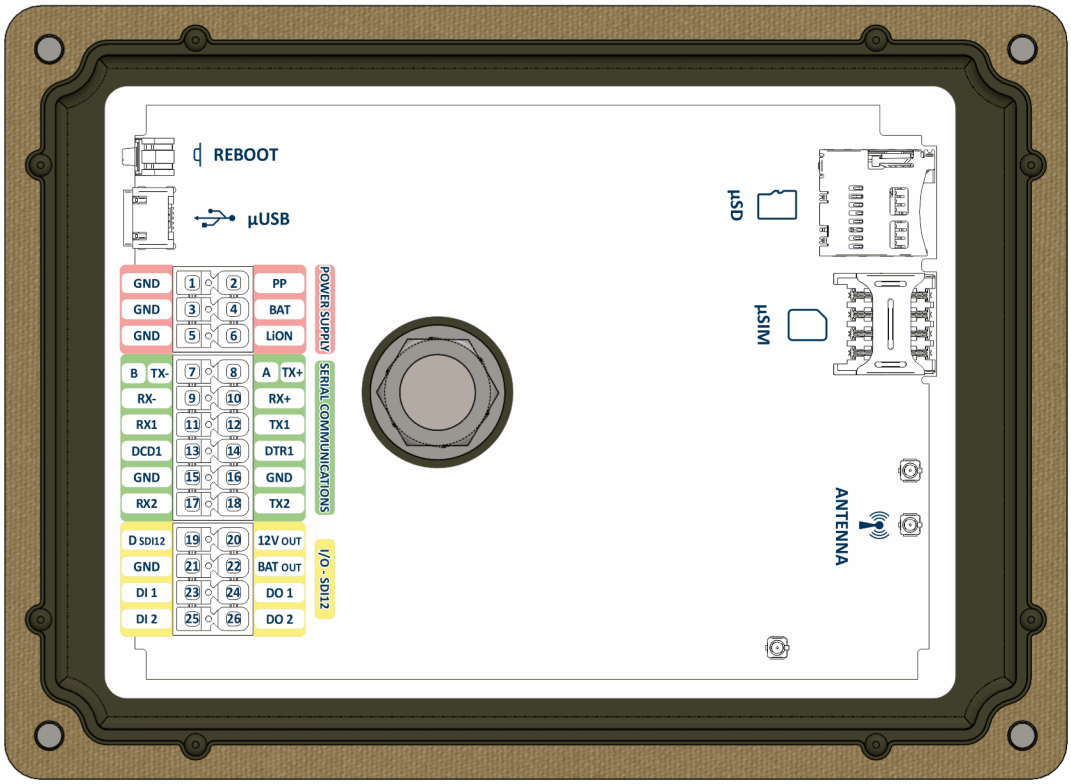
I connettori del data logger sono a pressione: il cavo si inserisce dopo aver premuto, con un cacciavite a taglio, la scanalatura arancione in corrispondenza del punto di inserzione. I connettori accettano sia cavi con puntalini, sia cavi nudi. Si noti che per arrivare alla massima sezione di cavo permessa di 1.5 mm^2, è necessario utilizzare cavi nudi o con puntalini ma senza protezione plastica. Per cavi terminati con puntalini e protezione plastica, la sezione massima si abbassa a 0.75 mm^2.

2.8 NanoSUM versione IP68

NanoSUM è disponibile anche in versione IP68 ossia con il suo circuito operativo all'interno di un contenitore stagno di classe IP68 come mostra la prossima figura.

Figura 1 NanoSUM IP68

All'interno del contenitore è alloggiato il circuito di NanoSUM, con una morsettiera identica a quella descritta, ed il pacco batterie di alimentazione.



Per il significato delle connessioni si faccia riferimento al paragrafo 2.1.

All'esterno si hanno:

- Due pressa cavi PG9 IP68 per il passaggio dei cavi di alimentazione e connessione dei vari sensori.
- Un aeratore IP68 di compensazione della pressione della scatola. Affinché sia assicurata la tenuta IP68, questo deve essere serrato alla scatola con una coppia di 0.7 ± 0.1 Nm.
- Una antenna omnidirezionale IP68

La scatola è fornita di quattro comodi fori di fissaggio e quattro viti assicurano la corretta chiusura del coperchio. Una guarnizione assicura la tenuta della scatola. La guarnizione normalmente utilizzata è in silicone nero rinforzato con carbonio; in questo caso le viti di chiusura devono essere strette con una coppia di serraggio di 1.0 Nm; non eccedere tale coppia per non danneggiare la guarnizione. In alcuni casi si potrebbe trovare una guarnizione in silicone bianco crema. In tal caso la coppia di serraggio delle viti della scatola deve essere di 0.7 Nm.

In sede di manutenzione ordinaria è consigliabile sostituire la guarnizione; fare riferimento a SIAP+MICROS per eventuali ricambi.

Applicazione tipica di NanoSUM IP68 è il monitoraggio di falde freatiche direttamente in situ all'interno di pozzi di misura e controllo.

3. Guida all'utilizzo e programmazione

NanoSUM è un dispositivo che permette di acquisire misure da sensori con uscita seriale in diversi protocolli, o da sensori digitali. Le misure sono poi elaborate e memorizzate a scadenza su un file circolare, per un periodo limitato di tempo dettato dalla frequenza di memorizzazione, e trasmessi periodicamente su uno o più server FTP tramite connessione 4G in categoria 1 o, in mancanza di tali reti, in 3G o 2G. Esiste anche una versione in categoria M1 / NB1 con fallback in 2G. Il dispositivo può anche funzionare come stazione automatica di allerta, gestendo l'instradamento di messaggi di allarme di diverse priorità verso destinatari preposti, sulla base dei dati acquisiti e delle soglie configurabili. I diversi aspetti delle funzionalità sono configurabili sia localmente, attraverso l'interfaccia USB messa a disposizione, sia da remoto, tramite file su server FTP o messaggi SMS di configurazione.

In questo capitolo si descriveranno in dettaglio i vari aspetti dell'utilizzo e configurazione di NanoSUM.

3.1 Aspetti generali

Tutte le funzionalità di NanoSUM sono rese disponibili dal file binario di programma operativo a*nylog.bin* e dal suo file di configurazione *config.ini*: in assenza di anche uno solo di questi file il dispositivo non può funzionare. Nel seguito si farà riferimento ad anylog.bin come al file di programma o file firmware; si farà riferimento a config.ini come al file di configurazione. Il programma operativo sfrutta le potenzialità messe a disposizione dal processore di cui è equipaggiato il modulo, ed in particolar modo la possibilità di suddividere le operazioni elementari in più compiti separati, *task* all'interno del sistema operativo, che sono eseguiti in maniera concorrenziale. In particolare il programma si sviluppa in quattro task distinti e concorrenti:

- **Task principale**

  Il task principale, come dice il nome, è il task fondamentale del programma operativo dal quale dipende il core delle funzionalità del sistema. Si occupa di:

  - Gestire le alimentazioni verso i sensori
  - Gestire l'acquisizione delle misure dei sensori e la loro elaborazione statistica
  - Gestire la memorizzazione dei dati acquisiti su file di archivio circolare
  - Gestire eventuali stati di allarmi e la loro segnalazione
  - Preparare i nuovi dati memorizzati per la trasmissione

- **Task servizi**

  Il task servizi è un fondamentale task accessorio che si occupa di:

  - Gestire le inizializzazioni di sistema
  - Gestire gli aggiornamenti del file di programma e del file di configurazione
  - Gestire la sincronizzazione della data e dell'ora
  - Gestire la memorizzazione di backup dei dati di archivio[7]

[7] Se configurato.

- Gestire il funzionamento in basso consumo

- **Task FTP**

  Il task FTP gestisce tutti quegli aspetti legati alla possibilità di collegarsi spontaneamente ad uno o più server FTP e rende possibile le seguenti operazioni:

  - Gestione dell'upload dei dati sui server FTP configurati
  - Gestione del download di nuove versioni firmware (anylog.bin) e notifica al task servizi per la finalizzazione dell'aggiornamento firmware
  - Gestione del download di nuove versioni del file di configurazione (config.ini) e notifica al task servizi per la finalizzazione dell'aggiornamento della configurazione
  - Gestione del download di file di esecuzione comandi, esecuzione dei comandi, upload della risposta[8]
  - Gestione upload file di log di sistema

- **Task SMS**

  Il task SMS gestisce lo scambio di messaggi SMS tra NanoSUM ed un qualsiasi terminale remoto. In particolare, NanoSUM può ricevere dei comandi via SMS o inviare notifiche di allarme via SMS. Si tratteranno in dettaglio questi aspetti più avanti nel testo.

Aspetto peculiare di NanoSUM è la possibilità di operare in due modalità diverse, secondo un compromesso consumi – prestazioni:

- **Funzionamento attivo**

  E' il normale funzionamento del datalogger in cui il dispositivo è a piena potenza anche se, grazie alla gestione dinamica delle frequenze interne, riesce ad ottenere consumi molto contenuti. In questo modo di funzionamento il modulo può essere spinto a tempi di acquisizione molto bassi con la massima potenza computazionale disponibile[9].

- **Funzionamento in shutdown**

  E' un metodo di funzionamento adatto per acquisizioni sporadiche nel tempo: tra una scadenza e l'altra il sistema spegne completamente il core principale e le periferiche a lui connesse mantenendo attivo solo il core secondario. Questa strategia permette di ridurre ulteriormente i consumi. Affinché si possa utilizzare il funzionamento in shutdown, la scadenza più breve deve essere maggiore di 120 secondi. Maggiori dettagli su questa modalità di funzionamento saranno dati nel paragrafo dedicato.

---

[8] Si faccia riferimento al paragrafo *Trasmissione, invio FTP e funzionalità FTP avanzate*.

[9] Si potrebbe arrivare teoricamente ad una acquisizione ogni secondo. Tale tempo è limitato però dai ritardi di comunicazione sulla catena dei sensori seriali che quindi ne limita le prestazioni effettive.

3.2 Sensori e misure

Funzionalità primaria di NanoSUM è acquisire misure dai sensori a lui collegati in maniera cadenzata e regolare. I sensori sono trattati come entità logiche composte da misure: ad ogni sensore deve essere associata almeno una misura ed uno stesso sensore può essere composto da più misure, con alcuni limiti che si approfondiranno nel capitolo sulla configurazione dello strumento. Qui si descriveranno gli aspetti di cadenza e sincronizzazione e le varie tipologie di sensori acquisibili.

3.2.1 Cadenze in stato di funzionamento normale

In uno stato di funzionamento normale, o ad allarmi disabilitati, l'acquisizione, l'elaborazione, la memorizzazione e la trasmissione dei dati di misura avviene con cadenze prestabilite e configurabili. In particolare occorrerà definire tre diverse cadenze:

- **Cadenza di acquisizione [s]**

  Identifica ogni quanti secondi il ciclo di funzionamento andrà ad acquisire le misure dei vari sensori configurati e portare avanti in maniera progressiva le elaborazioni necessarie.

- **Cadenza di memorizzazione [s]**

  Identifica ogni quanti secondi il ciclo di funzionamento andrà a finalizzare le elaborazioni e memorizzare le misure elaborate dei vari sensori configurati.

- **Cadenza di trasmissione [s]**

  Identifica ogni quanti secondi il ciclo di funzionamento andrà a prelevare i nuovi dati memorizzati e li preparerà per la trasmissione ad opera del task indipendente FTP.

Queste tre cadenze a loro volta possono essere cadenze globali o cadenze particolareggiate:

- **Cadenze Globali**

  Le cadenze globali sono specificate con parametro globale sul file di configurazione e si applicano, in assenza di cadenze particolareggiate, a tutti i sensori configurati. La definizione di queste cadenze è comunque obbligatoria anche in caso di definizione di cadenze particolareggiate.

- **Cadenze Particolareggiate**

  In caso di necessità, per ogni sensore si può configurare una cadenza particolare di acquisizione ed una cadenza particolare di memorizzazione; la cadenza di trasmissione invece rimane globale.

Questa flessibilità permette di creare configurazioni anche molto complesse e varie. Il fatto poi che la definizione di sensore sia un'entità astratta composta da una o più misure, permette di slegare le cadenze anche all'interno di uno stesso sensore fisico. Prendiamo ad esempio un sensore combinato di temperatura e umidità di cui si voglia ad esempio avere una misura di temperatura ogni minuto e di umidità ogni 10 minuti. Basterà configurare due sensori logici che fanno riferimento allo stesso sensore fisico. Nel sensore logico di temperatura si può particolareggiare il tempo di acquisizione ad un minuto; nel sensore logico di umidità si può particolareggiare il tempo di acquisizione a 10 minuti.

Un intero paragrafo sarà dedicato al funzionamento di NanoSUM come centralina di allerta automatica ed alla gestione degli allarmi. Nel prossimo paragrafo invece ci si limita a descrivere come uno stato di allarme può alterare le cadenze.

3.2.2 Cadenze in uno stato d'allarme

Quando è abilitata la gestione degli allarmi, il programma associa uno stato al datalogger come risultato del confronto dello stato di allarme dei singoli sensori: lo stato del datalogger è il più severo tra tutti i sensori in allarme. Sono possibili tre diversi stati di allarme a severità crescente:

- Stato di attenzione o di allerta gialla
- Stato di pre allarme o di allerta arancione
- Stato di allarme o di allerta rossa

Se si abilita la gestione degli allarmi, per ognuno di questi stati è obbligatorio definire le cadenze globali. NanoSUM infatti può adeguare le cadenze secondo la tipologia di allarme ad esempio rendendole più frequenti in stati più severi. Come per lo stato di funzionamento normale, è possibile definire le cadenze particolareggiate nei tre stati alterati di attenzione, pre allarme ed allarme. In assenza di cadenze particolareggiate, il cambio cadenza avviene con le cadenze globali.

3.2.3 Tipologie di sensori acquisibili

E' possibile collegare su NanoSUM sensori dei seguenti tipi:

- Sensori seriali, RS – 485[10], RS – 232[11] o RS – 422[10] in protocollo MODBUS su COM1 e COM2
- Sensori in protocollo SDI – 12 su COM3
- Sensori digitali (contatti, segnali in frequenza, impulso ecc.) sui morsetti degli ingressi digitali

In aggiunta a questi, sono presenti delle misure interne diagnostiche che possono essere viste a tutti gli effetti o come un unico sensore locale o come diversi sensori locali, secondo le esigenze di configurazione.

3.2.3.1 Sensori MODBUS

NanoSUM supporta lo standard MODBUS per la lettura di misure di sensori. Le funzioni implementate sono:

- 1: read coils
- 2: read discrete inputs
- 3: read holding registers
- 4: read input registers

I tipi di dato supportati sono: intero senza segno a 16 bit, float, "swapped" float, intero senza segno a 32 bit, intero senza segno a 32 bit "swapped", intero con segno a 16 bit, intero con segno a 32 bit, intero con segno a 32 bit "swapped". I tipi di dato "swapped" definiti nello standard, si presentano, nel flusso di dati, invertiti rispetto ai dati "normali".

In particolare indicando con le lettere A, B, C e D i singoli byte di un dato a 32 bit:

---

[10] Nel caso in cui due o più sensori siano connessi sulla stessa RS – 485 o RS – 422, occorre prestare attenzione che abbiano indirizzi differenti.

[11] Nel collegamento RS – 232 è ammesso un solo sensore per interfaccia.

- Il dato float è rappresentato dalla sequenza ABCD
- Il dato swapped float è rappresentato dalla sequenza CDAB
- Il dato intero a 32 bit è rappresentato dalla sequenza ABCD
- Il dato intero a 32 bit swapped è rappresentato dalla sequenza CDAB

Le funzioni MODBUS standard permettono di acquisire un certo numero di registri consecutivi. Pertanto se un sensore fisico MODBUS avesse misure in registri non consecutivi, occorre definire due o più sensori logici, che fanno riferimento allo stesso sensore fisico, per poter acquisire le misure correttamente.

Un sensore MODBUS in NanoSUM è caratterizzato dai seguenti parametri:

- Nome: una qualsiasi etichetta di massimo 32 caratteri
- Indirizzo MODBUS: l'indirizzo del sensore
- Porta di comunicazione: a scelta tra COM1 e COM2
- Baud rate: selezionabile tra 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200[12] bps
- Altre caratteristiche: nessun controllo di parità, 8 bit di dati ed 1 bit di stop
- Funzione di acquisizione
- Indirizzo di partenza
- Numero di registri consecutivi a partire dall'indirizzo di partenza
- Timeout, in millisecondi, della risposta. Sono previsti tre tentativi di comunicazione ognuno con il timeout specificato.

Ogni misura di un sensore MODBUS è caratterizzata da:

- Identificativo numerico
- Nome: una qualsiasi etichetta di massimo 20 caratteri
- Registro: indirizzo MODBUS del registro di partenza del dato della misura
- Tipo di dato della misura
- Numero di decimali per arrotondamento

[12] Solo COM in RS – 232

3.2.3.2 Sensori SDI – 12

NanoSUM supporta alcune funzioni di acquisizione dello standard SDI – 12 per la lettura di misure di sensori in tale protocollo su interfaccia di comunicazione dedicata COM3. Le funzioni implementate sono:

- Comando di esecuzione misura: M, M1, …, M9
- Comando di esecuzione misure concorrenti: C, C1, …, C9
- Comando di richiesta dato: D0, …, D9

Si faccia riferimento allo standard SDI – 12 per i dettagli di funzionamento di tali comandi. In questa sede è invece utile descrivere come avviene l'acquisizione di uno o più sensori SDI – 12 sulla COM3. Prima però occorre considerare che un sensore SDI – 12 in NanoSUM è caratterizzato dai seguenti parametri:

- Nome: una qualsiasi etichetta di massimo 32 caratteri
- Indirizzo SDI – 12: l'indirizzo del sensore
- Comando di esecuzione misura (M, M1, …, M9, C, C1, …, C9)
- Timeout, in millisecondi, della risposta. Sono previsti tre tentativi di comunicazione ognuno con il timeout specificato.

Ogni misura di un sensore SDI – 12 è caratterizzata da:

- Identificativo numerico
- Nome: una qualsiasi etichetta di massimo 20 caratteri
- Comando di richiesta misura (D0, …, D9)
- Posizione del dato, con partenza dalla posizione numero 1
- Numero di decimali per arrotondamento

Si ipotizzi ora di avere un sensore SDI – 12 connesso alla COM3 ed il datalogger sia configurato con i comandi M per l'esecuzione misura e D0 per la richiesta dato. Si supponga anche che il sensore risponda ad M indicando che la risposta sarà pronta dopo 3 secondi. Il flusso del NanoSUM alla scadenza di acquisizione sarà:

- Comando M ed interpretazione della risposta. Estrazione numero misure ed estrazione ritardo che, nell'esempio, è di tre secondi.
- Attesa del ritardo (tre secondi nell'esempio).
- Comando D0 e recupero delle misure configurate.

I comandi concorrenti C (C, …, C9) sono trattati allo stesso modo dei comandi M (M, …, M9). Se ci fosse un altro sensore SDI – 12 configurato, necessariamente con indirizzo diverso dal primo, questo verrebbe acquisito solo al termine del primo. I ritardi dei sensori SDI – 12 sono bloccanti pertanto è necessario tenerne conto nella progettazione di stazione.

3.2.3.3 Sensori digitali

NanoSUM può acquisire sino a due sensori con uscita digitale di tipo a contatto commutato o ad onda quadra per misure di frequenza, conteggio di commutazioni, periodo di tempo.

Un sensore di tipo digitale, è caratterizzato dai seguenti parametri:

- Nome: una qualsiasi etichetta di massimo 32 caratteri
- Timeout, in millisecondi, della risposta. Sono previsti tre tentativi di comunicazione ognuno con il timeout specificato.

Ogni misura di un sensore di tipo digitale, è caratterizzata da:

- Identificativo numerico
- Nome: una qualsiasi etichetta di massimo 20 caratteri
- Indirizzo fisico del canale digitale sulla morsettiera
- Tipo di dato della misura che può essere:
    - Frequenza.
    - Stato logico [0, 1].
    - Conteggio cumulato (numero di chiusure di un contatto o di fronti di discesa di un onda quadra). Il valore è un contatore che va da 0 a 2^{32} e che si azzera o al raggiungimento dell'overflow o dopo uno spegnimento del data logger.
    - Timer chiusura contatto: conteggio dei secondi, tra un'acquisizione e l'altra, in cui un contatto è chiuso.
    - Tempo istantaneo chiusura contatto. E' simile al precedente: se all'acquisizione un contatto è chiuso, accumula nella misura un tempo pari al tempo di acquisizione attuale.
    - Pluviometro: pioggia totale. La misura istantanea, il valore medio ed il massimo, rappresentano tutti lo stesso valore di pioggia totale cumulata dall'istante di accensione del NanoSUM. Il valore minimo è la pioggia cumulata all'intervallo precedente. Per avere la cumulata in mm di pioggia, occorre scalare la misura con la costante pluviometrica tramite la formula correttiva.
    - Pluviometro: pioggia nel periodo di memorizzazione. La misura istantanea, il valore medio ed il massimo, rappresentano tutti lo stesso valore di pioggia cumulata nel periodo di memorizzazione ossia tra due record consecutivi. Per avere la cumulata in mm di pioggia, occorre scalare la misura con la costante pluviometrica tramite la formula correttiva.
- Numero di decimali per arrotondamento

3.2.3.4 Sensori locali

NanoSUM mette a disposizione delle misure diagnostiche interne che possono essere configurate come sensori locali. In particolare un sensore di tipo locale è caratterizzato dai seguenti parametri:

- Nome: una qualsiasi etichetta di massimo 32 caratteri

- Timeout, in millisecondi, della risposta. Sono previsti tre tentativi di comunicazione ognuno con il timeout specificato.

