

●	MANUALE D'USO DEI COMANDI PER I MODULI AUREL XTR-ZB1	3
○	Premessa generale introduttiva.....	3
○	Tabella dei codici di terminazione	4
○	Tabella dei msgType dei comandi.....	6
○	Tabella delle tipologie di dispositivi.....	7
	TIPOLOGIA DEI COMANDI IMPLEMENTATI	7
○	Tabella riassuntiva dei comandi.....	7
○	Associazione di un dispositivo	8
●	COMANDI RISERVATI AL COORDINATORE.....	11
○	Funzioni di Rete.....	11
●	CMD:09:addr:rate;	11
●	CMD:08:addr:stato;.....	12
●	CMD:05:addr:rate;	13
●	CMD:03:MAC addr;	14
●	CMD:07:channel;	15
●	CMD:04;.....	15
●	CMD:0A:stato;	16
●	CMD:14;.....	16
○	Sezione Radio.....	17
●	CMD:06:addr;	17
●	COMANDI RISERVATI AL COORDINATORE ED AL ROUTER	19
○	Funzioni di Rete.....	19
●	CMD:02:PanId;	19
●	CMD:0D;.....	20
●	CMD:0E:addr;	20
●	CMD:0F:addr;	21
●	ASA:MACaddr;.....	22
●	CMD:10;.....	23
●	CMD:11;.....	23
○	Comunicazione seriale / Interfacciamento	24
●	CMD:0B:addr:#out;.....	24
●	CMD:0C:addr:#out;.....	25
●	CMD:13;.....	26
	COMANDI RISERVATI AL ROUTER.....	27
○	Sezione Radio.....	27
●	CMD:18:addr;	27
●	CMD:19:addr;	28
●	CMD:1A;.....	29
●	CMD:1B;.....	30

- **Comunicazione Seriale / Interfacciamento.....30**
 - CMD:12;..... 30
 - CMD:15:channel:resolution:reference; 31
 - CMD:16;..... 32
 - CMD:17;..... 32

- **COMANDI PRESENTI SU TUTTI I DISPOSITIVI33**

- **Funzioni di Rete..... 33**
 - CMD:01;..... 33

- **Sezione Radio..... 34**
 - SNT:addr:#byte:dati; 34
 - RESET..... 35
 - INTERRUPT 35
 - PWD..... 36

- **Manuale d'uso dei comandi per i moduli Aurel XTR-ZB1**
 - **Premessa generale introduttiva**

Coordinatore, router ed End Device hanno tre firmware diversi ed ogni dispositivo ha associato un indirizzo MAC a 64 bit univoco, programmato da Aurel e non modificabile.

La trasmissione radio avviene sempre a 0 dBm per le versioni XTR-ZB1-xLI e a 13dBm per le versioni XTR-ZB1-xHI.

L'interfaccia con i moduli avviene tramite UART con le seguenti impostazioni: baud rate 38400bps, controllo di flusso hardware RTS/CTS abilitato, data bits 8, stop bits 1.

La sintassi standard per impartire comandi al sistema via seriale è la seguente:

comando: parametro_1:....: parametro_n;

- tutti i comandi e i parametri inseriti devono essere caratteri ASCII;
Esempio: **CMD:0e:0001;** corrisponde ai seguenti byte inviati via seriale **<0x43> <0x4D> <0x44> <0x3A> <0x30> <0x45> <0x3A> <0x30> <0x30> <0x30> <0x31> <0x3B>**
- tra un parametro e l'altro è necessario inserire i ':' (due punti);
- come terminatore di comando è necessario inserire ';' (punto e virgola)

A differenza degli altri comandi il comando SNT (SeNd To) permette di inviare qualunque tipologia di dato e non solo caratteri ASCII.

A fronte dell'esecuzione di un comando, il sistema risponde restituendo un valore indicante la corretta esecuzione o, nel caso di errore, riportando il codice di errore (vedi tabella dei codici di terminazione).

Al termine di ogni stringa di dati è accodato un ';' (punto e virgola) come terminazione di stringa.

Esempi:

CMD:17; Lettura della batteria

restituisce il codice di corretta/errata esecuzione seguito da ';' (punto e virgola). In caso di corretta esecuzione il valore campionato seguito da ';' (punto e virgola) viene memorizzato nel buffer di uscita pronto per essere inviato via seriale o via radio.