Ogni misura di un sensore di tipo locale è caratterizzata da:

- Identificativo numerico
- Nome: una qualsiasi etichetta di massimo 20 caratteri
- Indirizzo fisico del canale locale che permette di selezionare una tra le grandezze seguenti:
    - Tensione di alimentazione in V
    - Livello di qualità del segnale radio ricevuto in dBm (RSSI)
    - Temperatura interna in °C
    - Umidità relativa del circuito stampato in %
    - Tensione pannello solare in V
- Numero di decimali per arrotondamento

3.2.4 Caratteristiche comuni delle misure

Alcune caratteristiche configurabili delle misure, sono trasversali rispetto alla tipologia di sensore. In particolare, come si vedrà in dettaglio nel capitolo sulla configurazione, è possibile specificare:

- Una formula correttiva polinomiale sino al terzo grado
- Un ulteriore offset sulla misura
- Una validazione sui minimi ed i massimi fisici della misura
- Filtri di elaborazione per selezionare i tipi di elaborazioni da eseguire sui dati collezionati tra una memorizzazione e l'altra
- Lettera di codifica ed identificazione particolareggiata per le elaborazioni
- Possibilità di specificare un identificativo misura diverso per ogni tipo di elaborazione piuttosto che per singola misura
- Definizione di cadenze particolareggiate di acquisizione e memorizzazione
- Abilitazione della gestione degli allarmi e definizione delle soglie relative alle misure

Torneremo in dettaglio su questi aspetti nel seguito del documento.

3.3 Acquisizioni

Le acquisizioni delle misure dei sensori sono sempre sequenziali: sono acquisiti prima i sensori con indice più basso in configurazione. La scadenza di acquisizione è sincronizzata con l'orologio di sistema; ad esempio se un sensore deve essere acquisito ogni minuto, l'acquisizione partirà al secondo 0 di ogni minuto. Se invece si ha una acquisizione ogni 20 secondi, questa partirà ai secondi 0, 20 e 40 di ogni minuto. Un'acquisizione ogni 3 minuti avverrà ai minuti 0, 3, 6, 9, 12, 15 …, 51, 54, 57 di ogni ora. La sincronizzazione rimane operativa anche se si configurano sensori con cadenze differenti. Ogni inizio di acquisizione sarà propriamente sincronizzato.

Per rendere più robusto e affidabile il processo di acquisizione, è implementata la tripla ripetizione della chiamata: si prova a chiamare il sensore sino ad un massimo di tre volte consecutive separate da timeout configurabile.

3.3.1 Strategie di alimentazione dei sensori

In tutti quei casi in cui si desideri prestare particolare attenzione ai consumi, viene data la possibilità di gestire le alimentazioni verso i sensori in modo che queste rimangano normalmente spente e si attivino un certo numero di secondi prima (parametro configurabile) della cadenza di acquisizione. Le alimentazioni commutabili sono $12V_{OUT}$, BAT_{OUT}, DO1 e DO2. Si hanno quindi ben quattro linee indipendenti con le quali gestire l'acquisizione volta al basso consumo.

3.4 Elaborazioni sui dati acquisiti

Le misure acquisite subiscono diverse elaborazioni, alcune istantanee, volte a correggere o normalizzare il dato, altre statistiche e progressive, in vista della memorizzazione dei valori statistici del dato.

3.4.1 Elaborazioni istantanee

Le elaborazioni istantanee sono operazioni sul valore istantaneo acquisito di una misura, utili per applicare curve di correzione od offset di misura. Le elaborazioni sono eseguite in successione e sono:

1. **Formula di correzione polinomiale**

   E' possibile specificare un polinomio sino al terzo grado della forma $\mathbf{y = a \cdot x^3 + b \cdot x^2 + c \cdot x + d}$ in cui x si riferisce al dato istantaneo corrente ed y è il risultato dell'elaborazione. Si consideri ad esempio un anemometro con uscita naturale in frequenza il cui produttore dia una curva di correzione per ricavare la misura in m/s a partire dagli Hz misurati. Questa curva può e deve essere specificata come polinomio correttivo.

2. **Offset**

   E' possibile specificare un offset di correzione che viene sommato al risultato della correzione polinomiale precedente se presente, o al dato istantaneo in assenza di correzione polinomiale, che possiamo sintetizzare nella formula $\mathbf{z = y + o}$. Si consideri ad esempio un sensore di livello neve ad ultrasuoni che misuri, appena installato, un livello residuo di 30 cm in assenza di neve. E' possibile utilizzare l'offset per azzerare facilmente la misura.

3. **Validazione**

   Infine è possibile specificare dei limiti fisici minimi e massimi di validazione per ogni misura: se questa eccede i limiti, viene scartata. L'operazione è successiva all'applicazione del polinomio e dell'offset, se configurati. Si consideri ad esempio un sensore di umidità relativa; si possono specificare dei limiti di validazione ad esempio di -1% e 101% per assicurarsi che i dati validi siano sempre nell'intervallo fisicamente corretto di funzionamento.

Tutte queste elaborazioni sono facoltative e vanno abilitate e configurate. Ci possono quindi essere casi in cui nessuna è abilitata o magari solo l'offset o solo la validazione. NanoSUM offre la più totale libertà in tal senso. Se tutte le elaborazioni istantanee sono configurate occorre sempre ricordare che prima sarà eseguita la correzione polinomiale al cui risultato sarà aggiunto l'offset e, solo su questo dato definitivo, sarà fatta la validazione.

3.4.2 Elaborazioni statistiche

Le elaborazioni statistiche sono elaborazioni progressive che hanno come input il risultato delle elaborazioni istantanee e come output le medie statistiche progressive di tali dati tra una memorizzazione e l'altra. Tipicamente infatti, la cadenza fra le memorizzazioni è solitamente un multiplo delle cadenze di acquisizione così che tra ogni memorizzazione si crea un campione statistico di misure che possono essere elaborate per ricavare diversi parametri:

- Il valore medio
- Il valore minimo
- Il valore massimo
- La deviazione standard
- Il minuto a cui è riferito il minimo
- Il minuto a cui è riferito massimo
- Il contatore dei dati validi, ossia di quelli che entrano a fare parte della statistica

Quando i dati istantanei sono di grandezze trigonometriche, come avviene per esempio per la direzione vento, è possibile specificare che anche le elaborazioni statistiche siano di tipo trigonometrico.

Quando i dati istantanei sono di grandezze ad accumulo, come avviene per esempio nel caso della pioggia cumulata, è possibile specificare un tipo particolare di elaborazione in cui il dato medio è sostituito dal dato di accumulo.

Quando ci si aspetta che i dati istantanei varino gradualmente con continuità, è possibile specificare un tipo di elaborazione con filtraggio statistico, utile per il filtraggio di eventuali picchi spuri.

3.5 Memorizzazione principale e di backup

Alla scadenza dell'intervallo di memorizzazione, il programma finalizza le medie progressive e memorizza i dati in un file di archivio circolare interno. Questo file viene popolato sino al raggiungimento della massima capienza al superamento della quale i nuovi dati prendono il posto dei dati più vecchi in una struttura di tipo FIFO. E' possibile memorizzare:

- Il valore istantaneo dell'ultima misura
- Il valore medio della popolazione di misure istantanee
- Il valore minimo della popolazione di misure istantanee
- Il valore massimo della popolazione di misure istantanee
- La deviazione standard della popolazione di misure istantanee
- Il minuto a cui è riferito il minimo
- Il minuto a cui è riferito massimo
- Il contatore dei dati validi ai fini del calcolo della media

Il file è un insieme di record dati in formato ASCII in chiaro denominato tracciato record SIAP+MICROS dinamico. I dettagli interpretativi del record sono dati in appendice. Per il momento si sottolinea che normalmente:

- Ogni elaborazione ha lo stesso identificativo numerico della misura cui fa riferimento
- Ogni elaborazione è contrassegnata da una lettera univoca che ne stabilisce il tipo: ad esempio 'A' per gli istantanei, 'B' per la media, 'C' per il minimo, 'D' per il massimo ecc[13].

Per aumentare la flessibilità e la compatibilità con i più vari sistemi SCADA, NanoSUM offre la possibilità di:

- Personalizzare l'identificativo numerico di ogni elaborazione slegandolo dall'identificativo misura
- Personalizzare la lettera distintiva di codifica

Il file circolare di archivio ha nome *dataRecord.dat* al percorso *mod/Archive* ed ha una dimensione massima configurabile sino a 4MB, con un default di 2MB. La minima dimensione ammessa è di 100kB.

E' possibile abilitare un backup dei dati su unità di memorizzazione esterna µSD card. In tal caso il record SIAP+MICROS dinamico è memorizzato in file giornalieri con nome a*aaammgg.dat* in cartelle mensili di nome *aaaamm*. In questi nomi *aaaa* è l'anno a quattro cifre, *mm* il mese a due cifre, *gg* il giorno a due cifre.

3.6 Trasmissione, invio FTP e funzionalità FTP avanzate

Alla scadenza di trasmissione il task principale prepara i dati memorizzati in archivio per la trasmissione. Sono preparati per l'invio solo i dati che non sono ancora stati trasmessi ovvero i dati accumulati tra l'ultimo invio su server FTP andato a buon fine e l'attuale. Il processo di preparazione consiste nel copiare i nuovi dati in cartelle prestabilite, una per server FTP configurato, affinché il task FTP possa prelevarli in maniera concorrente e sicura rispetto alle operazioni del ciclo principale.

E' possibile configurare sino ad un massimo di 20 diversi siti FTP per il recapito dei dati ed è necessario configurarne almeno uno. Il programma operativo utilizza cartelle separate per ogni server FTP configurato; queste cartelle hanno il prefisso FTP seguito da un numero progressivo identificativo del corrispondente server ad esempio FTP0, FTP1 ecc[14]. Ogni server mantiene l'indipendenza dagli altri per quanto riguarda le operazioni di trasmissione. Questa strategia permette di avere sempre dati aggiornati su tutti i server configurati e di compensare eventuali black out di qualche server senza influenzare gli altri. Ogni minuto il task FTP fa un controllo su tutte le cartelle di invio in cerca di nuovi dati da trasferire. Se sono presenti dei dati, il task provvede a trasferirli:

- Si effettua la connessione al server FTP.
- Si controlla la corretta presenza sul server dei percorsi necessari per i dati e la gestione remota del datalogger[15] e, in caso negativo, si creano tutte le risorse necessarie[16].

[13] Maggiori dettagli in appendice.

[14] Si faccia riferimento al paragrafo sulla configurazione per maggiori dettagli

[15] Vedi funzionalità FTP avanzate

[16] E' necessario che l'account lato server abbia i permessi di lettura, scrittura e creazione abilitati.

- Viene eseguito l'upload del file sul server con una estensione temporanea.
- Viene fatto un controllo che il processo sia effettivamente andato a buon fine.
- Se il processo va a buon fine, il file sul server viene rinominato con estensione .DAT ed il file temporaneo locale dentro la cartella FTP<X> viene cancellato.
- Se il processo non va a buon fine ci sarà un altro tentativo di trasmissione al minuto successivo ed il file temporaneo rimarrà nella cartella FTP<X> che non sarà popolata di nuovi dati sino a che non si riuscirà a trasferire gli attuali.
- Prima di disconnettersi viene controllata la presenza di aggiornamenti o comandi sul server.

  In particolare:

  - Si controlla la presenza di nuove versioni di firmware
  - Si controlla la presenza di una nuova configurazione
  - Si controlla la presenza di un file di comandi

  I dettagli di queste funzionalità avanzate saranno descritti nel paragrafo dedicato.
- Si effettua la disconnessione dal server.

I file sul server sono normalmente caricati sotto forma tracciato SIAP+MICROS dinamico. In alternativa, una chiave di configurazione permette di caricare i dati in un tracciato ASCII alternativo semplificato. Si rimanda all'appendice per una descrizione dei due tracciati.

La dimensione massima del file dati nelle cartelle per l'invio è configurabile ed ha un valore massimo di 64kB, che è anche il default, ed una dimensione minima di 5kB.

E' possibile abilitare una funzionalità di watchdog sull'invio dei dati che monitora la funzionalità di invio FTP nel tempo. Se, per qualche motivo, non si riesce ad inviare i dati per un tempo superiore all'intervallo di watchdog configurato dall'utente, l'intero NanoSUM viene riavviato fisicamente con una procedura di spegnimento completo, ritardo, accensione pulita.

Come accennato, se non diversamente specificato, ogni sito FTP configurato è abilitato a svolgere funzionalità avanzate quali l'aggiornamento firmware e di configurazione da remoto o l'esecuzione di comandi. E' comunque possibile in configurazione disabilitare il supporto a tali funzionalità.

3.6.1 FTPS: FTP su TLS / SSL

E' possibile abilitare il singolo sito FTP per il supporto al protocollo FTPS (FTP su TLS/SSL). Il protocollo FTPS è una particolare implementazione del protocollo FTP in cui i comandi scambiati sulla porta di controllo ed i dati scambiati sulla porta dati, vengono protetti da delle suite di cifratura concordate preventivamente tra server e data logger, secondo il protocollo di trasporto TLS.

NanoSUM supporta le versioni del TLS 1.0, 1.1, 1.2 ed 1.3 e più di 50 suite di cifratura differenti. La selezione è totalmente automatica e trasparente all'utente. La contrattazione della versione di protocollo e della particolare suite di cifratura da utilizzare è fatta durante la fase preliminare di connessione in cui il NanoSUM richiede esplicitamente una connessione protetta al server sulla porta di controllo. Una volta completata questa fase, detta di handshaking, la connessione è protetta sulla porta di controllo in cui sono scambiati dei comandi tra il data logger ed il server. Nel caso di uno scambio di dati, viene effettuato un altro handshaking su una porta dati comunicata dal server in modo che anche questo scambio sia protetto.

Nella configurazione del server per il supporto ad FTPS, si deve porre particolare attenzione al fatto che NanoSUM non supporta alcune funzionalità:

- Non è supportata la TLS session resumption: NanoSUM non può riutilizzare i dati di sessione per la porta dati ma ha bisogno di una nuova sessione. Il server quindi deve essere configurato per non richiedere la TLS session resumption.
- Non è supportata l'autenticazione duale ossia il server non può richiedere un certificato al data logger per autenticarlo. L'unica autenticazione supportata è quella del server.
- E' supportato esclusivamente FTPS di tipo esplicito secondo quanto raccomandato dallo standard RFC 4217.

3.6.2 Funzionalità avanzate: aggiornamento firmware

E' possibile aggiornare il programma operativo anylog.bin da remoto via FTP. A tale scopo occorrerà:

- Rinominare il nuovo firmware binario in **anylog.new**.
- Creare un file di controllo **anylog.md5** che contiene l'hash code MD5 di anylog.new rappresentato con 32 cifre esadecimali.
- Caricare i due file **anylog.new** ed **anylog.md5** al percorso remoto del server **CONFIG/ST0<id>**, dove <id> è l'identificativo del NanoSUM.

Il task FTP, ad ogni connessione, controlla il percorso remoto CONFIG/ST0<id> in cerca del file binario anylog.new e del suo file di controllo MD5, anylog.md5. Nel caso non trovi entrambi i file il processo di download verrà abortito. Se i file sono entrambi presenti, saranno scaricati sul modulo e sarà salvato anche un file contenente l'indice del sito FTP dal quale è stato preso il firmware ed i parametri di connessione per la validazione del firmware stesso. Il task cancella il file remoto anylog.new ma lascia sul server il file anylog.md5 per successivo controllo.

A questo punto è il task servizi a gestire la finalizzazione dell'aggiornamento. In particolare, verificata la correttezza del codice di controllo, riavvierà il modulo per la partenza del nuovo firmware. Dopo il riavvio sarà eseguito un check interno delle funzionalità comprendente, tra l'altro, anche la prova di connessione al server dal quale è stato scaricato il firmware stesso per la cancellazione del file anylog.md5 remoto residuo. NanoSUM tenterà l'operazione con cadenza al minuto per un massimo di 15 minuti.

Se tutte le operazioni di controllo vanno a buon fine il firmware è validato ed aggiornato definitivamente e sul server saranno stati cancellati entrambi i file caricati.

Se almeno una delle operazioni non andasse a buon fine, NanoSUM esegue un roll back alla versione precedente di firmware per assicurare comunque un funzionamento in caso di errore sul caricamento o bug critici sul novo programma. Ci si accorge di questo dal fatto che sul server risulta ancora presente, dopo più di 15 minuti, il file anylog.md5 che non viene cancellato.

La funzionalità descritta è attuabile su ogni server abilitato alle funzionalità avanzate e risulta molto pratica per la gestione remota del datalogger.

3.6.3 Funzionalità avanzate: aggiornamento configurazione

E' possibile aggiornare la configurazione del programma operativo config.ini da remoto via FTP. A tale scopo occorrerà:

- Rinominare il nuovo file di configurazione in **config.new**.
- Caricare il file **config.new** al percorso remoto del server **CONFIG/ST0<id>**, dove <id> è l'identificativo del NanoSUM.

Il task FTP, ad ogni connessione, controlla il percorso remoto CONFIG/ST0<id> in cerca del file config.new. Se questo è presente sarà scaricato sul modulo e la sua versione remota sarà cancellata. Il modulo verrà poi riavviato per completare l'aggiornamento della configurazione.

Al riavvio si eseguono dei test diagnostici interni per valutare la nuova configurazione. Se anche uno solo di questi fallisse, il modulo fa un roll back alla vecchia configurazione. In caso di successo, la configurazione è caricata come copia di back up su tutti i server configurati nel file **config.bck**.

La funzionalità descritta è attuabile su ogni server abilitato alle funzionalità avanzate e risulta molto pratica per la gestione remota del datalogger.

3.6.4 Funzionalità avanzate: comandi via FTP

E' possibile inviare dei comandi da remoto a NanoSUM inserendoli come singole righe di un file **commands.txt** al percorso remoto del server **CONFIG/ST0<id>**, dove <id> è l'identificativo del NanoSUM. Ogni riga rappresenta un comando che sarà eseguito dal datalogger ed il risultato dell'esecuzione sarà scritto su un file **performed.txt** che sarà caricato sul server. Il file commands.txt sarà invece cancellato dal server.

I comandi che richiedono un riavvio del modulo sono eseguiti solo al termine di tutte le operazioni programmate sui server FTP; NanoSUM porterà quindi a termine i vari upload dei dati prima del riavvio.

I comandi sono case insensitive e possono pertanto essere scritti anche in minuscolo. Si presti particolare attenzione però a rispettare gli spazi di separazione. Tra le parole di un comando è necessario porre un solo spazio, così come tra il comando ed i parametri che seguono.

Tutti i comandi FTP sono disponibili anche via SMS come si vedrà nel prossimo paragrafo.

La tabella della pagina che segue mostra i comandi supportati.

Comando	Significato
`!FW`	Richiesta versione programma operativo.
`GET FW`	Come precedente.
`GET BUILD`	Richiesta data di build del programma operativo.
`GET SW`	Richiesta versione software del modulo.
`GET IMEI`	Richiesta IMEI del modulo.
`GET ICCID`	Richiesta ICCID della SIM.

Comando	Significato
GET MEM	Richiesta della quantità di memoria HEAP e RAM in uso.
GET FS	Restituisce la lista di file e cartelle della directory principale con i byte ancora disponibili.
!TW	Riavvio hardware con spegnimento alimentazioni. Questo comando è eseguito in coda a tutti gli altri perché prevede il riavvio del modulo.
RESET	Reset software senza spegnimento delle alimentazioni. Questo comando è eseguito in coda a tutti gli altri perché prevede il riavvio del programma operativo.
REBOOT	Come precedente.
CLK	Lettura orologio di sistema.
!IM <n> <start>	Lettura di <n> misure istantanee consecutive a partire dall'indice <start>. Le misure sono indicizzate in maniera sequenziale: la prima scritta nel file di configurazione avrà indice 1 e le successive un indice incrementale.
STATUS LAST	Lettura di tutti i dati istantanei comprensiva di data cui si riferiscono le misure.
STATUS DELTAT [<i>]	Lettura tempistiche globali di acquisizione, memorizzazione e trasmissione nello stato di funzionamento corrente. Se è presente l'indice <i>, sono restituiti i tempi del sensore di indice <i>. Si presti attenzione a porre uno spazio tra STATUS e DELTAT ed uno spazio tra DELTAT e l'indice <i>.
STATUS DELTATN [<i>]	Lettura tempistiche globali di acquisizione, memorizzazione e trasmissione nello stato di funzionamento normale. Se è presente l'indice <i>, sono restituiti i tempi del sensore di indice <i>. Si presti attenzione a porre uno spazio tra STATUS e DELTATN ed uno spazio tra DELTATN e l'indice <i>.
STATUS DELTATW [<i>]	Lettura tempistiche globali di acquisizione, memorizzazione e trasmissione nello stato di funzionamento di attenzione. Se è presente l'indice <i>, sono restituiti i tempi del sensore di indice <i>. Si presti attenzione a porre uno spazio tra STATUS e DELTATW ed uno spazio tra DELTATW e l'indice <i>.
STATUS DELTATP [<i>]	Lettura tempistiche globali di acquisizione, memorizzazione e trasmissione nello stato di funzionamento preallarme. Se è presente l'indice <i>, sono restituiti i tempi del sensore di indice <i>. Si presti attenzione a porre uno spazio tra STATUS e DELTATP ed uno spazio tra DELTATP e l'indice <i>.
STATUS DELTATA [<i>]	Lettura tempistiche globali di acquisizione, memorizzazione e trasmissione nello stato di funzionamento di allarme. Se è presente l'indice <i>, sono restituiti i tempi del sensore di indice <i>. Si presti attenzione a porre uno spazio tra STATUS e DELTATA ed uno spazio tra DELTATA e l'indice <i>.
GET CONFIG <key>	Lettura chiave di configurazione. Se <key> è omesso il comando è scartato.

Comando	Significato
GET ROWS <n> <start>	Lettura di <n> chiavi di configurazione a partire dalla riga numero <start>. La prima riga della configurazione corrisponde all'indice 1. Se <start> ed <n> sono omessi restituisce il numero di righe totali del file di configurazione.
SEND CONFIG	Richiesta invio file di backup di configurazione config.bck su tutti i siti FTP abilitati alle funzionalità avanzate.
STATUS ARCHIVE	Richiesta occupazione file di archivio.
DELETE ARCHIVE	Cancellazione del file di archivio e delle relative cartelle FTP per un avvio pulito.
!PR 0 <yyyy> <mm> <dd> <hh> <nn> <ss>	Riposizionamento di upload FTP. E' un comando che permette di forzare l'upload di dati di archivio che sono già stati caricati. E' necessario specificare una data con <yyyy> che è l'anno a 4 cifre, <mm> il mese a due cifre, <dd> il giorno a due cifre, <hh> l'ora a due cifre, <nn> il minuto a due cifre, <ss> i secondi a due cifre. Il programma si riposizionerà alla data più vicina presente in archivio.
GET LOG	Il programma operativo memorizza dei file di LOG giornalieri in caso di errori od eventi particolari. Il comando esegue l'upload di tutti i file di LOG sulla cartella di servizio della stazione (CONFIG/ST0<id>) di ogni server configurato ed abilitato alle funzionalità avanzate.
STATUS LOG	Restituisce l'elenco dei file di LOG presenti nella cartella LOG di NanoSUM.
DELETE LOG [<name>]	Cancellazione del file di LOG di nome <name>. Se <name> è omesso sono cancellati tutti i file.
DISABLE SHDN [<min>]	Disabilita lo shutdown (funzionamento a basso consumo) per <min> minuti. 1 ≤ min ≤ 1440.
NTP SYNCH	Forza una sincronizzazione dell'orologio di sistema con server NTP.
GET DIAG	Esegue la lettura dei parametri diagnostici di tensione batteria [V], qualità del segnale radio RSSI [dBm], temperatura [°C] ed umidità [%] interne, tensione pannello solare [V] se presente.
GET MEAS	Esegue tutte le misure configurate. I risultati dell'operazione non entrano nelle medie.
GET BMS	Restituisce le impostazioni correnti del BMS (battery management system).
RST BMS	Reimposta il BMS (battery management system) ai valori di default.
GO DIAG	Il comando riavvia il modulo in modalità operativa diagnostica per quattro ore al massimo o sino ad un comando di rientro in modalità normale.
GO NORM	Il comando riavvia il modulo in modalità operativa normale.
GET OPER	Il comando restituisce la modalità operativa di funzionamento tra normale o diagnostica.

Comando	Significato
SMS TO <cel_num>	Manda un SMS di presentazione al numero di telefono <cel_num> che deve sempre iniziare col + del prefisso internazionale. Ad esempio SMS TO +390123456789 manda un messaggio di benvenuto al numero italiano (+39) 0123456789.
GET LIST	Restituisce l'elenco dei possibili comandi.

Un esempio di file commands.txt potrebbe essere il seguente.

```
GET FW
GET BUILD
GET MEM
GET FS
CLK
STATUS LAST
```

Un esempio di risposta è la seguente.

```
**********
GET FW
Firmware version 1.3.1 C1 SW6 - FW STM32 1.2.0
**********

**********
GET BUILD
Built on Jun  3 2025 08:33:26
**********

**********
GET MEM
HEAP memory 304.0 kB of 8243.9 kB - peak 314.7 kB
RAM memory 8848.0 kB of 16984.0 kB
**********

**********
GET FS
.
..
Archive
FTP0
FTP1
FTP2
FTP3
LOG
anylog.bin
appcfg.ini
calib.dat
commands.txt
config.ini
normal.opr
performed.txt
Free size: 3774464

**********

**********
CLK
Time: 2025/05/19 - 09:11:39 - TZ 0 - DST 0
```

```
**********

**********
STATUS LAST
ST02 09:11:40 19/05/2025
ID1 Dist RDR (m) = -0.0471
ID2 QoM RDR (dB) = 3
ID3 Tilt RDR (g) = 4.0
ID4 Alim RDR (V) = 13.18
ID5 Temp RDR (gC) = 21.51
ID6 RH RDR (%) = 64.1
ID7 Dist RDR FILT(m) = -0.0471
ID15 Alim RDR FILT(V) = 13.18
ID16 Temp RDR FILT(gC) = 21.51
ID17 RH RDR FILT(%) = 64.1
ID10 Alim (V) = 13.2
ID11 Vsolar (V) = 20.6
ID12 RSSI (dBm) = -82.0
ID13 Temp (gC) = 26.5
ID14 RH (%) = 59.0

**********
```

3.7 Comandi SMS

Tutti i comandi visti al paragrafo precedente possono essere veicolati anche attraverso messaggi testuali SMS, un comando per messaggio. Ai comandi precedenti si aggiungono due comandi: uno permette di modificare, creare o cancellare singole chiavi di configurazione, l'altro di inviare comandi AT al modem interno.

Comando	Significato
CHANGE CONFIG <key>=[<value>]	Modifica o cancellazione chiave di configurazione. Se <value> è omesso, la chiave <key> è cancellata, altrimenti modificata. Se <key> non esiste, viene creata. Il comando genera un riavvio software immediato. E' importante evidenziare che: • Tra CHANGE e CONFIG deve esserci un solo spazio. • Tra CHANGE CONFIG e <key> deve esserci un solo spazio • Il separatore tra <key> e <value> deve necessariamente essere il carattere "=" • Il comando può essere scritto maiuscolo o minuscolo tuttavia deve essere scritto per intero con un solo spazio tra CHANGE e CONFIG e un solo spazio tra caomando e <key>. • <key> è case sensitive quindi si presti particolare attenzione a scrivere correttamente il valore della chiave.
ATCOM [AT command]	Esegue il singolo comando AT passato come argomento e restituisce la risposta.
CHECK FTP	Connessione immediata ai siti FTP per l'esecuzione delle funzionalità avanzate.
GET ARCHIVE	Upload dell'intero file di archivio su ogni sito FTP abilitato alle funzionalità avanzate

Per rendere più robusto e sicuro lo scambio di comandi via SMS, si introduce la possibilità di configurare una password di accesso[17] di massimo 32 caratteri. Se non viene definita, è utilizzata la password di default "1234". Nei comandi SMS occorre inserire il comando come testo di un messaggio preceduto dalla password del modulo ed uno spazio di separazione:

<password><space><command>

Ad esempio se la password fosse "1234" ed il comando STATUS LAST, si dovrebbe scrivere l'SMS: 1234 STATUS LAST. Quando il modulo riceve il messaggio lo gestisce e risponde via SMS al mittente. In caso di risposte più lunghe di 160 caratteri, NanoSUM provvede a mandare tutti i messaggi sequenziali necessari per il recapito dell'intera risposta.

Poiché gli operatori di rete sono responsabili del recapito degli SMS, non è assicurata né la sequenzialità dei messaggi, né i tempi effettivi di recapito né il corretto recapito da parte della rete. In altre parole, internamente i comandi sono gestiti da quello che arriva prima a quello che arriva per ultimo ma questo ordine può non coincidere con l'ordine di invio dei messaggi. Non è garantito poi che un messaggio SMS arrivi o arrivi in un certo intervallo di tempo. Viste le limitazioni non gestibili sopra esposte, è fortemente consigliato l'utilizzo dei comandi FTP, soprattutto in modalità diagnostica.

[17] Si veda il capitolo sulla configurazione del datalogger.

3.8 Gestione data e ora di sistema

La data e l'ora di sistema sono degli aspetti fondamentali per tutte le funzionalità di NanoSUM; senza una data ed un'ora valida infatti non si potrebbe assegnare un tempo ai record del database di fatto rendendo inutilizzabili le acquisizioni. Per tale motivo il datalogger è provvisto di due orologi con datario:

- **RTC principale di sistema**

  E' l'orologio vero e proprio di sistema, tenuto periodicamente allineato e sincronizzato. In caso di data non valida ed impossibilità momentanea alla sincronizzazione ora utilizzando la rete cellulare, sfrutta l'orologio d'emergenza per un riallineamento dell'ora.

- **RTC secondario d'emergenza**

  E' un orologio tenuto costantemente allineato all'orologio principale, equipaggiato con supercap di ritenuta dell'ora, e svolge le funzioni di orologio di backup nei casi in cui l'orologio principale abbia dei problemi di sincronizzazione.

L'orologio di sistema è sempre impostato sull'ora solare ed è disabilitato il passaggio automatico all'ora legale. I fusi orari sono gestiti con risoluzione dei 15 minuti con possibilità di impostare un offset sino a 48 quarti d'ora positivi (+12 ore) e 48 quarti d'ora negativi (-12 ore) rispetto all'ora UTC per coprire l'intero globo. La gestione dei quarti d'ora permette di gestire alcuni paesi che adottano questi sfasamenti[18]:

- Isola Lord Howe (Australia) UTC + 10:30
- Broken Hill (Australia) UTC + 9:30
- Eucla (Australia) UTC + 8:45
- Isole Cocos (Australia), Myanmar UTC + 6:30
- Nepal UTC + 5:45
- India, Sri Lanka UTC + 5:30
- Afghanistan UTC + 4:30
- Iran UTC + 3:30
- Newfoundland (Canada) UTC - 3:30
- Isole Marchesi UTC - 9:30

A pagina seguente è mostrata una mappa dei fusi orari mondiali che evidenzia meglio i vantaggi di una gestione flessibile basata su fusi orari di 15 minuti di intervallo.

[18] Resta esclusa l'isola di Chatam (Nuova Zelanda) con UTC + 13:45

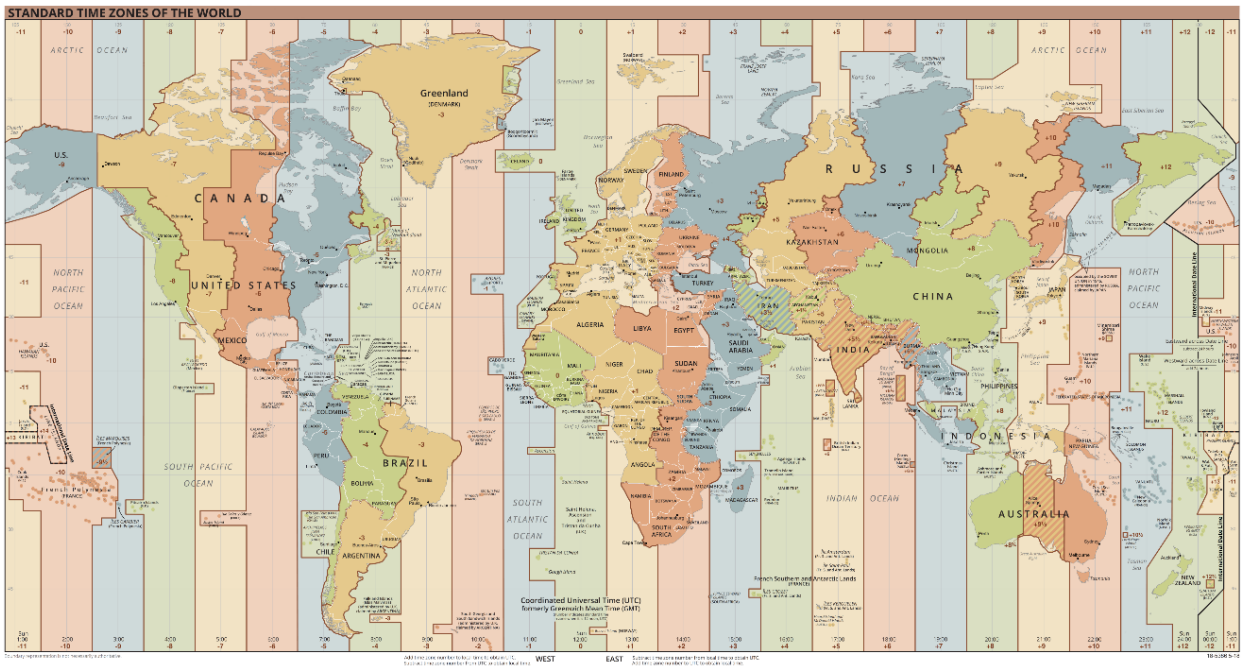


Figura 2: Fusi orari

La strategia di sincronizzazione dell'ora si sviluppa su tre livelli differenti:

1. **Sincronizzazione tramite server NTP**

   E' la modalità privilegiata per la sincronizzazione dell'ora: il modulo si connette ad un server NTP specificato in configurazione. Se il server non è presente in configurazione, NanoSUM utilizzerà il default **0.pool.ntp.org**. In caso di successo di sincronizzazione, l'ora viene utilizzata per sincronizzare sia l'orologio principale che quello di emergenza. Nel caso invece in cui la sincronizzazione fallisse per qualche motivo (sito NTP non disponibile, problemi di connessione ecc.), si passa al secondo punto.

2. **Sincronizzazione tramite ora della cella sulla quale il modem è registrato**

   Quando il modem è registrato, la cella generalmente mette a disposizione l'ora e la data, che può differire di alcuni secondi rispetto all'ora esatta, ma che comunque è utilizzabile e stabile. Se l'ora di cella è letta con successo, questa viene utilizzata per sincronizzare sia l'orologio principale sia l'orologio d'emergenza. Nel caso invece in cui la sincronizzazione fallisse per qualche motivo (ad esempio modem non registrato sulla rete), si passa al terzo punto.

3. **Sincronizzazione con orologio d'emergenza**

   NanoSUM utilizza l'ora di backup dell'orologio d'emergenza per sincronizzare l'orologio principale di sistema.

Vediamo ora alcuni casi particolari in cui si declina la strategia:

- **Primo avvio assoluto: entrambi gli orologi non hanno un'ora valida**

  E' il caso tipico che si ha alla prima installazione o comunque nel caso in cui il datalogger sia rimasto scollegato dall'alimentazione per un periodo sufficiente di tempo a scaricare il supercap di ritenuta dell'ora e far perdere l'ora anche all'orologio d'emergenza. Lo stato è caratterizzato quindi da assenza di ora valida su entrambi gli orologi. In questo caso si procede come segue: si tenta di sincronizzare

l'ora tramite server NTP o cella, come descritto sopra, sino ad un massimo di 10 volte. Non appena si recupera l'ora vengono sincronizzati entrambi gli orologi ed il programma operativo continua normalmente. Se invece tutti e 10 i tentativi falliscono, il datalogger viene riavviato a basso livello ossia spento completamente e riacceso dopo circa un minuto di ritardo.

- **Funzionamento continuo con ora valida su entrambi gli orologi**

  In questo caso il sistema è sempre acceso e viene fatta una sincronizzazione NTP periodica, ogni 24 ore, per limitare le derive dell'RTC principale. In particolare NanoSUM procede in questo modo:

  - Dopo la prima sincronizzazione all'avvio parte un timer con durata 24 ore.
  - Alla scadenza del timer, ci si sincronizza al prossimo tempo utile esattamente a metà tra una memorizzazione e l'altra.
  - Alla metà tra una memorizzazione e l'altra si sincronizza, esclusivamente via NTP, l'orologio principale.
    - Se il tentativo va a buon fine, si sincronizza anche l'orologio d'emergenza e si scrive su file di log l'avvenuta sincronizzazione degli orologi. Si imposta il timer della prossima sincronizzazione a 24 ore.
    - Se il tentativo fallisce, non si fa nulla in quanto l'orologio principale ha già un'ora corretta. Si scrive su file di log l'errore di sincronizzazione e si reimposta il timer di sincronizzazione per un prossimo tentativo dopo 4 ore.

- **Avvio da funzionamento in shutdown**

  Come si vedrà in un paragrafo successivo, il funzionamento in shutdown è volto al massimo risparmio energetico ed ogni particolare del funzionamento, compresa la sincronizzazione ora, è ottimizzata a tale scopo. In questo contesto, è necessario anticipare che tale funzionamento prevede uno spegnimento completo del modulo che viene riacceso solo in prossimità di una qualche scadenza come un'acquisizione, una memorizzazione o una trasmissione. Il modulo quindi si spegne e si avvia continuamente e, poiché la sincronizzazione con server NTP è dispendiosa sia in termini di tempo sia in termini di energia, la procedura di sincronizzazione all'avvio è modificata in tal senso:

  - All'avvio l'orologio principale riceve l'ora dall'orologio di backup
  - Nel caso in cui l'orologio di backup non abbia una data valida, si cerca di recuperare, facendo sino ad un massimo di 10 tentativi spaziati di due secondi l'uno dall'altro, l'ora di cella dalla rete cellulare senza interessare una connessione verso un server NTP.
  - In caso negativo si effettuerà una connessione NTP per la sincronizzazione dell'ora; se questa dovesse fallire il datalogger viene riavviato a basso livello ossia spento completamente e riacceso dopo circa un minuto di ritardo.

  In ogni caso, nel normale ciclo di funzionamento, dopo 7 invii FTP è fatta una sincronizzazione dell'ora via NTP, con aggiornamento di entrambi gli orologi, per riallineare precisamente le date.

3.9 Gestione allarmi

NanoSUM può essere utilizzato come centralina automatica di allerta; il suo funzionamento si basa su un sistema di soglie d'allarme a quattro stati:

- Normale identificato dal codice colore VERDE
- Attenzione identificato dal codice colore GIALLO
- Preallarme identificato dal codice colore ARANCIONE
- Allarme identificato dal codice colore ROSSO

Il sistema dei codici colore adottato rispecchia i tipici codici colore della protezione civile italiana ed è pienamente compatibile con tale sistema. Gli stessi codici colore si trovano sullo SCADA proprietario SIAP+MICROS Polaris.

Qualsiasi stato di allarme è in realtà uno stato di funzionamento generale del datalogger regolato dall'attraversamento di soglie configurabili per singola misura. Ad ogni misura di cui si vuole prestare particolare attenzione, si possono associare sino ad un massimo di sei soglie diverse, tre superiori e tre inferiori, che delimitano il funzionamento del datalogger, rispetto a quella data misura, in sette aree:

- Area sopra la soglia di allarme superiore (allarme, zona rossa)
- Area tra la soglia di preallarme superiore e la soglia di allarme superiore (preallarme, zona arancione)
- Area tra la soglia di attenzione superiore e la soglia di preallarme superiore (attenzione, zona gialla)
- Area tra la soglia di attenzione inferiore e la soglia di attenzione superiore (normale, zona verde)
- Area tra la soglia di attenzione inferiore e la soglia di preallarme inferiore (attenzione, zona gialla)
- Area tra la soglia di preallarme inferiore e la soglia di allarme inferiore (preallarme, zona arancione)
- Area sotto la soglia di allarme inferiore (allarme, zona rossa)

Per ogni misura possono essere configurate anche solo alcune di tali soglie espandendo di fatto le aree di funzionamento. Le misure sono valutate singolarmente ed il loro stato di allarme è associato allo stato di allarme dell'intero sensore cui fanno parte le misure e concorre a formare lo stato di allarme del datalogger. Se più misure sono in stati diversi d'allarme, lo stato del datalogger sarà quello di allarme più grave.

Il passaggio da uno stato di allarme ad uno stato più grave, può avvenire solo se la misura persiste sopra soglia per un dato valore di persistenza che può essere configurato. Lo stesso si applica per il rientro da uno stato di allerta ad uno meno grave al quale però si aggiunge il concetto di isteresi: non basta che la misura sia sotto soglia per una data persistenza ma occorre che sia sotto soglia meno un valore di isteresi configurabile.

Si può poi scegliere se la valutazione è fatta sul dato istantaneo o piuttosto sul dato medio.

Il cambiamento di stato di una o più misure genera un cambiamento di stato del datalogger: NanoSUM assumerà lo stato di funzionamento dello stato di allarme più severo tra quelli di tutte le misure. Ad esempio se una misura è in attenzione ed una in preallarme, lo stato del datalogger sarà quello di preallarme.

E' possibile configurare il datalogger affinché modifichi le sue cadenze in base allo stato di allarme.

La prossima figura illustra i concetti di aree di funzionamento, soglie ed isteresi di rientro e fornisce un esempio per illustrare il passaggio tra i vari stati.