CMD:15:0c:03:00; Campionamento linea ADC

restituisce il codice di corretta/errata esecuzione seguito da ';' (punto e virgola). In caso di corretta esecuzione il valore campionato seguito da ';' (punto e virgola) viene memorizzato nel buffer di uscita pronto per essere inviato via seriale o via radio.

Non è possibile garantire un tempo di esecuzione massimo certo perché esso dipende da molteplici fattori quali dimensioni, topologia della rete e stato di utilizzo della CPU sul chip.

Non è utile dare indicazione del tempo di esecuzione dei comandi che fanno uso del canale radio perché la metodologia di accesso al canale definita dallo standard ZigBee è aleatoria, fortemente influenzata dal numero di nodi presenti nella rete, dalla topologia della rete stessa e da diversi fattori ambientali.

Alla prima accensione del dispositivo viene inviato su seriale il *codice di terminazione* --> 0x46 (system on). E' necessario poi attendere l'associazione del dispositivo descritta in seguito.

○ **Tabella dei codici di terminazione**

Nome	Valore	Significato
no_error	0x30	Nessun errore
cmd_error	0x31	Errore nel comando
prm_error	0x32	Errore nei parametri
num_prm_error	0x33	Numero di parametri errato
no_resp	0x34	Nessuna risposta dopo 3 tentativi (vedi nota 1)
lost_ping	0x35	Nessuna risposta al comando di ping (vedi nota 1)
lost_MAC	0x36	Nessuna risposta alla richiesta di indirizzo MAC (vedi nota 1)
lost_startTx	0x37	Nessuna risposta al comando Start Tx ciclica (vedi nota 1)
ack_received	0x38	Acknowledge ricevuto
startCyclicTx	0x39	Comando Start Tx ciclica inviato

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

system_busy	0x40	Il sistema non è riuscito a passare a livello sottostante l'operazione richiesta
mem_overflow	0x41	Buffer overflow
paninfo_error	0x42	Il dispositivo non è parte della rete
no_resp_cyclic	0x43	Acknowledge non ricevuto dopo la trasmissione ciclica (vedi nota 1)
msg_too_long	0x44	Lunghezza massima del messaggio superata
cmd_too_long	0x45	Lunghezza massima del comando superata
system_on	0x46	Il dispositivo è inizializzato
no_brdtd_allowed	0x47	Il broadcast non è permesso
data_error	0x48	Errore nei dati della trasmissione ciclica
lost_set_reset	0x49	Nessuna risposta al comando set/reset pin (vedi nota 1)
lost_short	0x50	Nessuna risposta alla richiesta di short address (vedi nota 1)
lost_update_nwk	0x51	Nessuna risposta all'update network
no_more_devices	0x52	Non è possibile aggiungere dispositivi
device_already_inserted	0x53	Dispositivo già presente
no_dev_added	0x54	Non sono stati aggiunti dispositivi

NOTA 1: ogni volta che viene inviato un messaggio radio per il quale il mittente si aspetta una risposta, nel caso di mancanza della stessa, vengono effettuati tre tentativi a distanza di 800ms l'uno dall'altro. Se, a seguito dei tre tentativi, non viene ricevuta nessuna risposta viene inviato su seriale del mittente un codice di notifica della mancata ricezione. Tale notifica è diversa a seconda del comando inviato (vedi tabella dei codici di terminazione).

Nel caso in cui il destinatario del pacchetto radio sia un router la mancata risposta è imputabile ad un problema sul dispositivo remoto (per esempio spento) o ad una mancata visibilità radio tra mittente e destinatario.

Nel caso invece in cui il destinatario sia un end device la mancata risposta è imputabile, oltre alle cause possibili per il router, anche al fatto che esso sia in power down.

Infatti l'end device, con l'obiettivo del basso consumo, è praticamente sempre in power down e si sveglia ciclicamente ogni intervallo chiamato di Poll Rate (descritta meglio di seguito).

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

Quando è in power down, essendo la parte radio spenta, l'end device non riesce a ricevere pacchetti. Al suo risveglio, ogni poll rate, richiede al router a cui è associato l'eventuale presenza di messaggi a lui indirizzati. Nel caso in cui ci siano messaggi il router provvede ad inoltrarglieli.

Se il messaggio inviato prevede una risposta, a seguito di questo inoltro da parte del router, l'end device provvede a rispondere al mittente.