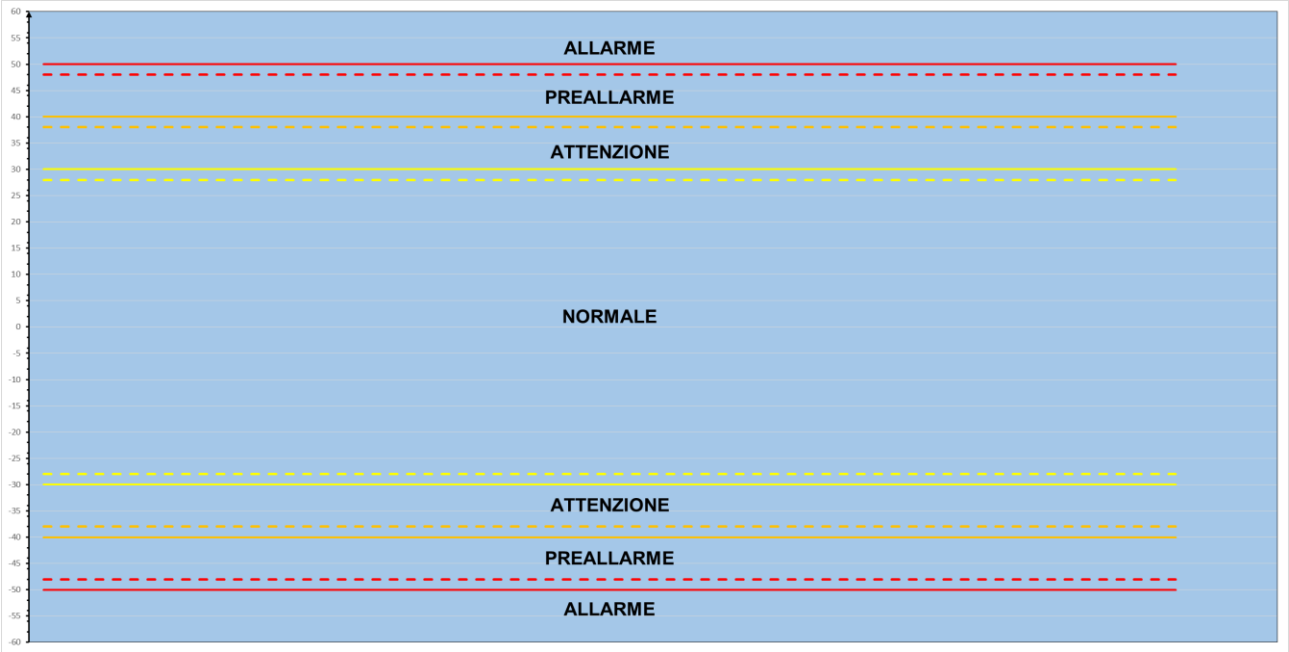


Figura 3: Aree di funzionamento

Si supponga per esempio una misura di temperatura acquisita ogni 10 secondi. L'immagine mostra un esempio di soglie di allarme con isteresi di 2°C (linee in tratteggio). Si assuma anche una persistenza pari a 6 volte sul dato istantaneo ossia per un tempo equivalente di 6 * 10 secondi, 1 minuto. Le soglie sono definite rispettivamente:

- Allarme superiore: 50°C
- Preallarme superiore: 40°C
- Attenzione superiore: 30°C
- Attenzione inferiore: -30°C
- Preallarme inferiore: -40°C
- Allarme inferiore: -50°C

Nell'intervallo di temperature compreso tra -30°C e 30°C si è nello stato di funzionamento normale.

Nello stato di funzionamento normale, se la temperatura dovesse salire a 32°C per 30 secondi per poi scendere sotto i 30°C, non si avrebbe nessun cambiamento di stato perché la persistenza non sarebbe soddisfatta. Se invece salisse a 32°C per più di un minuto si avrebbe il cambio di stato.

Allo stesso modo si supponga di essere in preallarme a 44°C, per rientrare in condizione di attenzione occorre scendere stabilmente sotto i 38°C, pari alla soglia meno l'isteresi, per un tempo superiore alla persistenza.

Si nota che le soglie superiori hanno un'isteresi che viene tolta dal valore di soglia e risulta più bassa mentre le soglie inferiori hanno un'isteresi che viene sommata al valore di soglia e risulta più alta. Questo è sempre valido. L'isteresi può anche essere vista come un cambiamento di soglia indotto dallo stato di funzionamento alterato dall'allarme: le soglie, in caso di stato diverso dal normale, si fanno più stringenti per il rientro. Il meccanismo di persistenza ed isteresi permette di evitare situazioni di falsi allarmi o rientri nel caso in cui il valore della grandezza vari a cavallo della soglia di allarme definita.

Il superamento di una soglia di allarme o il rientro in uno stato di allarme minore, genera delle azioni ben definite volte a gestire la situazione:

- La valutazione del cambiamento di stato delle misure.

  Ogni misura è dotata di uno stato di allarme che indica quindi in che stato si trova in quel dato momento la misura, relativamente alle sue soglie configurate. Al termine di tutte le acquisizioni istantanee è controllato lo stato di ogni data misura, aggiornandolo. In presenza di una configurazione che indichi esplicitamente il controllo sulla misura media, lo stato verrà valutato alla chiusura delle elaborazioni sul dato medio e la persistenza si riferirà al tempo di memorizzazione invece che al tempo di scansione. Lo stato di allarme misura sarà utilizzato per tutte le operazioni successive.

- La valutazione del cambiamento di stato del datalogger.

  Si valuta lo stato attuale del datalogger in base agli stati di allarme delle singole misure: lo stato del datalogger è quello della misura in stato di allarme più critico.

- La scrittura di un record di allarme, se abilitata.

  Se una qualsiasi misura dà luogo ad un cambiamento dello stato di allarme, ed in configurazione è abilitata la scrittura di un record di allarme, nel tracciato dati sarà generato un particolare record che segnalerà l'allarme e contenete le misure che hanno variato stato, la soglia superata, lo stato attuale delle misure. Per i dettagli del record si veda l'appendice A.

- Il cambio cadenza di acquisizione e memorizzazione dei sensori in uno stato di allerta secondo la loro configurazione.

- Il cambio cadenza di trasmissione secondo lo stato del datalogger e la sua configurazione.

- L'invio di messaggi SMS di informativa dello stato di allarme misura e stato di allarme datalogger ai destinatari preposti.

  Per economizzare il numero di SMS e dare un quadro riassuntivo generale dello stato del sistema, NanoSUM compone un unico messaggio contenente:

  a. Stato complessivo del datalogger

  b. Identificativo misura in allarme con valore istantaneo e soglia superata per ogni misura in uno stato diverso dal normale.

  Per fare un esempio si supponga un datalogger con tensione batteria di 12.5V, una temperatura, con ID misura pari a 3, di 35°C che entra in stato di attenzione superando la soglia di 30°C, un livello idrometrico, con id misura pari a 4, di valore 305cm già in preallarme con soglia 300cm ed ID misura 4. L'evento di cambiamento di stato della temperatura genera la scrittura del record di allarme e la segnalazione SMS con testo:

  ST0<ID> <logger name> status: PREALARM

  ID 3 temperature: WARNING, meas 35, thr 30

  ID 4 level: PREALARM, meas 305, thr 300

In aggiunta a quanto visto, come si vedrà nel capitolo sulla configurazione, è possibile configurare:

- La disabilitazione della memorizzazione allarmi

  Tramite parametro di configurazione globale è possibile disabilitare la memorizzazione del record di allarme. Rimane attivo il servizio SMS. Il parametro è a livello di datalogger.

- Associazione tipologia di misura agli allarmi

  E' possibile specificare se la grandezza sulla quale controllare lo stato d'allarme sia l'istantaneo od il medio. Il parametro è riferito alla singola misura.

- Personalizzazione del recapito degli SMS

  Da configurazione è possibile disabilitare l'invio dei messaggi di allarme a certi destinatari oppure limitare le tipologie di allarme che possono essere segnalate ad alcuni preposti piuttosto che altri.

- Segnalazione rientro allarme su tracciato all'avvio

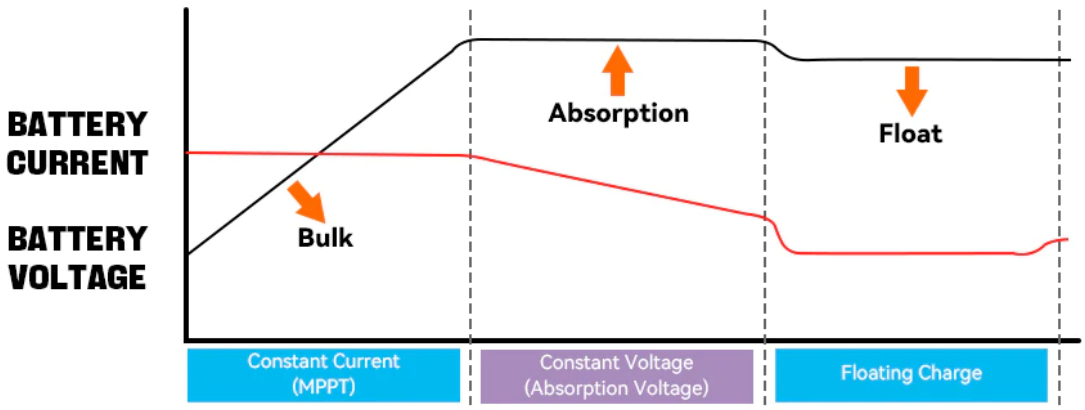
  All'avvio del datalogger, se è abilitata la memorizzazione del tracciato allarmi e le misure sono nello stato normale, è possibile abilitare la scrittura di un record che segnali la normalità di tutte le misure.

3.10 BMS: battery management system

NanoSUM ha un sistema interno di gestione batteria, configurabile su più livelli di complessità, il cui scopo è quello di massimizzare la vita utile delle batterie al piombo acido, minimizzando il degrado della capacità complessiva che si avrebbe in situazioni di scarica profonda. Il monitor batteria, che normalmente è sempre abilitato, si occupa di togliere completamente alimentazione al core principale ed alle periferiche e sensori connessi, quando la tensione di batteria scende sotto i 10.5V e di ripristinarla quando risale sopra gli 11.5V se non diversamente indicato in configurazione.

E' possibile disabilitare il monitor batteria tramite apposita chiave di configurazione, disabilitazione necessaria quando si utilizzano batterie al litio primarie che devono essere portate a scarica completa.

Il BMS del NanoSUM offre però anche la possibilità di personalizzare le soglie di protezione della batteria ed i parametri che definiscono la curva di carica dando quindi la possibilità, se ritenuto opportuno, di adattare l'algoritmo di carica al data sheet della batteria utilizzata. Come accennato, il NanoSUM è equipaggiato con un carica batteria a 3 fasi.



I parametri configurabili sono:

- Tensione di assorbimento (fase di absorption), default 14.4V a 25°C. Il valore deve essere compreso tra i 12.5V ed i 16.5V.
- Tensione di float, default 13.2V a 25°C. Il valore deve essere compreso tra i 12.5V ed i 16.5V e comunque inferiore alla tensione di assorbimento.
- Tensione bassa di disconnessione (LVD), ossia la tensione cui si stacca il carico per preservare la batteria da una scarica profonda. Default di 10.5V con isteresi di rientro di 1V[19]. Il valore deve essere compreso tra i 10.0V ed i 12.5V.
- Tipo di chimica a scelta tra batterie al piombo acido e batterie al litio ferro fosfato ($LiFePO_4$). Il tipo di chimica scelto si riflette sulla correzione della curva di carica in temperatura. La correzione in temperatura della curva di carica è sempre presente per le batterie al piombo mentre è disabilitata per le batterie $LiFePO_4$. Il valore di default è impostato su batterie al piombo.
- Temperatura minima di funzionamento: la temperatura al di sotto della quale è disabilitato il carica batteria. Questa soglia di temperatura è disabilitata di default. Il valore deve essere compreso tra i -60°C e gli 80°C.
- Temperatura massima di funzionamento: la temperatura al di sopra della quale è disabilitato il carica batteria. Questa soglia di temperatura è disabilitata di default. Il valore deve essere compreso tra i -60°C e gli 80°C e superiore alla temperatura minima di funzionamento.

3.11 Watchdog

NanoSUM è provvisto di due watchdog di sistema che ne controllano il funzionamento:

- Watchdog sul ciclo di funzionamento del datalogger

  Questo watchdog serve a controllare la corretta operatività del ciclo di funzionamento principale. Basandosi sulle cadenze configurate, viene impostato automaticamente un timeout conveniente che deve essere ripristinato dal programma operativo prima della sua scadenza. Se ciò non avviene per qualche blocco del programma, il secondo core, che opera a più basso livello, provvede a spegnere completamente il core principale e riavviarlo. A sua volta il core di più basso livello è controllato da un watchdog hardware indipendente. Il sistema di controllo principale non può essere disabilitato.

- Watchdog che controlla il corretto recapito dei dati ai server FTP

  Questo watchdog si occupa di monitorare il corretto invio dei dati verso i server FTP. Se, per qualche motivo, non si riesce a recapitare i dati per un intervallo di tempo che supera quello configurato per il watchdog, NanoSUM viene riavviato. Questa tipologia di controllo può essere disabilitata da chiave di configurazione.

[19] La tensione deve superare i 10.5V + 1V = 11.5V affinché il datalogger sia riattivato.

3.12 Funzionalità di basso consumo: funzionamento in shutdown

Al fine di minimizzare al massimo i consumi, in caso di acquisizioni sporadiche o comunque con intervalli di tempo lunghi, si può porre NanoSUM in una particolare modalità di funzionamento che si indicherà con **shutdown**.

Quando questa modalità è abilitata, tra una scadenza e l'altra l'intero core principale viene spento, gli viene tolta fisicamente l'alimentazione così come alle principali periferiche. Anche le alimentazioni verso i sensori sono spente, eccezion fatta per quelle configurate per poter rimanere attive anche durante lo shutdown[20]. Le uniche parti che rimangono alimentate e pienamente operative sono il sistema di gestione delle alimentazioni ed il core secondario, che si occuperà anche della accensione del core principale, dei sensori e delle periferiche in vista di una scadenza.

Il funzionamento in shutdown può essere abilitato a patto che la minima cadenza sia superiore ai due minuti. La corrente mediamente assorbita dal datalogger diminuisce con il diluirsi delle cadenze nel tempo verso un valore asintotico che è l'alimentazione residua delle parti di supervisione e controllo che abbiamo evidenziato.

Nella modalità di funzionamento in shutdown, tutte le funzionalità del modulo restano operative, l'unica differenza dal funzionamento normale essendo la diversa strategia di sincronizzazione ora, già discussa nel paragrafo relativo, volta a minimizzare ulteriormente il consumo[21].

3.13 Modalità diagnostica

La modalità diagnostica è una particolare modalità temporanea di funzionamento del datalogger che abilita una serie di aspetti che rendono più semplice:

- Capire se il datalogger si sia avviato correttamente.
- Verificare la bontà dei collegamenti dei sensori.
- Verificare che i sensori stiano correttamente funzionando.
- Verificare la qualità del segnale radio ed i parametri diagnostici di funzionamento anche se non esplicitamente configurati.
- Verificare in tempi brevi che i dati siano correttamente memorizzati.
- Verificare che i file di archivio siano correttamente recapitati ai vari siti FTP configurati.

La modalità è particolarmente utile sia in fase di prima installazione, sia in fase di manutenzione di una centralina a campo. NanoSUM, infatti, non ha un display e potrebbe essere a volte configurato con tempi di acquisizione, memorizzazione e trasmissione anche molto elevati che renderebbero difficoltosa la verifica del corretto funzionamento a campo. Questi aspetti divengono ancora più critici in caso di funzionamento in shutdown in quanto il tempo di accensione del modulo è ridotto al minimo necessario per risparmiare energia.

[20] Funzionalità utile per sensori che devono stare sempre accesi per un loro corretto funzionamento.

[21] Si vedano le specifiche tecniche per un dettaglio dei consumi in alcuni casi particolari.

La modalità diagnostica cerca di superare queste limitazioni e sfruttare i mezzi che il modulo mette a disposizione per il dialogo con l'operatore e la verifica del corretto funzionamento. In particolare la verifica può essere fatta sia attraverso i comandi FTP, sia attraverso i comandi SMS.

In modalità diagnostica NanoSUM legge tutti i parametri della configurazione caricata ma:

- **Ignora la modalità shutdown e tiene il modulo sempre acceso**

  Tenere il modulo sempre acceso permette una più affidabile verifica attraverso i comandi SMS o la connessione diretta del modulo sulla USB per operazioni dirette sul file system[22] nel caso dovesse rendersi necessario. Per quanto riguarda i comandi FTP, per la verifica sono molto utili:

  - **STATUS LAST** per leggere gli ultimi dati istantanei acquisiti
  - **GET DIAG** per la misura e lettura dei dati diagnostici
  - **GET MEAS** per la misura e lettura dei dati dei sensori
  - **GET LOG** per l'upload dei file di LOG sui server FTP abilitati alle funzionalità avanzate

- **Abilita il log diagnostico continuo su USB**

  Questo aspetto permette una diagnostica approfondita della centralina.

- **Esegue una sincronizzazione dell'ora via server NTP all'avvio**

  La sincronizzazione ora permette sia di verificare la connessione, sia di avere una data di partenza corretta. La sincronizzazione può essere forzata in ogni momento con il comando **NTP SYNCH**.

- **I sensori sono acquisiti ogni 30 secondi a prescindere da ciò che è stato configurato**.

  Le acquisizioni sono fitte per verificare in tempi brevi le connessioni e la risposta dei sensori e configurare eventuali parametri aggiuntivi come ad esempio, gli eventuali offset.

- **Le misure sono memorizzate ogni 60 secondi a prescindere da ciò che è stato configurato**.

  Le memorizzazioni possono essere verificate in tempi brevi permettendo di controllare e correggere eventuali errori ad esempio sugli identificativi delle misure.

- **La trasmissione avviene ogni 60 secondi a prescindere da ciò che è stato configurato**

  L'invio ai server FTP molto frequente permette da un lato di verificare la corretta connessione e caricamento dei dati ai server di centrale, dall'altro rende possibile operare in maniera rapida con i comandi FTP in sostituzione ai comandi SMS.

- **Le alimentazioni con tempi di preaccensione superiori ai 20 secondi sono sempre accese**
- **E' disabilitata la gestione degli allarmi**

In modalità diagnostica, tutte le verifiche possono essere fatte direttamente dal tecnico in campo con l'uso di uno smartphone che possa inviare SMS e collegarsi ad internet. Con gli SMS si possono dare i comandi al datalogger, sempre acceso, e con applicazioni client FTP si può accedere ai server configurati direttamente dal telefono e sfruttare anche i comandi FTP.

[22] Si faccia riferimento all'appendice B per maggiori dettagli

L'utilizzo dei comandi FTP è preferenziale e consigliato essenzialmente perché i tempi ed il corretto recapito dei messaggi SMS dipendono dagli operatori di rete delle SIM coinvolte e non sono garantiti. Con la modalità diagnostica, invece, i comandi FTP sono processati ogni minuto sui server abilitati. Altro vantaggio dei comandi FTP è la possibilità di processare più comandi alla volta ottenendo un quadro generale della situazione in maniera molto rapida. E' poi una modalità operativa essenziale sia per eventuali modifiche al file di configurazione sia per l'aggiornamento del programma operativo.

La modalità diagnostica è la modalità di primo avvio di ogni centralina NanoSUM. La modalità è comunque abilitabile in qualsiasi momento in vari modi alternativi:

- Tramite comando FTP **GO DIAG** su uno qualsiasi dei server FTP abilitati ai comandi.
- Tramite comando SMS **GO DIAG**. Se il modulo fosse in shutdown, mandare l'SMS ed accendere il modulo col pulsante REBOOT.
- Tramite pressione prolungata del pulsante REBOOT come spiegato al paragrafo 1.6.
- Cancellando dalla memoria interna (root del modulo)[22] il file **normal.opr**.

Allo stesso modo, l'uscita dalla modalità diagnostica ed il ritorno alla modalità di normale funzionamento è attuabile in vari modi alternativi:

- Tramite comando FTP **GO NORM** su uno qualsiasi dei server FTP abilitati ai comandi.
- Tramite comando SMS **GO NORM**.
- Per timeout: a quattro ore dall'avvio in modalità diagnostica il modulo ritorna autonomamente alla modalità di funzionamento normale.
- Inserendo nella memoria interna (root del modulo)[22] il file **normal.opr**. Il file dovrà contenere al suo interno la scritta "NORMAL".

4. Configurazione

La configurazione di NanoSUM è contenuta in un file di testo di nome **config.ini** memorizzato nella cartella principale del file system interno. È un file ASCII organizzato in righe terminate da <CR><LF>, ogni riga ha una struttura chiave – valore:

```
<Chiave>=<valore>,<valore>,<valore>….<CR><LF>
```

La chiave identifica univocamente il parametro ed i valori che seguono dipendono da essa. I valori sono separati l'un l'atro dal carattere '**,**' mentre tra la chiave e la serie dei valore occorre usare il carattere '**=**'.

Alcuni parametri sono generali di stazione, altri sono specifici per i sensori e nei prossimi paragrafi andremo a descriverli in dettaglio. Si noti che, sebbene l'ordine delle chiavi nel file non sia importante, per avere una configurazione leggibile è consigliabile ordinarla in sezioni:

- Parametri generali
- Sensori e misure
- Server FTP di recapito dati
- Eventuali destinatari SMS

Il carattere '**#**' ad inizio riga identifica quella riga come commento. E' sempre consigliabile avere una o più righe di commento iniziali che identificano la configurazione e le eventuali modifiche. La lunghezza massima delle righe è di **160** caratteri compresi <CR><LF>. Il numero massimo di righe che possono comporre il file è di **2048**.

Dalla versione 1.1.1 del programma operativo, è stata introdotta la possibilità di poter configurare il dispositivo tramite il software di configurazione DAK versione 3.6.0. Il DAK è un software proprietario SIAP+MICROS per la configurazione dei suoi data logger ed attualmente supporta la configurazione per DA18K, DA22K, NanoSUM, MicroSUM, MegaSUM. Il software presenta una struttura ad albero molto intuitiva e divisa a sezioni che permette di inserire le note iniziali, i parametri generali di stazione, le acquisizioni sensore per sensore, le trasmissioni FTP e quelle degli allarmi SMS. La sua struttura rispecchia l'impostazione del file di configurazione testuale e per questo motivo nel seguito si descriverà in dettaglio la scrittura manuale del file di configurazione mentre si rimanda al manuale del DAK, ed al DAK stesso, per i dettagli della configurazione attraverso il software. Una nota importante da tenere presente è che, per rendere le configurazioni compatibili col DAK, nel file config.ini subito dopo il commento iniziale, se presente, e prima dell'elenco delle chiavi di configurazione, va inserita la riga seguente:

```
[CONFIG]
```

Questa indica l'inizio effettivo dei parametri di configurazione che il programma operativo utilizzerà per il suo funzionamento. Nel seguito del manuale si darà un esempio di scrittura manuale di una configurazione.

Alcune chiavi di configurazione sono necessarie al corretto funzionamento di NanoSUM e non possono essere omesse, altre chiavi invece possono essere omesse e sono caricate con dei valori di default. Ad esempio occorre sempre specificare almeno un server FTP valido con la chiave FTP0 poiché ci deve essere sempre almeno un server su cui recapitare i dati. Allo stesso modo dovrà sempre specificarsi un APN per la corretta connessione alla rete.

Nei prossimi paragrafi si descriveranno tutti i parametri di configurazione, suddividendo la trattazione in parametri generali e parametri dei sensori.

Nella scrittura del file di configurazione, sono ammessi i seguenti caratteri:

@	Δ	SP	0	¡	P	¿	p
£	_	!	1	A	Q	a	q
$	Φ	"	2	B	R	b	r
¥	Γ	#	3	C	S	c	s
è	Λ	¤	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	Ξ	*	:	J	Z	j	z
Ø	ESC	+	;	K	Ä	k	ä
ø	Æ	,	<	L	Ö	l	ö
CR	æ	-	=	M	Ñ	m	ñ
Å	ß	.	>	N	Ü	n	ü
å	É	/	?	O	§	o	à

4.1 Parametri generali di stazione

La tabella seguente elenca i parametri generali di ogni stazione che verranno descritti in dettaglio.

Parametro	Obbligatorio	Default
SITE=<spID>,<name>	SI	9999,Test station
APN=<name>	SI	---
IPV=<IPversion>	NO	IPV4
NTP=<ntp_server>,<offset>	NO	0.pool.ntp.org,0
EXTRA=<atcommand>	NO	Nessun comando
PASSWORD=<password>	NO	1234
VERBOSE=<n>	NO	2
ENABLE_SHUTDOWN=<mask>	NO	0
MAX_DISK=<kmax>	NO	2048
MAX_FTP=<kmax>	NO	64
BACKUP_EN=<en>	NO	0
LI_BATT=<en>	NO	0
CUSTOM_BMS=<en>,<Vabs>,<Vfloat>,<LVD>,<chem>,<LTD>,<HTD>	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_EN=<recEn>,<type>	NO	1,0
ALA_CTIME_EN=<en>	NO	0
BOOST_ON_TIME=<seconds>	NO	0
BAT_ON_TIME=<seconds>	NO	0
OD1_ON_TIME=<seconds>	NO	0
OD2_ON_TIME=<seconds>	NO	0

Parametro	Obbligatorio	Default
WDFTP=<minWD>	NO	1440
FTPx=<ipDest>,<user>,<path>,<disableExtra>	SI almeno FTP0	---
FTPxPSW=<passwd>	SI almeno FTP0	---
FTPxREC=<rec_type>	NO	S+M dinamico
FTPxTLS=<en_tls>,<ftp_verbose>	NO	0,0
SMSy=<number>,<flag>	NO	Nessun SMS

L'indicatore **x** può essere un numero compreso tra 0 e 19 per le chiavi FTP in quanto sono ammessi sino a 20 siti FTP. L'indicatore **y** può essere un numero compreso tra 0 e 31 per le chiavi SMS in quanto sono ammessi sino a 32 destinatari SMS per gli allarmi.

Ci sono alcuni parametri che devono assolutamente essere presenti. La mancanza anche di uno solo di questi parametri comporta il mancato caricamento della configurazione, la scrittura di un file di LOG contenente l'errore ed il riavvio del modulo. L'errore di uno di questi parametri risulta perciò critico. Occorre pertanto prestare particolare attenzione alla definizione della configurazione.

Di seguito la descrizione delle chiavi.

SITE: descrizione della stazione

SITE=<spID>,<site_name>	
<spID>	Numero identificativo stazione (numero intero a 31 bit, default 9999).
<site_name>	Nome della località o del prodotto (default Test station) massimo 32 caratteri.

APN: access point name per la connessione

APN=<name>	
<name>	Nome dell'ACCESS POINT (esempio internet.it). Massimo 32 caratteri.

IPV: selezione scelta del protocollo IP

IPV=<IPversion>	
<IPversion>	Tipologia di protocollo IP. 0 per IPV4, 1 per IPV6, 2 per IPV4V6. Default: 0.

NTP: configurazione dei parametri per la sincronizzazione ora

NTP=<ntp_server>,<offset>	
<ntp_server>	Nome del server NTP (esempio: 0.pool.ntp.org).
<offset>	Offset rispetto all'ora di Greenwich in quarti d'ora: 1 = +0.25h; 4 = +1h; -4 = -1h.

EXTRA: serie di comandi AT all'avvio del modulo

EXTRA=<at_command>	
<at_command>	Stringa di comandi AT separati da punto e virgola

Con questa chiave è possibile inserire uno o più comandi AT separati da "**;**" che sono eseguiti all'avvio del modulo. Sulla riga EXTRA è possibile inserire comandi sino ad un massimo di 100 caratteri. Ad esempio: EXTRA=AT;ATE0;AT&W;

PASSWORD: password per la gestione dei comandi SMS

PASSWORD=<password>	
<password>	Password alfanumerica da usare per l'autenticazione degli SMS inviati a NanoSUM. Lunghezza massima di 32 caratteri. Default 1234.

VERBOSE: abilitazione del debug diagnostico su USB

VERBOSE=<n>	
<n>	Abilitazione log su USB 0 = disabilitato 1 = solo errori 2 = errori ed informazioni dettagliate ciclo operativo (default) 3 = errori, informazioni dettagliate ciclo operativo e debug avanzato

ENABLE_SHUTDOWN: abilitazione del risparmio energetico

ENABLE_SHUTDOWN=<pwmode>	
< pwmode>	Abilitazione alla gestione risparmio energetico con maschera di bit.

Con questa chiave si permette NanoSUM di spegnersi fra una scadenza e l'altra. Questo avviene solo per tempi di inattività maggiori ai 2 minuti. La maschera di bit <pwmode> permette di selezionare diverse opzioni:

- 0: sempre acceso (default), shutdown disabilitato
- 1: spegnimento con riaccensione programmata automatica
- 2: flag di mantenimento BAT_{OUT}; NanoSUM si spegne ma BAT_{OUT} è mantenuta attiva
- 4: flag di mantenimento $12V_{OUT}$; NanoSUM si spegne ma $12V_{OUT}$ è mantenuta attiva
- 8: flag di mantenimento OD1; NanoSUM si spegne ma OD1 è mantenuta attiva
- 16: flag di mantenimento OD2; NanoSUM si spegne ma OD2 è mantenuta attiva

I singoli bit si sommano per dare diverse combinazioni, ad esempio:

- <pwmode> = 3 indica che è abilitato lo spegnimento ma si deve tenere attiva l'alimentazione BAT_{OUT} dalla batteria (1 + 2).
- <pwmode> = 13 indica che è abilitato lo spegnimento ma si deve tenere attiva l'alimentazione $12V_{OUT}$ e l'uscita digitale OD1 (1 + 4 + 8).

MAX_DISK: massima dimensione della memoria dati interna

MAX_DISK=<kmax>	
<kmax>	Massima dimensione in KB del file di archivio (default=2048, max=4096).

MAX_FTP: massima dimensione del file di upload FTP per singolo sito

MAX_FTP=<kmax>	
<kmax>	Massima dimensione in KB del file di invio temporaneo (default=64, max=64).

BACKUP_EN: abilitazione memorizzazione di backup su µSD card

BACKUP_EN=<en>	
<en>	Se <en>=1 abilita il backup dei dati su SD card (default 0).

LI_BATT: disabilitazione algoritmo di controllo batteria

LI_BATT=<en>	
<en>	Se <en>=1 informa il datalogger che si ha una batteria al litio su connettore LiON come fonte di alimentazione e il monitor batteria viene disabilitato. Viene inoltre utilizzato l'offset di calibrazione per la correzione della misura di tensione batteria.

CUSTOM_BMS: personalizzazione parametri di gestione batteria

CUSTOM_BMS=<en>,<Vabs>,<Vfloat>,<LVD>,<chem>,<LTD>,<HTD>	
<en>	<en>=1 abilita la personalizzazione dei parametri di gestione batteria.
<Vabs>	Tensione di assorbimento. Un decimale; * per disabilitare il campo, 14.4 default. Limiti 12.5 ≤ Vabs ≤ 16.5.
<Vfloat>	Tensione di float. Un decimale; * per disabilitare il campo, 13.2 default. Limiti 12.5 ≤ Vfloat ≤ 16.5.
<LVD>	Tensione a cui spegnere il data logger per proteggere la batteria da sovra scarica. L'isteresi di accensione è di 1V. Un decimale; * per disabilitare il campo, 10.5 default. Limiti 10.0 ≤ LVD ≤ 12.5.
<chem>	<chem=0> per batterie al piombo, <chem=1> per batterie LiFePO4. (* per disabilitare il campo, 0 default)
<LTD>	Temperatura bassa cui viene interrotta la carica per preservare la batteria. Un decimale; * per disabilitare il campo. Default disabilitato. Limiti -60.0 ≤ LTD ≤ 80.0.
<HTD>	Temperatura alta cui viene interrotta la carica per preservare la batteria. Un decimale; * per disabilitare il campo. Default disabilitato. Limiti -60.0 ≤ HTD ≤ 80.0.

STEP_NORMAL: definizione dei tempi globali in stato normale

STEP_NORMAL=<dt_acq>,<dt_mem>,<dt_ftp>	
<dt_acq>	Cadenza di acquisizione, in secondi, in stato NORMALE (VERDE).
<dt_mem>	Cadenza di memorizzazione, in secondi, in stato NORMALE (VERDE).
<dt_ftp>	Cadenza di trasmissione, in secondi, in stato NORMALE (VERDE).

STEP_WARNING: definizione dei tempi globali in stato di attenzione

STEP_ WARNING=<dt_acq>,<dt_mem>,<dt_ftp>	
<dt_acq>	Cadenza di acquisizione, in secondi, in stato di ATTENZIONE (GIALLO).
<dt_mem>	Cadenza di memorizzazione, in secondi, in stato di ATTENZIONE (GIALLO).
<dt_ftp>	Cadenza di trasmissione, in secondi, in stato di ATTENZIONE (GIALLO).

STEP_PREALARM: definizione dei tempi globali in stato di preallarme

STEP_ PREALARM=<dt_acq>,<dt_mem>,<dt_ftp>	
<dt_acq>	Cadenza di acquisizione, in secondi, in stato di PREALLARME (ARANCIONE).
<dt_mem>	Cadenza di memorizzazione, in secondi, in stato di PREALLARME (ARANCIONE).
<dt_ftp>	Cadenza di trasmissione, in secondi, in stato di PREALLARME (ARANCIONE).

STEP_ALARM: definizione dei tempi globali in stato di allarme

STEP_ ALARM=<dt_acq>,<dt_mem>,<dt_ftp>	
<dt_acq>	Cadenza di acquisizione, in secondi, in stato di ALLARME (ROSSO).
<dt_mem>	Cadenza di memorizzazione, in secondi, in stato di ALLARME (ROSSO).
<dt_ftp>	Cadenza di trasmissione, in secondi, in stato di ALLARME (ROSSO).

ALA_REC_EN: configurazione record di allarme

ALA_REC_EN=<recEn>,<type>	
<recEn>	recEn = 0 disabilita la memorizzazione del record di allarme.
<type>	<type> indica il tipo record di allarme: 0 record a 3 soglie, altrimenti a 2 soglie.

ALA_CTIME_EN: abilitazione del cambio cadenza

ALA_CTIME_EN=<en>	
<en>	Abilitazione cambio cadenza su allarme: en=0 disabilita (default), en=1 abilita.

BOOST_ON_TIME: configurazione alimentazione $12V_{OUT}$

BOOST_ON_TIME=<seconds>	
<seconds>	Tempo in secondi di preaccensione, rispetto all'acquisizione, dell'alimentazione $12V_{OUT}$: 0=spento, 1=sempre acceso, >1=secondi di preaccensione.

BAT_ON_TIME: configurazione alimentazione BAT_{OUT}

BAT_ON_TIME=<seconds>	
<seconds>	Tempo in secondi di preaccensione, rispetto all'acquisizione, dell'alimentazione BAT_{OUT}: 0=spento, 1=sempre acceso, >1=secondi di preaccensione.

OD1_ON_TIME: configurazione alimentazione OD1

OD1_ON_TIME=<seconds>	
<seconds>	Tempo in secondi di preaccensione, rispetto all'acquisizione, dell'uscita digitale OD1: 0=spento, 1=sempre acceso, >1=secondi di preaccensione.

OD2_ON_TIME: configurazione alimentazione OD1

OD2_ON_TIME=<seconds>	
<seconds>	Tempo in secondi di preaccensione, rispetto all'acquisizione, dell'uscita digitale OD2: 0=spento, 1=sempre acceso, >1=secondi di preaccensione.

WDFTP: configurazione watchdog su FTP

WDFTP=<minWD>	
<minWD>	Minuti di timeout del watchdog che controlla l'upload FTP. 10 <= minWD <= 2880. Per disabilitare, impostare 0. Il default è 10 minuti.

FTPx: parametri di configurazione del server FTPx

FTPx=<ipDest>,<user>,<path>,<disableExtra>	
<ipDest>	Indirizzo IP del server FTP di indice x con 0 ≤ x ≤ 19. Massimo 64 caratteri, può essere nella forma <indirizzo IP>:<porta> oppure <URL>:porta. La porta può essere omessa in caso il server utilizzi la porta 21.
<user>	Utente del server FTP di indice x con 0 ≤ x ≤ 19. Massimo 32 caratteri.
<path>	Path di invio dati FTP. Nel caso si voglia salvare nella cartella root si imposti "/". Massimo 64 caratteri.
<disableExtra>	Flag che posto ad 1 disabilita le funzionalità avanzate di aggiornamento firmware, configurazione e comandi da remoto. Se assente o diverso da 1, il sito FTP è abilitato alle operazioni di gestione avanzate.

FTPxPSW: password per l'autenticazione sul server FTPx

FTPxPSW=<passwd>	
<passwd>	Password del server FTP di indice x con 0 ≤ x ≤ 19. Massimo 32 caratteri.

FTPxREC: abilitazione tracciato ASCII semplificato sul server FTPx

FTPxREC=<rec_type>	
<rec_type>	<rec_type>=ASCII per tracciato ASCII semplificato, <rec_type>=MICROS per il tracciato SIAP+MICROS dinamico. Tipologia di record per il server FTP di indice x con 0 ≤ x ≤ 19.

FTPxTLS: abilitazione FTPS e scelta del livello di log sul server FTPx

FTPxTLS= <en_tls>,<ftp_verbose>	
< en_tls >	< en_tls >=0 protocollo FTP. < en_tls >=1 protocollo FTPS
<ftp_verbose>	Abilitazione livello di debug su USB per singolo sito FTP 0 = disabilitato (default) 1 = solo errori 2 = errori ed informazioni dettagliate 3 = errori, informazioni dettagliate e debug avanzato

E' importante ricordare che i siti FTP devono necessariamente essere definiti con numeri progressivi con partenza da 0. Non è possibile mettere numeri casuali ma si deve assicurare la continuità degli indici. Deve essere sempre presente almeno FTP0.

Ogni server FTP può avere un livello di log differente in base a quanto dettaglio l'operatore ha bisogno di analizzare. Questi livelli di log, impostati nella chiave FTPxTLS, sono indipendenti dal livello di log del programma operativo, impostato con la chiave VERBOSE, e si sommano ad esso.

Per poter utilizzare il protocollo FTPS occorre prestare particolare cura alla configurazione del server in modo che supporti l'FTPS ma non richieda la TLS session resumption né l'autenticazione del client. E' supportato esclusivamente FTPS di tipo esplicito secondo quanto raccomandato dallo standard RFC 4217.

SMSy: definizione dei destinatari degli SMS di allarme

SMSy=<number>,<flag>	
<number>	Numero di telefono di un destinatario SMS per la ricezione di allarmi. Il numero deve iniziare con il carattere "**+**" seguito dalle due cifre del prefisso internazionale. Ad esempio per l'Italia +391234567890.
<flag>	Filtro per la ricezione allarmi: 0: nessun allarme è recapitato al destinatario corrente 1: tutti gli allarmi sono recapitati al destinatario corrente 2: sono recapitati solo i pre allarmi e gli allarmi ma non le attenzioni 3 o superiore: sono recapitati solo gli allarmi ma non le attenzioni ed i preallarmi

In questa chiave l'indice y assume valori tra 0 e 31.

4.2 Parametri configurazione sensori

La configurazione di ogni sensore logico è composta da una prima chiave che ne identifica i parametri generali, seguita dalle chiavi che ne descrivono le misure. Ad ogni sensore logico possono essere associate diverse misure logiche, ognuna coi propri parametri di configurazione, formula correttiva, tipologia di memorizzazione e dati di allarme. Due o più sensori logici possono poi fare riferimento allo stesso sensore fisico. Le chiavi di configurazioni dei sensori sono riassunte nella tabella che segue.

Parametro	Obbligatorio
SENSxCFG=<type>,<name>,…	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=<multiply_3>,<multiply_2>,<multiply_1>,< multiply_0>	NO
SENSxMEASyOFF=<Offset>	NO
SENSxMEASyELA=[<Elabo>],[<memo>],[<minValid>],[<maxValid>]	NO
SENSxMEASyCOD=<last>,<avg>,<min>,<max>,<dev>,<minMin>,<minMax>	NO
SENSxMEASyIDM=<last>,<avg>,<min>,<max>,<dev>,<minMin>,<minMax>	NO
SENSxMEASyALL=<Hyst>,<pers>,<type>,<valWSup>,<valWInf>,<valPSup>,<valPInf>, <valASup>,<valAInf>	NO

Nella tabella, x è un numero progressivo che identifica univocamente il sensore logico e può assumere i valori tra 0 e 49 per un numero massimo di 50 sensori logici ammessi. Allo stesso modo y è un numero progressivo che identifica univocamente la misura all'interno del sensore x e può assumere i valori tra 0 e 19 per un massimo di 20 misure a sensore. E' importante ricordare che i sensori e le misure devono necessariamente essere definiti con numeri progressivi con partenza da 0. Non è possibile mettere numeri casuali ma si deve assicurare la continuità degli indici. Ci dovrà sempre essere una chiave SENS0CFG seguita da SENS0MEAS0CFG.

Come visto nel paragrafo dei sensori, le tipologie di sensori ammessi sono: MODBUS, SDI – 12, sensori digitali e dati diagnostici locali. Per ogni tipologia espliciteremo i parametri di configurazione. Nel seguito mostreremo i parametri di configurazione base (obbligatori) di sensori e misure e poi, in un unico paragrafo, i parametri aggiuntivi (opzionali) delle misure quali formule correttive, offset, elaborazioni, allarmi ecc.

4.2.1 Sensori MODBUS

SENSxCFG=MODBUS,<name>,<idx>,<com>,<bps>,<ctrl>,<fn>,<start>,<nreg>,<timeout>	
<name>	Nome sensore, massimo 32 caratteri.
<idx>	Indirizzo MODBUS.
<com>	Porta di comunicazione: **1** COM1 (default), **2** (COM2).
<bps>	Velocità porta: 0=1200, 1=2400, 2=4800, 3=9600, 4=19200, 5=38400, 6=57600, 7=115200 (solo COM2 o COM1 su RS – 232).
<ctrl>	**8N1**. Al momento attuale la configurazione è fissa ad 8 bit di dati, 1 bit di stop e nessuna parità. Il campo viene ignorato. In futuro potrebbe indicare le caratteristiche della porta espresse nella forma **klm** dove **k** sono i bit di dati: 5, 6, 7 o 8 **l** è la parità: N=nessuna, E=pari, O=dispari, S=space **m** i bit di stop: 1=1, 2=2, 3=1.5, 4=0.5.
<fn>	Codice funzione MODBUS: 1 = Read Coils, 2 = Read Discrete Inputs, 3 = Read Multiple Holding Registers 4 = Read Input Registers
<start>	Indirizzo del registro di partenza (minimo ammesso 1).
<nreg>	Numero di registri consecutivi da leggere.
<timeout>	Timeout della risposta in millisecondi.

SENSxMEASyCFG=<memID>,<name>,<idx>,<dataType>,<ndec>	
<memID>	Identificatore numerico di memorizzazione misura.
<name>	Nome misura, massimo 20 caratteri.
<idx>	Indirizzo MODBUS del dato.
<dataType>	Tipo di dato: 1=16 bit unsigned int, 2=float, 3=swapped float, 4=32 bit unsigned int, 5=32 bit swapped unsigned int, 6=16 bit unsigned int, 7=32 bit unsigned int, 8=32 bit swapped unsigned int.
<ndec>	Numero di decimali per arrotondamento.

4.2.2 Sensori SD – I12

SENSxCFG=SDI12,<name>,<idx>,<EXEcom>,<timeout>	
<name>	Nome sensore, massimo 32 caratteri.
<idx>	Indirizzo SDI – 12.
< EXEcom >	Comando di esecuzione misura: **M, M1, …, M9** o **C, C1, …, C9**.
<timeout>	Timeout della risposta in millisecondi.

SENSxMEASyCFG=<memID>,<name>,<RQScom>,<idx>,<ndec>	
<memID>	Identificatore di memorizzazione misura.
<name>	Nome misura, massimo 20 caratteri.
<RQScom>	Comando richiesta dato: **D0, …, D9**.
<idx>	Posizione del dato con partenza da 1.
<ndec>	Numero di decimali per arrotondamento.

4.2.3 Sensori Digitali

SENSxCFG=DIGITAL,<name>,<timeout>	
<name>	Nome sensore, massimo 32 caratteri.
<timeout>	Timeout della risposta in millisecondi.