Per ottenere risposta da un end device è necessario perciò attendere al massimo il tempo di poll rate. Pertanto se si invia un messaggio ad un end device può esserci il caso in cui vengono effettuati dal mittente i tre tentativi, e la relativa notifica di mancata risposta, che però viene ricevuta al risveglio dell'end device.

○ **Tabella dei msgType dei comandi**

Nome	Valore
Generic radio Msg	0x02
Ping Msg	0x04
Ask Extended Add Msg	0x06
Send Cycle	0x08
Get Software Version	0x09
Alarm	0x20
Set/Reset pin	0x21
Getbattery	0x01
GetTemp	0x03
Get Short Address	0x05
Get Extended Address	0x07
Pan Info	0x11
Get ADC Value	0x13
Ask Nwk Address	0x15
Set Keep Alive ack	0x17
Set Poll Rate	0x19
Show key	0x0A

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

○ **Tabella delle tipologie di dispositivi**

Dispositivo	Codice
Coordinatore	0x09
Router	0x07
End Device	0x06
Rejoin End Device	0x04

Tipologia dei comandi implementati

○ **Tabella riassuntiva dei comandi**

Nella tabella sotto indicata sono riassunti tutti i comandi implementati.

Alcuni comandi sono riservati al solo coordinatore mentre altri sono impartibili via seriale anche ai router e agli End Device.

Il comando SNT è l'unico utilizzabile su End Device (oltre al comando di Reset).

Prima di inviare tale comando su End Device è necessario attivare il dispositivo, in quanto esso è praticamente sempre in Power Down, portando bassa la linea PWD.

Sintassi	Comando	Coord	Router	End Dev
CMD:01;	Reset	√	√	√
CMD:02:1234;	Set PanId	√	√	
CMD:03:00:12:4B:00:00:01:02:03;	Add Item	√		
CMD:04;	Start Net	√		
CMD:05:0001:0010;	New Rate	√		
CMD:06:0001;	Start Tx	√		
CMD:07:0B;	Set Channel	√		
CMD:08:0001:00;	Set Keep Alive	√		
CMD:09:796F:FFFF;	Set Poll Rate	√		
CMD:0A:FF;	Lock Net	√		

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

CMD:0B:0001:1;	Set Pin	√	√	
CMD:0C:0001:1;	Reset Pin	√	√	
CMD:0D;	Pan Info	√	√	
CMD:0E:0001;	Ping	√	√	
CMD:0F:0001;	Ask Extended Address	√	√	
CMD:10;	Get Short Address	√	√	
CMD:11;	Get Extended Address	√	√	
CMD:12;	Send Over UART		√	
CMD:13;	Get Software Version	√	√	
CMD:14;	Show Key	√		
CMD:15:0C:03:00;	Get Adc Value		√	
CMD:16;	Get Temperature Value		√	
CMD:17;	Get Battery Value		√	
CMD:18:0001;	Send Battery Value		√	
CMD:19:0001;	Send Temp Value		√	
CMD:1A;	Start Tx		√	
CMD:1B;	Stop Tx		√	
ASA:00:12:4B:00:00:01:02:03;	Ask Short Address	√	√	
SNT:0001:5:34RST;	Send To	√	√	√

○ Associazione di un dispositivo

Alla prima accensione il coordinatore esegue uno scan su tutti i canali disponibili (dall'11 al 26) e crea una rete sul canale ritenuto più libero da disturbi. Tale rete è individuata da un indicativo a 14 bit (PAN ID) uguale ai 14 bit meno significativi del MAC address del coordinatore e modificabile tramite apposito comando.

All'atto della creazione della rete il coordinatore sceglie, con un algoritmo di generazione di numeri random, la chiave a 128 bit di encryption dei dati.

Da questo momento il coordinatore è in attesa di associazioni di dispositivi Aurel. A dispositivi ZigBee non Aurel non viene permesso di associarsi.

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

Alla prima accensione un dispositivo remoto (router o End Device) cerca, su tutti i canali e senza alcun vincolo, una rete a cui associarsi.

Quando un dispositivo si associa ad una rete gli viene assegnato un indirizzo short (16 bit) con il quale vengono indirizzati i pacchetti in rete (il coordinatore ha sempre indirizzo 0x0000).

Tale indirizzo short rimane lo stesso per i router a meno che non venga eseguito un Reset sul dispositivo (vedi sezione "Gestione degli interrupt").