SENSxMEASyCFG=<memID>,<name>,<idx>,<dataType>,<ndec>	
<memID>	Identificatore di memorizzazione misura.
<name>	Nome misura, massimo 20 caratteri.
<idx>	Indirizzo canale digitale 1=canale DI1, 2=canale DI2.
<dataType>	Tipo di misura digitale: 1 = frequenza in Hz (risoluzione 0.1 Hz) 2 = stato logico [0, 1]

	3 = conteggio (numero di chiusure di un contatto). Nel record del tracciato al posto della media si avrà il valore accumulato. 4 = timer stato logico (verifica per quanti secondi tra un'acquisizione e l'altra un contatto è chiuso ossia lo stato è a 1) 5 = se all'acquisizione lo stato logico dell'ingresso digitale è a 1, ovvero il contatto è chiuso, accumula nella misura un tempo pari al tempo di acquisizione attuale. 6 = pluviometro con accumulata totale di pioggia. La misura è l'accumulo totale di pioggia (contatore infinito). Occorre definire la costante pluviometrica in configurazione come fattore di guadagno. 7 = pluviometro con accumulata di pioggia nel periodo di memorizzazione. La misura è l'accumulo di pioggia nel periodo tra due record consecutivi. Occorre definire la costante pluviometrica in configurazione come fattore di guadagno.
<ndec>	Numero di decimali per arrotondamento.

4.2.4 Sensori Diagnostici Locali

SENSxCFG=LOCAL,<name>,<timeout>	
<name>	Nome sensore, massimo 32 caratteri.
<timeout>	Timeout della risposta in millisecondi.

SENSxMEASyCFG=<memID>,<name>,<idx>,<ndec>	
<memID>	Identificatore di memorizzazione misura.
<name>	Nome misura, massimo 20 caratteri.
<idx>	Indirizzo interno 0: tensione di alimentazione in V 1: qualità del segnale RSSI in dBm 2: temperatura interna in °C 3: umidità relativa interna in % 4: tensione pannello solare in V
<ndec>	Numero di decimali per arrotondamento.

4.2.5 Parametri Aggiuntivi Sensori

SENSxDTN: specifica le cadenze particolareggiate in stato normale

SENSxDTN=<dt_acq>,<dt_mem>	
<dt_acq>	Cadenza di acquisizione, in secondi, in stato NORMALE (VERDE).
<dt_mem>	Cadenza di memorizzazione, in secondi, in stato NORMALE (VERDE).

Il parametro permette di specificare dei tempi di acquisizione e memorizzazione particolari per singolo sensore. Se è omesso, sono utilizzati i tempi globali. Non è possibile specificare il tempo di trasmissione che è sempre globale.

SENSxDTW: specifica le cadenze particolareggiate in stato di attenzione

SENSxDTW=<dt_acq>,<dt_mem>	
<dt_acq>	Cadenza di acquisizione, in secondi, in stato di ATTENZIONE (GIALLO).
<dt_mem>	Cadenza di memorizzazione, in secondi, in stato di ATTENZIONE (GIALLO).

Il parametro permette di specificare dei tempi di acquisizione e memorizzazione particolari per singolo sensore. Se è omesso, sono utilizzati i tempi globali. Non è possibile specificare il tempo di trasmissione che è sempre globale.

SENSxDTP: specifica le cadenze particolareggiate in stato di preallarme

SENSxDTP=<dt_acq>,<dt_mem>	
<dt_acq>	Cadenza di acquisizione, in secondi, in stato di PREALLARME (ARANCIONE).
<dt_mem>	Cadenza di memorizzazione, in secondi, in stato di PREALLARME (ARANCIONE).

Il parametro permette di specificare dei tempi di acquisizione e memorizzazione particolari per singolo sensore. Se è omesso, sono utilizzati i tempi globali. Non è possibile specificare il tempo di trasmissione che è sempre globale.

SENSxDTA: specifica le cadenze particolareggiate in stato di allarme

SENSxDTA=<dt_acq>,<dt_mem>	
<dt_acq>	Cadenza di acquisizione, in secondi, in stato di ALLARME (ROSSO).

<dt_mem>	Cadenza di memorizzazione, in secondi, in stato di ALLARME (ROSSO).

Il parametro permette di specificare dei tempi di acquisizione e memorizzazione particolari per singolo sensore. Se è omesso, sono utilizzati i tempi globali. Non è possibile specificare il tempo di trasmissione che è sempre globale.

SENSxNIC: Sensore x fuori ciclo: permette di non acquisire un sensore in configurazione

SENSxNIC=<nic>	
<nic>	Se la chiave è presente e <nic> è pari ad 1, il sensore x è escluso dalla acquisizione pertanto verrà memorizzato con * (dato non valido) ma non sarà acquisito e non genererà scritture di LOG.

SENSxMEASyFRM: formula correttiva sino al terzo grado $\mathbf{y = a \cdot x^3 + b \cdot x^2 + c \cdot x + d}$.

SENSxMEASyFRM=<a>,<b>,<c>,<d>	
<a>	Fattore moltiplicativo terzo ordine (* per disabilitare il campo).
<b>	Fattore moltiplicativo secondo ordine (* per disabilitare il campo).
<c>	Fattore moltiplicativo primo ordine (* per disabilitare il campo).
<d>	Fattore offset (* per disabilitare il campo).

SENSxMEASyOFF: offset di misura

SENSxMEASyOFF=<offset>	
<offset>	Valore di offset che sarà aggiunto alla misura dopo la formula correttiva

SENSxMEASyELA: elaborazione e validazione misura

SENSxMEASyELA=<Elabo>,<memo>,<minEN>,<minValid>,<maxEN>,<maxValid>	
<Elabo>	Tipo elaborazione: 1=normale, 2=vettoriale, 3=dato accumulo, 4=filtro statistico.
<memo>	Tipo memorizzazione a maschera di bit.
<minValid>	Minimo di validazione (* per disabilitare il campo).
<maxValid>	Massimo di validazione (* per disabilitare il campo).

Se la chiave è assente alla misura viene assegnata di default una elaborazione normale con memorizzazione di dato istantaneo e dato medio senza limiti di validazione.

Il tipo di elaborazione normale esegue medie aritmetiche sui campioni istantanei acquisiti.

Il tipo di elaborazione vettoriale fa sì che i dati medi siano calcolati con funzioni trigonometriche assumendo un vettore ampiezza di modulo unitario. Questo è utile, e deve essere usato, nel caso di misure di direzione vento ad esempio.

Il tipo di elaborazione dato accumulo indica che il valore restituito dal sensore è un contatore infinito pertanto il valore istantaneo viene semplicemente copiato sul medio.

Il tipo di elaborazione filtro statistico, utilizza la statistica calcolata della memorizzazione precedente per filtrare i dati che entreranno nel calcolo della media corrente.

La maschera di bit <memo> permette di scegliere, tra tutti i dati elaborati, quali memorizzare:

- 1: ultimo dato istantaneo (LAST) (codifica standard A)
- 2: valore medio (codifica standard B)
- 4: valore minimo (codifica standard C)
- 8: valore massimo (codifica standard D)
- 16: deviazione standard (codifica standard F)
- 32: minuto del minimo (codifica standard L)
- 64: minuto del massimo (codifica standard M)
- 128: contatore di dati validi in media (codifica standard E)

I singoli bit si sommano per dare diverse combinazioni, ad esempio:

- <memo> = 3 indica che è abilitata la memorizzazione dell'ultimo istantaneo (1) e del valore medio (2) (1 + 2 = 3).
- <memo> = 15 indica che è abilitata la memorizzazione dell'istantaneo (1), del medio (2), del minimo (4) e del massimo (8) (1 + 2 + 4 + 8 = 15).

SENSxMEASyCOD: codifica particolareggiata delle lettere per ogni dato statistico

SENSxMEASyCOD=<last>,<avg>,<min>,<max>,<dev>,<minMin>,<minMax>,<counter>	
<last>	Lettera di codifica dato istantaneo
<avg>	Lettera di codifica dato medio
<min>	Lettera di codifica dato minimo
<max>	Lettera di codifica dato massimo
<dev>	Lettera di codifica dato deviazione standard

<minMin>	Lettera di codifica dato minuto del minimo
<minMax>	Lettera di codifica dato minuto del massimo
<counter>	Lettera di codifica del contatore dati validi

Devono essere specificati i parametri sino all'ultimo che si vuole personalizzare. Ad esempio la riga SENSxMEASyCOD=B,Z codifica l'istantaneo con la lettera B ed il medio con la lettera Z mentre gli altri parametri sono lasciati al default. Nel caso si voglia specificare un parametro particolare che non sia il primo e lasciare al default gli altri, si deve usare il carattere * per indicare di tralasciare la chiave. Ad esempio la riga SENSxMEASyCOD=*,*,*,*,P codifica la sola deviazione standard con la lettera P. I primi quattro non vengono modificati per via della presenza del carattere * e gli ultimi tre non vengono modificati in quanto non presenti.

SENSxMEASyIDM: codifica particolareggiata ID di memorizzazione per ogni dato statistico

SENSxMEASyIDM=<last>,<avg>,<min>,<max>,<dev>,<minMin>,<minMax>,<counter>	
<last>	Numero intero di codifica dato istantaneo
<avg>	Numero intero di codifica dato medio
<min>	Numero intero di codifica dato minimo
<max>	Numero intero di codifica dato massimo
<dev>	Numero intero di codifica dato deviazione standard
<minMin>	Numero intero di codifica dato minuto del minimo
<minMax>	Numero intero di codifica dato minuto del massimo
<counter>	Numero intero di codifica dato contatore dati validi

Se viene utilizzata questa chiave, tutti i parametri devono essere specificati. Eventuali parametri non specificati, indicati con il carattere *, non saranno memorizzati nel record. E' anche richiesto che tutti gli ID personalizzati siano diversi, in caso contrario sarà automaticamente impostato il default per tutte le misure ossia disabilitata la chiave. Chiariamo con alcuni esempi.

ID misura 10; maschera elaborazione 255 (tutte le elaborazioni); SENSxMEASyIDM=1,2,3,4

In questo caso il last è memorizzato con ID 1, il medio con ID 2, il minimo con ID 3 ed il massimo con ID 4. Le altre elaborazioni configurate non saranno inserite nel record perché assenti nella chiave.

ID misura 10; maschera elaborazione 255 (tutte le elaborazioni); SENSxMEASyIDM=1,1,3,4

In questo caso poiché ci sono due ID uguali, la chiave viene ignorata. Tutte le misure configurate nella maschera di bit saranno memorizzate con ID 10.

ID misura 10; maschera elaborazione 255 (tutte le elaborazioni); SENSxMEASyIDM=1,*,3

In questo caso sarà memorizzato il last con ID 1 ed il minimo con ID 3. Le altre elaborazioni configurate non saranno inserite nel record perché assenti nella chiave.

ID misura 10; maschera elaborazione 14 (medio, minimo e massimo); SENSxMEASyIDM=1,2,3,4

In questo caso il last non è memorizzato perché non in maschera di memorizzazione, il medio è memorizzato con ID 2, il minimo con ID 3 ed il massimo con ID 4.

ID misura 10; maschera elaborazione 14 (medio, minimo e massimo); SENSxMEASyIDM=*,*,*,*,1,2

In questo caso la configurazione è palesemente sbagliata poiché la chiave di codifica esclude quello che si era configurato per la memorizzazione. Nessun dato sarà memorizzato.

SENSxMEASyALL: gestione allarmi misura

SENSxMEASyALL=<Hyst>,<pers>,<type>,<valWSup>,<valWInf>,<valPSup>,<valPInf>,<valASup>,<valAInf>	
<Hyst>	Valore di isteresi per ogni soglia espresso nell'unità di misura del dato.
<pers>	Valore di persistenza nello stato sopra soglia espresso in multipli del tempo di controllo. (default 3)
<type>	Tipo di misura per la valutazione dello stato di allarme. 0 = istantaneo (default), 1 = medio.
<valASup>	Valore di soglia di allarme (ROSSO) superiore.
<valPSup>	Valore di soglia di preallarme (ARANCIO) superiore.
<valWSup>	Valore di soglia di attenzione (GIALLO) superiore.
<valWInf>	Valore di soglia di attenzione (GIALLO) inferiore.
<valPInf>	Valore di soglia di preallarme (ARANCIO) inferiore.
<valAInf>	Valore di soglia di allarme (ROSSO) inferiore.

I primi tre campi sono obbligatori. In particolare il primo, l'isteresi, è necessario mentre persistenza e tipo possono essere sostituiti con * nel qual caso assumeranno i valori di default ossia 3 per la persistenza e 0 (dato istantaneo) per il tipo. Per le soglie di allarme deve essercene almeno una; in altre parole si può scegliere quante e quali soglie inserire. Per disabilitare una tipologia di allarme, inserire come chiave il carattere *.

Alcuni esempi su una misura di temperatura in gradi centigradi:

SENS0MEAS0ALL=1,5,0,60,*,*,*,*,-20

Isteresi di 1°C, persistenza 5 tempi di acquisizione e valutazione su dato istantaneo. Soglia di allarme superiore di 60°C e di allarme inferiore di -20°C.

SENS0MEAS0ALL=2,0,1,60,40

Isteresi di 2°C, persistenza nulla (una unica valutazione) e valutazione su dato medio. Soglia di allarme superiore di 60°C e di preallarme superiore di 40°C.

SENS0MEAS0ALL=1,*,*,*,40,20,-10,-20

Isteresi di 1°C, persistenza valutazione ai valori di default 3 e dato istantaneo. Soglia di preallarme superiore di 40°C, di attenzione superiore di 20°C, di attenzione inferiore di -10°C e di preallarme inferiore di -20°C.

Si sottolinea che le soglie devono essere scelte con criterio e deve essere verificata la condizione:

ALLARME superiore > PREALLARME superiore > ATTENZIONE superiore > ATTENZIONE inferiore > PREALLARME inferiore > ALLARM inferiore

4.3 Esempio di configurazione

Di seguito diamo un esempio di stesura di un file di configurazione in modo che possa chiarire gli aspetti sopra esposti. Le specifiche globali della stazione siano le seguenti:

- Identificativo stazione 10, nome Test NanoSUM, con APN internet.it, e supporto IPV4.
- Server per sincronizzazione ora NTP 0.pool.ntp.org con fuso orario di Roma, UTC+1.
- Personalizzazione della password SMS: nuova password “qwerty”
- Diagnostica USB abilitata
- Shutdown disabilitato
- Massima dimensione del file di archivio di 4MB e massima dimensione dei file FTP di 32kB
- Cadenze normali pari a 1 minuto di acquisizione, 10 minuti di memorizzazione, 10 minuti di trasmissione
- Cadenze in attenzione pari a 1 minuto di acquisizione, 5 minuti di memorizzazione, 10 minuti di trasmissione
- Cadenze in preallarme pari a 30 secondi di acquisizione, 2 minuti di memorizzazione, 5 minuti di trasmissione
- Cadenze in allarme pari a 30 secondi di acquisizione, 30 secondi di memorizzazione, 1 minuto di trasmissione
- Abilitazione della scrittura dei record di allarme di tipo a 3 soglie
- Abilitazione al cambio cadenza in caso di allarme
- Per quanto riguarda le alimentazioni: $12V_{OUT}$ spento con preaccensione di 10 secondi, BAT_{OUT} sempre acceso, OD1 ed OD2 sempre spenti.
- Watchdog su FTP abilitato e pari ad 1 ora, backup dei dati su SD card abilitato

I sensori collegati siano:

- **Sensore diagnostico locale** con le seguenti misure abilitate:
    - Tensione batteria con ID 1, 1 decimale di arrotondamento e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo.
    - RSSI con ID 2, nessun decimale di arrotondamento e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo
    - Temperatura interna con ID 3, 1 decimale di arrotondamento e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo
    - Umidità interna con ID 4, nessun decimale di arrotondamento e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo
    - Tensione pannello solare con ID 5, 1 decimale di arrotondamento e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo

Per questo sensore si ridefiniscono i tempi di acquisizione e memorizzazione portandoli a 10 secondi e 60 secondi rispettivamente, per tutti gli stati di funzionamento del datalogger.

- **Piranometro** MODBUS con identificativo 7 collegato sulla COM1 a 9600 bps, 8 bit di dati, nessuna parità ed 1 bit di stop. La funzione di acquisizione sia la 3 read holding registers, e si leggono 2 registri a partire dal registro 1, timeout di 1 secondo. Si ha una misura:
    - Radiazione solare con ID 6 al registro 1, tipo di dato swapped float, 1 decimale di arrotondamento e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo
- **Sensore combinato temperatura ed umidità** MODBUS con identificativo 3 collegato sulla COM1 a 9600 bps, 8 bit di dati, nessuna parità ed 1 bit di stop. La funzione di acquisizione sia la 3 read holding registers, e si leggono 4 registri a partire dal registro 1, timeout di 1 secondo. Si hanno due misure:
    - Temperatura con ID 7 al registro 1, tipo di dato swapped float, 1 decimale di arrotondamento e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo. A questa misura si associa una valutazione di allarme sul dato istantaneo con persistenza di quattro misure ed isteresi di 2°C. Si definiscono le soglie di attenzione inferiore di 0°C, di preallarme inferiore di -10°C e di allarme inferiore di -20°C.
    - Umidità con ID 8 al registro 3, tipo di dato swapped float, nessun decimale di arrotondamento e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo
- **Barometro** MODBUS con identificativo 5 collegato sulla COM1 a 9600 bps, 8 bit di dati, nessuna parità ed 1 bit di stop. La funzione di acquisizione sia la 3 read holding registers, e si leggono 4 registri a partire dal registro 5, timeout di 1 secondo. Si hanno due misure:
    - Pressione con ID 9 al registro 5, tipo di dato swapped float, 2 decimali di arrotondamento e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo
    - Temperatura interna con ID 90 al registro 7, tipo di dato swapped float, 2 decimali di arrotondamento e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo
- **Livello radar** MODBUS con identificativo 246 collegato sulla COM1 a 9600 bps, 8 bit di dati, nessuna parità ed 1 bit di stop. La funzione di acquisizione sia la 3 read holding registers. Le misure che si vogliono acquisire non sono tutte consecutive e si istanzieranno due sensori logici.

  Il primo legge 10 registri a partire dal registro 111, timeout di 1 secondo. Si hanno tre misure:
    - Distanza in mm con ID 10 al registro 111, tipo di dato swapped float, 1 decimale di arrotondamento e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo. A questa misura si associa una valutazione di allarme sul dato medio con persistenza di due misure ed isteresi di 20cm. Soglia di allarme superiore di 7 metri, di preallarme superiore di 5 metri e di attenzione superiore di 3 metri.
    - Temperatura interna con ID 11 al registro 119, tipo di dato swapped float, 1 decimale di arrotondamento e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo
    - Qualità del segnale con ID 12 al registro 115, tipo di dato swapped float, 1 decimale di arrotondamento e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo

  Il secondo sensore logico legge 2 registri a partire dal registro 2301 ed ha una misura:

- Stato del sensore con ID 13 al registro 2301, tipo di dato intero a 32 bit, nessun decimale di arrotondamento e memorizzazione del dato istantaneo, minimo e massimo con modifica della lettera di codifica del dato istantaneo del tracciato in “B”.

- **Anemometro sonico** SDI – 12 con identificativo 1. L’anemometro è composto da diverse misure in comandi diversi del protocollo SDI – 12 e viene diviso in tre sensori logici.

  Il primo legge 4 misure con comando di avvio misure M, richiesta dati D0, timeout 2 secondi:

  - Velocità vento con ID 14, posizione 1, 1 cifra decimale di arrotondamento e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo
  - Direzione vento con ID 15, posizione 2, 1 cifra decimale di arrotondamento, medie trigonometriche e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo
  - Bussola interna con ID 16, posizione 3, 1 cifra decimale di arrotondamento, medie trigonometriche e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo
  - Stato del sensore con ID 17, posizione 4, nessun decimale di arrotondamento e memorizzazione del dato istantaneo, minimo e massimo con modifica della lettera di codifica del dato istantaneo del tracciato in “B”.

  Il secondo legge 3 misure con comando di avvio misure M4, richiesta dati D4, timeout 2 secondi:

  - Velocità vento WMO con ID 18, posizione 1, 1 cifra decimale di arrotondamento e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo
  - Minimo velocità vento WMO con ID 19, posizione 2, 1 cifra decimale di arrotondamento e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo
  - Raffica velocità vento WMO con ID 20, posizione 3, 1 cifra decimale di arrotondamento e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo

  Il terzo legge 3 misure con comando di avvio misure M5, richiesta dati D5, timeout 2 secondi:

  - Direzione vento WMO con ID 21, posizione 1, 1 cifra decimale di arrotondamento, medie trigonometriche e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo
  - Minimo direzione vento WMO con ID 22, posizione 2, 1 cifra decimale di arrotondamento, medie trigonometriche e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo
  - Massimo direzione vento WMO con ID 23, posizione 1, 1 cifra decimale di arrotondamento, medie trigonometriche e memorizzazione di istantaneo, medio, minimo e massimo

- **Pluviometro** naturale che misura la pioggia totale cumulata, con ID 24, su ingresso digitale 1 (DI1) configurato come conteggio cumulato con 1 decimale di arrotondamento. Si specifica una formula di correzione che moltiplica il valore del conteggio per la costane del pluviometro pari a 0.2 mm di pioggia per ribaltamento. Si memorizza l’accumulo, il minimo ed il massimo. L’accumulo, nella posizione del dato istantaneo, è codificato con la lettera “B” nel tracciato al posto di quella di default.

I dati sono inoltrati a due siti FTP:

- Indirizzo IP **1.2.3.4**, utente **NanoSUM**, password **p4ssw0rd**, sottocartella dati **/Data**, abilitato alle funzioni avanzate

- Indirizzo IP **2.3.4.5**, utente **NanoSUM**, password **pa55word**, cartella dati sulla **root**, disabilitazione delle funzioni avanzate, tracciato record ASCII semplificato

Si configurano quattro destinatari preposti agli SMS di allarme:

- Numero +391234567890 con recapito disabilitato
- Numero +392345678901 con recapito di tutti i messaggi di attenzione, preallarme e allarme
- Numero +393456789012 con recapito dei soli messaggi di preallarme ed allarme
- Numero +394567890123 con recapito dei soli messaggi di allarme

La configurazione descritta si traduce nel seguente file config.ini.

```
#NanoSUM test configuration
[CONFIG]
SITE=10,Test NanoSUM
APN=internet.it
EXTRA=AT;ATE0;AT&Y1;AT&P1;AT&W1;
NTP=0.pool.ntp.org,4
IPV=0
PASSWORD=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
STEP_ALARM=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
#Local diagnostic measures
SENS0CFG=LOCAL,Diagnostic,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,Int. Temp(gC),2,1
SENS0MEAS2ELA=1,15
SENS0MEAS3CFG=4,Int. RH(%),3,0
SENS0MEAS3ELA=1,15
SENS0MEAS4CFG=5,Vps (V),4,1
SENS0MEAS4ELA=1,15
#SIAP+MICROS t055-TPIR pyranometer
SENS1CFG=MODBUS,TPIR,7,1,3,8N1,3,1,2,1000
SENS1NIC=0
SENS1MEAS0CFG=6,Solar rad.(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,Air Temp.(gC),1,3,1
SENS2MEAS0ELA=1,15
SENS2MEAS0ALL=2,4,0,*,*,*,0,-10,-20
SENS2MEAS1CFG=8,Air RH(%),3,3,1
SENS2MEAS1ELA=1,15
#SIAP+MICROS t011-TBAR barometric pressure
SENS3CFG=MODBUS,TBAR,5,1,3,8N1,3,5,4,1000
SENS3NIC=0
SENS3MEAS0CFG=9,Air Press.(mBar),5,3,2
SENS3MEAS0ELA=1,15
SENS3MEAS1CFG=90,Temp Press.(gC),7,3,2
SENS3MEAS1ELA=1,15
#VEGA 80GHz radar level measure
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
#VEGA 80GHz radar level status
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
#SIAP+MICROS Winson ultrasonic anemometer
SENS6CFG=SDI12,Winson,1,M,2000
SENS6NIC=0
SENS6MEAS0CFG=14,Win Speed(m/s),D0,1,1
SENS6MEAS0ELA=1,15
SENS6MEAS1CFG=15,Win Dir(gN),D0,2,1
SENS6MEAS1ELA=2,15
SENS6MEAS2CFG=16,Win magneto(gN),D0,3,1
SENS6MEAS2ELA=2,15
SENS6MEAS3CFG=17,Win Status,D0,4,0
SENS6MEAS3ELA=1,13
SENS6MEAS3COD=B
#SIAP+MICROS Winson ultrasonic anemometer
SENS7CFG=SDI12,Winson,1,M4,2000
SENS7NIC=0
SENS7MEAS0CFG=18,Win Speed WMO(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
#SIAP+MICROS Winson ultrasonic anemometer
SENS8CFG=SDI12,Winson,1,M5,2000
SENS8NIC=0
SENS8MEAS0CFG=21,Dir WMO(gN),D5,1,1
SENS8MEAS0ELA=2,15
SENS8MEAS1CFG=22,Dir Min WMO(gN),D5,2,1
SENS8MEAS1ELA=2,15
SENS8MEAS2CFG=23,Dir Max WMO(gN),D5,3,1
SENS8MEAS2ELA=2,15
#SIAP+MICROS t043-TPUW-52NN30 rain gauge
SENS9CFG=DIGITAL,TP500 UNI,1000
SENS9NIC=0
SENS9MEAS0CFG=24,Total rain(mm),1,3,1
SENS9MEAS0FRM=0,0,0.2,0
SENS9MEAS0ELA=1,13
SENS9MEAS0COD=B
```

```
#FTP section
FTP0=1.2.3.4,NanoSUM,/Data
FTP0PSW=p4ssw0rd
FTP0REC=MICROS
FTP1=2.3.4.5,NanoSUM,/,1
FTP1PSW=pa55word
FTP1REC=ASCII
#SMS section
SMS0=+391234567890,0
SMS1=+392345678901,1
SMS2=+393456789012,2
SMS3=+394567890123,3
```

Si nota che tutti i sensori sono provvisti della chiave SENSxNIC=0 per poterli escludere dal ciclo di acquisizione in qualsiasi momento ed in modo molto semplice, modificando ad 1 tale chiave. La chiave FTP0PSW=MICROS non è necessaria in quanto se omessa comunque il tracciato su server FTP è SIAP+MECROS dinamico. Esplicitarla, soprattutto quando si ha qualche server con tracciato ASCII come accade nell'esempio per FTP1, aumenta la leggibilità della configurazione.

Le righe di commento all'inizio delle varie sezioni possono essere messe nella scrittura manuale del file ma sono ignorate dal software DAK che non permette di inserirle.

4.4 Caricamento file di configurazione da terminale

Il file di configurazione config.ini descritto al paragrafo precedente, deve essere copiato sulla cartella principale del modulo. Si è già illustrato come si possa sfruttare un server FTP per l'aggiornamento del file; qui si descriverà come procedere per l'aggiornamento da PC. E' importante notare che:

- E' necessario utilizzare un sistema operativo Windows
- E' necessario installare preliminarmente il pacchetto di driver del dispositivo[23]
- E' necessario un terminale in grado di inviare interi file ASCII ad un prompt di risposta del modulo. Un possibile terminale con questa caratteristica è TeraTerm©.

Una volta installati i driver, la connessione della porta USB di NanoSUM da luogo alla creazione di due porte COM virtuali di tipo modem ed una porta diagnostica. Per un accesso diretto al file system occorre utilizzare una delle due porte di tipo modem. Si nota che, se nella configurazione attualmente caricata è presente la chiave VERBOSE=1, una delle due porte di comunicazione è utilizzata dal programma operativo per la scrittura di stringhe diagnostiche, occorre pertanto utilizzare l'altra.

Supponiamo inizialmente che NanoSUM non stia funzionando in shutdown. Individuata la porta corretta occorre:

- Accendere NanoSUM
- Aprire la porta COM individuata su terminale. Qualsiasi parametro di porta va bene.
- Digitare il comando **AT#M2MLIST<CRLF>**

  E' il comando di lista file e cartelle cui NanoSUM risponderà con l'elenco dei file e directory della cartella d'avvio. Si riconosce che si è nella cartella giusta dalla presenza del file appcfg.ini, file interno che non deve essere in nessun modo modificato o cancellato.
- Se presente il file config.ini, cancellarlo col comando **AT#M2MDEL=config.ini<CRLF>**
- Digitare il comando di scrittura **AT#M2MWRITE=config.ini,<filelen><CRLF>.**

  Il comando di scrittura specifica il nome del file e la sua lunghezza <filelen> in byte. A questo comando il modulo risponderà con i caratteri **>>>**.
- Caricare da terminale <filelen> byte che compongono il file config.ini. Al superamento di <filelen> il modulo risponde con **OK** e la procedura di caricamento è completata.
- Per rendere operativa la configurazione occorre riavviare il modulo col comando **AT#REBOOT<CRLF>**.

Facendo un esempio si supponga di voler caricare una configurazione di 842 byte. I passaggi a terminale saranno i seguenti (in blu i comandi, in rosso la risposta di NanoSUM):

[23] File Telit_Windows_10_WHQL_Drivers_Installer_2.18.0000 e Telit_Windows_11_WHQL_Drivers_Installer_11.00.0000.zip

```
AT#M2MLIST

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

OK
AT#M2MDEL=config.ini

OK
AT#M2MLIST

#M2MLIST: <.>
#M2MLIST: <..>
#M2MLIST: <Archive>
#M2MLIST: <FTP0>
#M2MLIST: <LOG>
#M2MLIST: "anylog.bin",334224
#M2MLIST: "appcfg.ini",94
#M2MLIST: free bytes: 6168576

OK
AT#M2MWRITE=config.ini,842

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

OK
AT#REBOOT
```

Sebbene il cambiamento di configurazione possa essere fatto con il programma operativo in esecuzione, c'è un caso particolare che necessita la disabilitazione temporanea del programma operativo ed è quando il modulo è configurato in shutdown. In questo caso infatti il modulo è configurato per spegnersi e rimanere spento sino alla prossima cadenza configurata. Di più, il tempo di accensione è tenuto più breve possibile e pertanto risulta difficile fare qualsiasi operazione sui file. La procedura si andrà così, modificando:

- Accendere NanoSUM
- Appena il LED rosso CONNECTION STATUS comincia a lampeggiare, aprire la porta COM individuata su terminale e dare il comando **AT+M2M=0<CRLF>**. Questo disabilita l'esecuzione del programma operativo e provoca un riavvio del modulo.
- Procedere con la procedura come nei punti precedenti.
- Dare il comando **AT+M2M=1<CRLF>**. Questo provoca un riavvio del modulo e riabilita l'esecuzione del programma operativo. Per il funzionamento di NanoSUM è fondamentale ricordarsi questo passaggio.

4.5 Caricamento file di programma operativo da terminale

Il file di programma operativo anylog.bin deve essere copiato sulla cartella principale del modulo ed abilitato all'esecuzione all'avvio. Si è già illustrato come si possa sfruttare un server FTP per l'aggiornamento del file; qui si descriverà come procedere per l'aggiornamento da PC. Valgono le stesse raccomandazioni del paragrafo precedente:

- E' necessario utilizzare un sistema operativo Windows.
- E' necessario installare preliminarmente il pacchetto di driver del dispositivo[23].
- E' necessario un terminale in grado di inviare interi file ASCII binari ad un prompt di risposta del modulo. Un possibile terminale con questa caratteristica è TeraTerm©.
- E' necessario assicurarsi che NanoSUM abbia una configurazione valida prima del caricamento.

Allo stesso modo si sfrutta la porta USB del datalogger. Supponiamo inizialmente che NanoSUM non stia funzionando in shutdown. Individuata la porta corretta occorre:

- Accendere NanoSUM
- Aprire la porta COM individuata su terminale. Qualsiasi parametro di porta va bene.
- Digitare il comando **AT#M2MLIST<CRLF>**
- Se presente il file anylog.bin, cancellarlo col comando **AT#M2MDEL=anylog.bin<CRLF>**
- Digitare il comando di scrittura **AT#M2MWRITE=anylog.bin,<filelen><CRLF>.**

  Il comando di scrittura specifica il nome del file e la sua lunghezza <filelen> in byte. A questo comando il modulo risponderà con i caratteri **>>>**.
- Caricare da terminale <filelen> byte che compongono il file anylog.bin. Al superamento di <filelen> il modulo risponde con **OK** e la procedura di caricamento è completata.
- Se il programma operativo era correttamente in esecuzione, per rendere operativa la modifica occorre semplicemente riavviare il modulo col comando **AT#REBOOT<CRLF>**.
- Se invece si tratta di prima installazione od il programma operativo è disabilitato occorre abilitarlo col comando **AT#M2MRUN=2,anylog.bin<CRLF>** e metterlo in esecuzione col comando **AT+M2M=1<CRLF>**. L'ultimo comando genererà un riavvio del modulo.

Se invece NanoSUM fosse in shutdown, la procedura si andrà così modificando:

- Accendere NanoSUM
- Appena il LED rosso CONNECTION STATUS comincia a lampeggiare, aprire la porta COM individuata su terminale e dare il comando **AT+M2M=0<CRLF>**. Questo disabilita l'esecuzione del programma operativo e provoca un riavvio del modulo.
- Procedere con la procedura come nei punti precedenti concludendo con i due comandi **AT#M2MRUN=2,anylog.bin<CRLF>** e **AT+M2M=1<CRLF>**.

L'ultimo comando provoca un riavvio del modulo e riabilita l'esecuzione del programma operativo. Per il funzionamento di NanoSUM è fondamentale ricordarsi questo passaggio.

5. Normative

5.1 Norme di sicurezza

L'esame particolareggiato del progetto e delle modalità di esecuzione ha permesso di stabilire quali sono i rischi che il prodotto potrà presentare durante tutta la sua vita, se correttamente usato, e quindi definire i requisiti essenziali che ad esso sono applicabili. Tali requisiti possono essere contenuti in una o più direttive e tutti debbono essere soddisfatti senza riguardo a quale direttiva appartengono. Per l'applicazione di una direttiva ad un prodotto sono necessarie quindi due condizioni:

- Il prodotto rientri nel suo campo di applicazione
- Il prodotto presenti rischi ai quali i requisiti essenziali della direttiva si riferiscono.

Dalla analisi dei rischi condotta, è emerso che le direttive europee applicabili al prodotto in oggetto sono le seguenti:

Direttiva Europea	Titolo	Riferimento legge di recepimento in Italia
2014/35/UE	Direttiva Bassa Tensione (LVD)	D.Lgs. n° 86 del 19 Maggio 2016
2014/30/UE	Direttiva Compatibilità Elettromagnetica (EMC)	D.Lgs. n° 80 del 18 Maggio 2016
2014/53/UE	Direttiva Dispositivi Radiofrequenza (RED)	D.Lgs. n° 128 del 22 Giugno 2016

Il prodotto in oggetto rientra nel campo di applicazione della Direttiva Bassa Tensione 2014/35/UE recepita in Italia con decreto legislativo n° 86 del 19 Maggio 2016, la Direttiva Compatibilità Elettromagnetica 2014/30/UE recepita in Italia con decreto legislativo n° 80 del 18 Maggio 2016, e la Direttiva sui dispositivi radiofrequenza (RED) 2014/53/UE recepita in Italia con decreto legislativo n° 128 del 22 Giugno 2016.

5.2 EMC

Questa apparecchiatura è stata progettata in conformità ai requisiti delle direttive indicate nella dichiarazione CE allegata al prodotto.

6. Uso conforme dell'apparecchiatura

L'apparecchiatura è stata progettata per essere utilizzata secondo le specifiche indicate nella tabella seguente:

USO PREVISTO E LIMITI DELL'APPARECCHIATURA	DATI / INFORMAZIONI DISPONIBILI
Uso previsto	L'uso previsto comprende esclusivamente l'acquisizione, la trasmissione e l'elaborazione di misure di parametri fisici e chimici per meteorologia, agrometeorologia, idrometria, monitoraggio ambientale e climatico, telecontrollo ed automazione di acquedotti, depuratori, fognature, ecc., sistemi di controllo ed automazione a logica distribuita, applicazioni particolari per controllo frane, processi microbiologici, chimici, ecc.
Usi scorretti ragionevolmente prevedibili e controindicazioni d'uso	È scorretto l'uso in ambiente domestico o hobbistico; uso da parte di persone non qualificate e/o non opportunamente istruite.
Ambiente d'uso	Non è previsto l'uso in ambienti con presenza di gas o vapori esplosivi, corrosivi e infiammabili.
Eventuali fattori ambientali critici	Le condizioni ambientali per un corretto utilizzo sono: • Temperatura di riferimento: +20° C • Temperatura di utilizzo: -40 ÷ +80 °C • Umidità relativa massima ammessa: 100% non condensata • Temperatura di immagazzinamento: 0 ÷ +60 °C • Umidità di immagazzinamento: 80% massimo • Altitudine massima: 5000 m • Grado di inquinamento: 2
Professionalità od esperienza richiesta agli operatori	Il personale deve essere qualificato o opportunamente istruito ed edotto sui rischi che si possono correre.

NOTE

- Aggiornamenti periodici vengono effettuati sulle informazioni contenute nel presente documento. Queste vengono inserite in nuove edizioni del documento.
- Il costruttore può apportare modifiche e/o cambiamenti al prodotto descritto in questo documento in qualsiasi momento e senza preavviso.
- Diritti riservati. Non è permesso riprodurre o duplicare interamente o in parte questo documento senza l'autorizzazione del costruttore.

7. Cronologia delle revisioni

La seguente tabella riporta la descrizione delle modifiche apportate al presente documento.

Versione	***Data***	***Aggiornamenti***
00	23/05/2022	Prima versione del documento.
01	27/07/2022	Aggiunto offset di calibrazione misura tensione batteria se si abilita il parametro LI_BATT
02	22/12/2022	Modificata la grafica del documento
03	14/04/2023	Aggiornata alla versione di firmware 1.0.3.
04	30/11/2023	Aggiornata alla versione di firmware 1.1.1. Aggiornato “6. Condizioni ambientali di utilizzo” in “6. Uso conforme dell’apparecchiatura”. Aggiornato anche il contenuto della tabella. Aggiornati i riferimenti alle normative ai capitoli 1 e 5. Inserito paragrafo “2.2.3 Tabella riepilogativa delle alimentazioni”. Inserita la possibilità di configurazione con DAK 3.6.0.
05	01/05/2024	Aggiornata alla versione di firmware 1.2.0. Inserimento del supporto alla categoria 1 globale. Inserimento supporto ad FTPS. Nuovi livelli di log: chiave di configurazione VERBOSE. Inserita la nuova funzionalità di BMS (battery management system). Aggiornati i comandi FTP ed SMS.
06	01/09/2024	Aggiornata alla versione di firmware 1.2.1. Inserimento misure digitali di pioggia totale e pioggia nel periodo.
07	03/06/2025	Aggiornata alla versione di firmware 1.3.1. Nuovi comandi SMS *CHECK FTP* e *GET ARCHIVE*. Modifiche minori al comando *GET MEM*. Nuova elaborazione media con filtraggio statistico dei dati. Nuova tipologia di dato memorizzato: contatore dati validi. Supporto ai tipi di dato interi con segno nel protocollo MODBUS. Inserita legenda simboli del documento. Aggiunto un nuovo capitolo *Requisiti generali di installazione*.

8. Dichiarazione di Conformità UE

MD 751.1 rev. 03

Dichiarazione di Conformità UE (DoC)

Fabbricante: SIAP+MICROS S.p.A.
Via del Lavoro, 1 – 31020 S. Fior (TV) – Italia
https://www.siapmicros.com/

La presente dichiarazione di conformità è rilasciata sotto la responsabilità esclusiva del fabbricante.

Oggetto della dichiarazione:

Descrizione	Codice Prodotto/Modello
NanoSUM Datalogger NanoSum con modem 4G Globale in categoria M1 e NB1, interface seriali, ingressi digitali, microUSB e configurazione standard	PEM-E016C-NANO

L'oggetto della dichiarazione di cui sopra è conforme alla pertinente normativa di armonizzazione dell'Unione:

- **2014/53/EU** Direttiva apparecchiature Radio (RED)
- **2011/65/EU** Restrizioni utilizzo di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettroniche. (RoHSD)

Riferimento alle pertinenti norme armonizzate o riferimenti alle altre specifiche tecniche usate in relazione alle quali è dichiarata la conformità:

RED references:

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (Article 3.1b):

EN 61326-1 2021-06	Apparecchi elettrici per misura, controllo e uso da laboratorio – Prescrizioni EMC – Parte 1:Prescrizioni generali
EN 301 489-1 V2.2.3:2019	Compatibilità elettromagnetica e problematiche di spettro radio (ERM); Norma di compatibilità elettromagnetica (EMC) per apparecchiature e servizi radio; Parte 1: Requisiti tecnici comuni.
EN 301 489-52 V1.2.1:2021-11	Compatibilita elettromagnetica (EMC) Standard per apparecchiature radio e servizi;Parte 52: Condizioni specifiche per la comunicazione cellulare Radio e dispositivi mobili e portatili (UB);Standard armonizzato che copre i requisiti essenziali Dell'articolo 3.1, lettera b), della direttiva 2014/53 / UE

EFFECTIVE AND EFFICIENT USE OF RADIO SPECTRUM (Article 3.2):

EN 301 511 V12.5.1:2017-03	Sistemi globali per la comunicazione mobile (GSM);Apparecchiatura per stazioni mobili (MS); Norma armonizzata EN che soddisfa i requisiti essenziali in base all'articolo 3.2 della Direttiva 2014/53/EU
EN 301 908-1 V13.1.1:2019-11	Reti cellulari IMT; Norma armonizzata per l'accesso allo spettro radio; Parte 1: Introduzione e prescrizioni comuni
EN 301 908-13 V13.1.1:2019-11	Reti cellular IMT; Standard armonizzato per l'accesso allo spettro radio; Parte 13: Apparecchiature utente (UE) per l'accesso radio terrestre universal evoluto (E-ULTRA)

MD 751.1 rev. 03

HEALTH & SAFETY (Article 3.1a):

EN 61010-1 2010+A1:20211-11	Prescrizioni di sicurezza per apparecchi elettrici di misura, controllo e per l'utilizzo in laboratorio
EN 62311 2019	Valutazione degli apparecchi elettronici ed elettrici in relazione ai limiti di base per l'esposizione umana ai campi elettromagnetici (0 Hz to 300 GHz)

Riferimenti RoHSD:

EN 63000 2016+AMD1:2022	Documentazione tecnica per la valutazione di prodotti elettrici ed elettronici rispetto alla restrizione delle sostanze pericolose

Data
31-01-2023

Amministratore Delegato
Alex Stevanin

Appendice A: tracciati record

A.1 Tracciato di memorizzazione dati SIAP+MICROS dinamico

Internamente a NanoSUM, i dati sono memorizzati in un file ASCII in chiaro; questo file ASCII è strutturato in righe, ogni riga è un record di memorizzazione in una forma codificata denominata tracciato record SIAP+MICROS dinamico. La lunghezza del tracciato record è variabile in funzione del numero e della tipologia dei dati contenuti perciò, nelle situazioni in cui i dati da inserire nel tracciato siano minimi, la lunghezza del tracciato stesso e, di conseguenza, lo spazio occupato dai dati, risulteranno molto contenuti. Il tracciato potrà contenere sia dati istantanei che statistici, nonché dati di allarme. Questa tipologia di tracciato è anche la normale forma con la quale i dati vengono recapitati ai server FTP configurati.

Ogni record del tracciato è composto da tre parti distinte tra loro chiamate rispettivamente:

- Testa
- Corpo
- Terminatore

Ognuna di queste parti del tracciato è suddivisa al proprio interno in campi separati tra loro dal carattere "**,**" (ASCII 44).