L'End Device cambia invece indirizzo short a seconda del router a cui è associato (chiamato "padre"). Pertanto se l'End Device si muove, uscendo dalla portata radio del suo padre, e si associa ad un nuovo router cambia indirizzo short. Allo stesso modo se il router padre di un End Device viene spento e l'End Device trova un nuovo router a cui associarsi gli viene assegnato un nuovo indirizzo short.

NOTA: l'indirizzo 0xFFFF è l'indirizzo di broadcast all'interno della rete. Un pacchetto inviato con tale indirizzo viene ricevuto da tutti i router della rete. Non viene invece ricevuto dagli end device.

Alcuni dei comandi implementati permettono l'utilizzo dell'indirizzo di broadcast, altri no.

Si consiglia però, soprattutto per i comandi di rete più importanti, di non utilizzare l'indirizzamento broadcast ma di eseguire piuttosto un polling verso tutti i dispositivi. In questo modo infatti si ha la certezza dell'avvenuta risposta o meno da parte del singolo dispositivo.

Quando un dispositivo (router o End Device) si associa alla rete o quando un End Device, facente parte della rete, si riassocia ad un nuovo padre, il coordinatore invia su seriale un messaggio come sotto descritto:

<i>Output del comando su coordinatore</i>
MsgType --> 1 byte <ul style="list-style-type: none">● 0xCC --> Nwk update
Indirizzo a 16bit del nodo --> 2 byte
Indirizzo a 64bit del nodo --> 8 byte
Tipo di dispositivo interrogato --> 1 byte (vedi tabella delle tipologie dei dispositivi)
Punto e virgola --> 1 byte

In caso di problemi di associazione, dovuti per esempio a mancanza di copertura radio, non si ha nessuna notifica sulla seriale del coordinatore.

L'impossibilità di entrare a fare parte di una rete è evidenziata sul nodo remoto tramite la linea OUT R. Dopo avere acceso un dispositivo router o End Device tale linea rimane alta fintanto che il dispositivo non esegue l'associazione.

Dopo aver creato una rete con almeno un dispositivo associato il coordinatore, se spento e riaccessò, mantiene tutti i dati relativi alla rete stessa e non ricrea pertanto una nuova rete con la procedura di scan sopra descritta ma si posiziona nello stesso canale di prima, con lo stesso PAN ID e la stessa chiave e mantiene anche le informazioni dei dispositivi a lui associati.

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

Dopo essersi associato ad una rete, se spento e riacceso, un dispositivo remoto router mantiene memorizzati tutti i dati relativi alla rete in cui si trovava prima dello spegnimento.

Alla riaccensione perciò il router si considera ancora parte di tale rete e non effettua nessuna ulteriore associazione mantenendo perciò il precedente indirizzo short.

Alla riaccensione invece l'end device, pur mantenendo memorizzate le informazioni di PANID, poll rate (vedi CMD:09) e di keep alive on/off (vedi CMD:08), effettua una nuova associazione a seguito della quale gli verrà assegnato l'indirizzo short. Se l'end device quando viene riacceso si trova nella stessa posizione in cui era prima dello spegnimento è molto probabile che si riassoci con lo stesso indirizzo short che aveva prima che venisse spento.

Alla riaccensione rimane sul nodo router, come alla prima accensione, la comunicazione via seriale di system_on (0x46).

L'end device alla riaccensione invia invece via seriale 0x46 0x46.

NOTA:

come precedentemente detto il coordinatore accetta associazioni di soli dispositivi Aurel ma può essere eseguito un ulteriore controllo sul MAC dei dispositivi di cui si può accettare associazione.

Se la rete è sbloccata (per i dettagli vedi CMD:0A) vengono accettate associazioni di qualunque dispositivo Aurel.

Se la rete è bloccata invece vengono accettate associazioni dei soli dispositivi aventi MAC accettabili che devono essere comunicati al coordinatore tramite il comando CMD:03 (vedi dettaglio del comando).

Sono pertanto possibili due procedure di start della rete: o viene sbloccata (di default dopo un reset o una accensione è bloccata) o la si mantiene bloccata e si inseriscono i MAC dei dispositivi autorizzati.

Ogni volta che il coordinatore viene spento e riacceso è necessario eseguire una delle procedure di start della rete sopra descritte.

- **Comandi riservati al Coordinatore**

- **Funzioni di Rete**

Questa sezione elenca e descrive tutte le funzioni necessarie alla caratterizzazione e alla gestione della rete.