Testa

La Testa del tracciato record contiene le informazioni generali che permettono l'identificazione del record sulla base dell'evento temporale e sulla stazione di appartenenza. In dettaglio il suo formato è il seguente:

ST0<id_stazione>,<tracciato>,hh.nn.ss,gg,mm,aa,<tipo>,<Mnum_input>,

Il significato dei vari campi è il seguente:

- **ST0<id_stazione>**. Header che identifica l'inizio della Testa del record. E' composto dai caratteri "ST0" più un numero indicante il codice numerico (ID) della stazione. Ad esempio l'Header ST01 identifica il record della Stazione 1.
- **<tracciato>**. Codice costante che identifica il tipo di tracciato record. Vale 6 per il tracciato dinamico.
- **hh.nn.ss**. Ora, minuto e secondo dell'evento di memorizzazione a due cifre per ogni campo.
- **gg**. Giorno dell'evento di memorizzazione del record a due cifre.
- **mm**. Mese dell'evento di memorizzazione del record a due cifre
- **aa**. Anno dell'evento di memorizzazione del record a due cifre
- **<tipo>**. Codice costante che identifica il tipo di record. Vale **0** per il tipo di tracciato record di dati statistici (istantanei ed elaborazioni). Vedremo che potrà valere **2** per il record d'allarme a 2 soglie e **7** per il record d'allarme a 3 soglie.
- **<Mnum_input>**. Campo composto dal carattere "**M**" cui segue un numero indicante il numero totale di parametri contenuti nel Corpo del tracciato record. Ad esempio M9 indica un totale di 9 parametri, mentre M50 indica un totale di 50 parametri.

La testa quindi identifica univocamente la stazione, l'istante temporale cui si riferiscono i dati, il numero ed il tipo di dati che seguiranno nel corpo.

Corpo

Il Corpo del tracciato record contiene i dati statistici (istantanei, medie, minimi, massimi, deviazione standard ecc.) relativi ad ogni parametro di misura. E' costituito dalla ripetizione di blocchi di informazioni ripetute tante volte quanti sono i parametri da rappresentare.

In particolare il formato del corpo si presenta nel modo seguente:

CORPO RECORD = blocco_1 + "," + blocco_2 + "," + blocco_3 + ...

Ogni blocco è composto da più sezioni che assieme costituiscono l'anagrafica del parametro rappresentato. Il blocco ha una struttura dinamica, pertanto ci possono essere molteplici sezioni atte a rappresentarlo. Nel caso specifico dei dati statistici, non c'è un numero fisso di sezioni, ma queste possono variare sulla base di precise necessità. In dettaglio ogni blocco è così strutturato:

blocco_n = <id> + "," + sezione _1 + "," + sezione _2 + "," + … + "," + sezione_n

In ogni blocco <id> è l'identificativo numerico della misura, come da configurazione, mentre le varie sezioni sono a loro volta suddivise in due campi che assieme concorrono per dare una sola informazione riguardante la misura:

sezione_N = <costante> + "," + <valore>

Più in dettaglio:

- <costante> è un carattere ASCII (da ASCII 65 a ASCII 90) che esprime il significato del campo "valore" successivo. NanoSUM supporta i seguenti codici:
  - **A** VALORE ISTANTANEO del parametro (nell'istante di memorizzazione del record).
  - **B** VALORE MEDIO del parametro.
  - **C** VALORE MINIMO del parametro.
  - **D** VALORE MASSIMO del parametro.
  - **F** DEVIAZIONE STANDARD del parametro.
  - **L** MINUTO DI MINIMO (espresso come minuti a partire dalla mezzanotte).
  - **M** MINUTO DI MASSIMO (espresso come minuti a partire dalla mezzanotte).
  - **E** CONTATORE DATI VALIDI (campioni che formano la media statistica).
- <valore> è un valore numerico che rappresenta il valore della misura, un particolare codice, un particolare stato, ecc. Si sottolinea che il campo <valore> assume significati diversi a seconda del campo <costante> che lo precede.

Per chiarire meglio, un blocco atto a rappresentare un parametro di misura potrebbe essere così strutturato:

<id> + "," + B + "," + <valore_medio> + "," + C + "," + <valore_minimo> + D + "," + <valore_massimo>

Le sezioni rappresentate non sono necessariamente posizionali nel senso che non è necessario rispettare un ordine preciso, inoltre il loro numero può variare in funzione delle informazioni da fornire per il parametro rappresentato. E' possibile fornire quindi per un parametro solamente il dato statistico medio, mentre per un altro il dato statistico medio, minimo e massimo. I parametri da memorizzare restano definiti in configurazione.

Nelle situazioni in cui il campo <valore> di una qualsiasi sezione non è un valore numerico valido, viene sostituito con un carattere specifico che è "*****" (ASCII 42).

NanoSUM rende disponibili due aspetti particolari che si sono spiegati nel paragrafo riguardante la configurazione:

- E' data la possibilità di modificare le lettere del campo <costante> con delle lettere date in configurazione
- E' possibile specificare <id> diversi per parametri statistici riferiti ad una stessa misura fisica

Terminatore

Il terminatore è un campo che indica la fine del tracciato record. Il terminatore è costituito dal carattere "**#**" (ASCII 35) + un numero indicante il totale dei campi (fields) del record tra header d'inizio "ST0" e terminatore "**#**" compresi. Ad esempio #50 indica che il record è composto in totale da 50 campi con header "ST0" e terminatore "**#**" compresi.

Ultimo carattere del record sarà l'andata a capo <CRLF>.

Record d'esempio

Stazione di monitoraggio numero 100 che il giorno 20 Marzo 2022 alle ore 14.00.00 ha memorizzato un tracciato record di dati statistici relativi a

- Temperatura con identificativo 1 nei valori medio, minimo e massimo
- Umidità con identificativo 7 nel valore istantaneo e 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>

Modifica del tracciato per i record d'allarme

NanoSUM supporta la scrittura di record d'allarme a 4 stati (3 soglie superiori e 3 soglie inferiori) come descritto nel paragrafo sulla gestione degli allarmi. Inoltre può essere configurato per supportare record d'allarme a 3 stati (2 soglie superiori e 2 soglie inferiori). Questi record mantengono una struttura molto simile a quella spiegata e differiscono nei seguenti aspetti:

- **Testa**

  Nella testa varia il campo <tipo>. Questo assume il valore 7 per il record d'allarme a 3 soglie di NanoSUM. Assume il valore 2 per il record d'allarme a 2 soglie.

- **Sezione**

  Le sezioni assumono ancora la forma <costante> + <valore> ma con lettere e significati diversi:

  - <costante> = **T**, <valore> è sempre costante e pari a 0 in NanoSUM.
  - <costante> = **W**, indica che <valore> che segue è il tipo di allarme che per NanoSUM può assumere i seguenti significati.

    Per il sistema a 3 soglie:

    - <valore> = 0, stato normale
    - <valore> = 1, stato di attenzione superiore
    - <valore> = 2, stato di preallarme superiore

- <valore> = 3, stato di allarme superiore
- <valore> = -1, stato di attenzione inferiore
- <valore> = -2, stato di preallarme inferiore
- <valore> = -3, stato di allarme inferiore

Per il sistema a 2 soglie:

- <valore> = 0, stato normale
- <valore> = 1, stato di preallarme superiore
- <valore> = 2, stato di allarme superiore
- <valore> = -1, stato di preallarme inferiore
- <valore> = -2, stato di allarme inferiore

- <costante> = **A**, indica che <valore> che segue è il valore di misura che ha generato l'allarme.
- <costante> = **V**, indica che <valore> che segue è il valore di soglia di riferimento che è stato superato.

Quindi un blocco atto a rappresentare un allarme di un parametro di misura potrebbe essere così strutturato:

id + "," + T,0 + "," + W + "," + valore_1 + "," + A + "," + valore_2 + "," + V + "," + valore_3

Le quattro sezioni rappresentate non sono posizionali, nel senso che non è necessario che rispettino un ordine preciso, ma è buona norma rappresentarle con la successione sopra descritta.

Si supponga che una temperatura con identificativo 12, della stazione 87, il 15 Luglio 2022 alle 15:00:00, superi la soglia di preallarme, di un tracciato a 3 soglie, con un valore di 35°C su una soglia di 30°C. Il record d'allarme sarebbe così strutturato:

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

Nome del file dinamico

I file in tracciato SIAP+MICROS dinamico sono caricati sui server FTP abilitati con un nome del file, con estensione .DAT, che contiene l'identificativo misura della stazione e la data di upload:

ST0<ID>_aaaammgghhnnss.DAT

Riprendiamo l'esempio del record della stazione 100

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>

Se l'upload è fatto alle 17:30:00, avremo il file ST0100_20220320173000.DAT.

A.2 Tracciato dati SIAP+MICROS ASCII semplificato

Il tracciato ASCII semplificato è un tracciato di transcodifica ottenuto a partire dal tracciato di archivio SIAP+MICROS dinamico, utilizzabile come alternativa per l'invio dei dati di misura sui server FTP abilitati a tale tracciato. La particolarità è che ogni riga del tracciato rappresenta una singola misura strutturata in cinque campi separati da "**;**". Il separatore decimale è il "**.**" (punto).

<data>;<identificativo>;<tipo>;<valore>;<validazione><CRLF>

In questo abbiamo:

- **<data>**: data formattata come aaaa-mm-gg hh:nn:ss (es. 2022-03-29 09:05:00)
- **<identificativo>**: identificativo numerico della misura
- **<tipo>**: valore numerico che codifica la tipologia di dato con tale corrispondenza:
  - 1 = valore istantaneo (A)
  - 2 = valore medio (B)
  - 3 = valore minimo (C)
  - 4 = valore massimo (D)
  - 6 = deviazione standard (F)
  - 10 = minuto del minimo (L)
  - 11 = minuto del massimo (M)
  - 5 = contatore dati validi (E)
- **<valore>**: valore di misura.
- **<validazione>**: viene posto a 0 se il valore di misura è valido, a 1 se il dato non è valido.

  In caso di misura in errore (carattere "*****" nel tracciato dinamico), la misura sarà inserita con <valore> pari a -9999 e <validazione> pari a 1.

Si possono presentare due casi particolari per via delle possibilità di configurazione avanzata di NanoSUM:

- Identificativi particolareggiati per elaborazione statistica.

  Normalmente le elaborazioni statistiche di una misura prendono lo stesso identificativo numerico della misura e sono distinte per il codice letterale nel tracciato dinamico. E' possibile introdurre un identificativo numerico diverso anche per le elaborazioni statistiche ed in tal caso sarà utilizzato tale numero nel campo <identificativo>.

- Personalizzazione delle lettere di codifica.

  Come visto è possibile personalizzare le lettere di codifica di ogni tipo di elaborazione statistica di misura. In tal caso occorre prestare particolare attenzione a che la lettera che si utilizza sia una lettera valida in transcodifica. Le lettere di transcodifica valide e codificate sono:
  - 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

Se si personalizza con una lettera non codificata, il record sarà comunque inserito e <tipo> sarà un numero pari al valore ASCII della lettera. Ad esempio se si codifica con la lettera K, <tipo> sarà 75.

Riprendiamo l'esempio del tracciato dinamico del paragrafo precedente

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>

La sua transcodifica è la seguente:

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>

I file in tracciato ASCII semplificato sono caricati sui server FTP abilitati con un nome del file, con estensione .TXT, che contiene l'identificativo misura della stazione e la data di upload:

ST0<ID>_aaaammgghhnnss.TXT

Riprendiamo l'esempio del record della stazione 100

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>

Se l'upload è fatto alle 17:30:00, avremo il file ST0100_20220320173000.TXT

E' importante notare che tale tracciato non può essere utilizzato per rappresentare i record di allarme che saranno quindi scartati.

Appendice B: comandi di accesso al modulo 4G

B.1 Comandi AT di gestione del file system ed ambiente operativo

NanoSUM può ricevere comandi AT sulla seriale della porta USB che non viene utilizzata per la diagnostica in linea. Oltre ai comandi 3GPP TS 27.005 e 27.007, vi è una serie di comandi custom per la gestione a basso livello del modulo. In particolare ci si vuole qui soffermare sui comandi di gestione del file system e dell'ambiente operativo di NanoSUM.

Prestare molta attenzione nell'utilizzo di tali comandi.

Un utilizzo errato può portare al blocco o ad un malfunzionamento del datalogger

Nel seguito si sottintende che:

- E' necessario utilizzare un sistema operativo Windows.
- E' necessario installare preliminarmente il pacchetto di driver del dispositivo.
- Per alcuni comandi è necessario un terminale in grado di inviare interi file ASCII binari ad un prompt di risposta del modulo. Un possibile terminale con questa caratteristica è TeraTerm©.
- Ogni comando deve essere terminato dai caratteri carriage return e line feed, <CRLF>.

Sono supportati i seguenti comandi per la gestione del file system.

- **AT#M2MLIST** – lista dei contenuti di una directory

  L'esecuzione del comando mostra una lista dei file della directory corrente. E' possibile specificare una directory diversa da quella corrente utilizzando la sintassi:

  AT#M2MLIST=<path>

  Nel comando, <path> (facoltativo) è il percorso. Si noti che:

  - La massima lunghezza di un percorso è di 128 caratteri.
  - Il numero massimo di caratteri ammessi per un nome di cartella è di 64.
  - <path> è case sensitive.
  - <path> può o meno essere racchiuso tra doppi apici.
  - Il separatore di percorso è sempre "/" (slash).
  - La directory corrente all'avvio è "/mod".

  Chiariamo con due esempi.

```
AT#M2MLIST

#M2MLIST: <.>
#M2MLIST: <..>
#M2MLIST: <Archive>
#M2MLIST: <FTP0>
#M2MLIST: <FTP1>
```

```
#M2MLIST: <LOG>
#M2MLIST: "anylog.bin",343520
#M2MLIST: "appcfg.ini",94
#M2MLIST: "config.ini",993
#M2MLIST: free bytes: 6555648

OK
AT#M2MLIST=FTP0

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

OK
```

- **AT#M2MREAD** – lettura di un file

  Comando utilizzato per la lettura di un file. La sintassi è AT#M2MREAD=<file_name>. Il campo <file_name> è sempre obbligatorio e può essere:

  - Un nome di file nella directory corrente.
  - Un nome di file relativo ad un percorso.

  Nello specificare il nome del file, od il percorso, si presti attenzione che:

  - La massima lunghezza di un percorso è di 128 caratteri.
  - Il numero massimo di caratteri ammessi per un nome di cartella o di file è di 64.
  - Il numero massimo di caratteri di un percorso di file è dato dalla somma dei precedenti ossia 192 caratteri.
  - Se <file_name> non è presente, è riportato un errore.
  - Il nome di file ed il percorso sono case sensitive.
  - <file_name> può o meno essere racchiuso tra doppi apici.

- **AT#M2MWRITE** – scrittura di un file

  Comando utilizzato per la scrittura di un file. La sintassi è

  AT#M2MWRITE=<file_name>,<size>[,<binToMod>].

  In questa:

  - <file_name> è il nome del file od il percorso alla stessa maniera del comando precedente.
  - <size> è la dimensione, in byte, del file da scrivere.
  - <binToMod> è un parametro opzionale che solitamente non è utilizzato. Nel caso questo sia posto ad 1 e <file_name> abbia estensione “bin”, il sistema salva il file nella directory “/mod” indipendentemente dal percorso specificato.

Al comando, NanoSUM risponde con un prompt >>> in attesa di un numero di byte pari a <size>. Si utilizzino le caratteristiche del terminale scelto per poter inviare al modulo il file desiderato.

- **AT#M2MDEL** – cancellazione di un file

  Comando utilizzato per la cancellazione di un file. La sintassi è AT#M2MDEL= <file_name>. Per il parametro <file_name> vale quanto già detto per gli altri comandi.

- **AT#M2MMKDIR** – creazione di una directory

  Comando utilizzato per la creazione di una directory. La sintassi è AT#M2MMKDIR=<directory_name>.

- **AT#M2MCHDIR** – cambiamento della directory corrente

  Comando utilizzato per la cambiare la directory corrente. La sintassi è AT#M2MCHDIR=<path>.

- **AT#M2MRMDIR** – rimozione di una directory

  Comando utilizzato per la cancellazione di una directory. La sintassi è AT#M2MRMDIR=<directory_name>.

Sono supportati i seguenti comandi per la gestione dell'ambiente operativo.

- **AT#M2MRUN** – abilitazione eseguibile all'avvio

  E' un comando utilizzato per l'impostazione dei permessi di avvio di un file binario. La sintassi è:

  AT#M2MRUN=<mode>[,[<file_bin][,<delay>]]

  - <mode> rappresenta le modalità di avvio.

    Le modalità 0, 1 e 2 generano un riavvio; le altre sono immediate.

    - 0: nessun permesso di esecuzione per tutti i file binari in "/mod".
    - 1: permesso di esecuzione per tutti i file binari in "/mod".
    - 2: permesso di esecuzione esclusivo per il <file_bin> specificato.
    - 3: ferma tutte le applicazioni in esecuzione.
    - 4: fa partire tutte le applicazioni se non sono già in esecuzione.
    - 5: ferma tutte le applicazioni in esecuzione tranne <file_bin>; fa partire <file_bin> se non è già in esecuzione.

    Si utilizza la modalità 2 per anylog.bin con il comando AT#M2MRUN=2,anylog.bin.

  - <file_bin> nome del file binario.
  - <delay> ritardo di esecuzioni in secondi.

  Il file binario eseguibile di NanoSUM si chiama anylog.bin e normalmente dovrebbe essere l'unico programma in esecuzione. I ritardi di avvio sono già gestiti a livello di programma pertanto <delay> può essere omesso o posto a zero. Il comando normalmente utilizzato quindi è sempre **AT#M2MRUN=2,anylog.bin**. Questo comando è dato in fabbrica e non c'è necessità di ridarlo se non in caso di corruzione della memoria del modulo.

- **AT+M2M** – abilitazione ambiente operativo datalogger

  Il precedente comando non è sufficiente all'avvio dell'applicativo: occorre che l'ambiente sia esplicitamente abilitato all'esecuzione di file eseguibili binari.

  Il comando AT+M2M=1 abilita l'ambiente applicativo all'esecuzione e genera un riavvio. Questo comando è dato in fabbrica e non occorre ridarlo se non in caso di volontaria disabilitazione temporanea dell'ambiente.

  Il comando AT+M2M=0 disabilita l'ambiente applicativo all'esecuzione e genera un riavvio. E' un comando comodo nel caso in cui si abbia bisogno di fermare l'applicativo. Ricordarsi sempre di riavviare l'ambiente con il comando AT+M2M=1.

- **AT#REBOOT** – riavvio software del datalogger

  Il comando riavvia il core primario del datalogger per una partenza pulita dell'intero sistema operativo.

Nei prossimi paragrafi si mostreranno alcuni esempi di utilizzo.

B.2 Caricamento manuale del file di configurazione

Per caricare manualmente il file di configurazione config.ini distinguiamo due casi:

1. Funzionamento normale con NanoSUM sempre acceso

   La configurazione può essere cambiata anche a programma operativo funzionante con i comandi:

   - AT#M2MLIST
   - AT#M2MDEL=config.ini
   - AT#M2MWRITE=config.ini,<dimensione>
   - Al prompt >>> inviare la configurazione col programma terminale
   - Al termine del caricamento il modulo risponderà con OK
   - AT#REBOOT per riavviare il modulo e rendere operativa la nuova configurazione

2. Funzionamento in shutdown con NanoSUM spento

   In caso di funzionamento in shutdown si può riavviare in modalità diagnostica da pulsante REBOOT premuto per più di sei secondi per ricadere nel caso precedente. Occorre però ricordarsi di rimettere il modulo in modalità normale al termine.

   E' anche possibile procedere in altro modo fermando temporaneamente l'ambiente operativo:

   - AT+M2M=0 ferma l'ambiente e riavvia il modulo
   - Procedere come al punto precedente ma senza dare il comando AT#REBOOT
   - AT+M2M = 1 riavvia l'ambiente ed il modulo

Nei casi di funzionamento in shutdown occorre sapere a priori il numero di porta seriale USB da utilizzare. La procedura più sicura è quella che implica la messa in diagnostica del modulo o l'utilizzo dei server FTP.

B.3 Caricamento manuale del file di programma operativo

Per caricare manualmente il file di programma anylog.bin si procede esattamente come al paragrafo B.2.

B.4 Disabilitazione ed abilitazione manuale ambiente operativo

Per disabilitare l'ambiente operativo si mandi il comando AT+M2M=0. Si presti attenzione che in questo caso si esclude ogni funzionalità del datalogger, il programma operativo non va in esecuzione, ed il modulo è a tutti gli effetti un modem 4G.

Per abilitare l'ambiente operativo si mandi il comando AT+M2M=1. Il comando riavvierà il modulo e manderà in esecuzione i file binari abilitati con il comando AT#M2MRUN.

B.5 Abilitazione all'esecuzione di anylog.bin

Per abilitare all'esecuzione il programma anylog.bin digitare il comando AT#M2MRUN=2,anylog.bin e poi AT+M2M=1.

B.6 Abilitazione e disabilitazione manuale della modalità diagnostica

Per abilitare la modalità diagnostica:

- AT+M2M=0 ferma l'ambiente e riavvia il modulo
- AT#M2MLIST
- AT#M2MDEL=normal.opr
- AT+M2M = 1 riavvia l'ambiente ed il modulo

Per disabilitare la modalità diagnostica ed entrare in modalità normale:

- AT#M2MWRITE=normal.opr,6
- Al prompt >>> scrivere da terminale i sei byte **NORMAL**
- Al termine il modulo risponderà con OK.
- AT#REBOOT per riavviare il modulo e rendere operativa la nuova modalità