- **CMD:09:addr:rate;**

Descrizione: imposta la nuova poll rate dell'end device indirizzato.

La *Poll Rate* è il tempo con il quale l'end device, che come condizione normale è in power down, si sveglia e verifica la presenza del router suo padre e se vi sono pacchetti per lui.

In particolare ad ogni risveglio da power down l'end device invia una richiesta verso il suo padre. Se il suo padre ha memorizzati messaggi per lui glieli trasmette, in caso contrario l'end device torna immediatamente in power down.

Se l'ED al risveglio non riceve risposta dal suo padre al successivo risveglio ritenta ed in caso ancora negativo diventa "orfano" e ricerca un nuovo padre a cui associarsi (vedi CMD:08).

La poll rate è impostabile da 100ms a 65535ms nel caso in cui il Keep Alive non sia stato attivato, da 200msec a 65535ms nel caso di Keep Alive attivo.

Di default è pari a 20 secondi.

NOTA: pur essendo la poll rate settabile anche a valori molto bassi (100/200msec) si consiglia, per ottenere il basso consumo, di settare valori più alti di poll rate.

Infatti con valori inferiori a 500 msec l'end device è praticamente sempre acceso e come consumi risulta equivalente ad un router.

NOTA: il router padre tiene memoria di un solo messaggio per end device per ogni poll rate. E' pertanto possibile inviare un solo pacchetto per tempo di poll rate ad un end device.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Addr:</i> short address a 16bit del nodo end device a cui si intende inviare il comando.	<i>Addr</i> --> 4 byte indicanti, in caratteri ASCII, l'indirizzo del nodo destinatario .	<i>codice di terminazione</i> --> 1 byte <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato ● 0x47 --> broadcast non possibile
<i>Rate:</i> nuovo valore della poll rate.	<i>rate</i> -> 4 byte indicanti, in caratteri ASCII, il valore esadecimale dei msec della poll rate da impostare	<i>punto e virgola</i> --> 1 byte

Esempio:

CMD:09:796f:2710;

setta a 10 secondi (10000 millisecondi) la poll rate dell'End Device avente indirizzo short 796f .

In caso di corretta ricezione il dispositivo remoto spedisce la conferma al nodo sorgente, il quale scriverà su seriale:

<i>Output del comando su nodo locale</i>
<i>MsgType --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none">● <i>0x19 --> set poll rate</i>
<i>tipo di dispositivo --> 1 byte</i>
<i>indirizzo a 16bit del nodo remoto --> 2 byte</i>
<i>punto e virgola --> 1 byte</i>

- **CMD:08:addr:stato;**

Descrizione: attiva o disattiva la funzione di “keep alive” del dispositivo indirizzato.

Quando la funzione di “keep alive” è attiva il router trasmette un pacchetto (trasparente all'utente) ogni 20 secondi verso il coordinatore attendendosi una risposta. Quando non riceve sei risposte consecutive dal coordinatore esegue un Half Reset (vedi sezione “Gestione degli interrupt”) e tenta perciò una riassociazione ad una rete con lo stesso PANID di quella a cui apparteneva eseguendo anche uno scan su tutti i canali.

Se il keep alive sul router non è attivo esso non esegue nessuna attività radio, se non forzata a livello applicativo, e pertanto non può accorgersi della presenza o meno del coordinatore.

Attivando la funzione di “keep alive” su un End Device esso dopo due cicli di poll rate (vedi CMD:09) nei quali il dispositivo non trova il suo “padre” esegue un Half Reset (vedi sezione “Gestione degli interrupt”) cercando una nuova associazione alla stessa rete ma effettuando uno scan su tutti i canali.

Se il keep alive sull'End Device non è attivo esso, dopo due cicli di poll rate nei quali non trova il suo padre, cerca un nuovo router a cui associarsi e tale ricerca avviene sulla stessa rete e sullo stesso canale in cui si trova l'End device.

Il keep alive attivo è perciò indispensabile su tutti i dispositivi per ottenere un cambio automatico di canale della rete.

Se non viene attivato e si esegue un reset o un cambio di canale sul coordinatore, affinché il dispositivo si riassoci alla nuova rete creata dal coordinatore, è necessario effettuare localmente sul nodo remoto un Half Reset.

Parametri	Tipo di parametri	Output del comando
<p><i>Addr</i>: short address a 16bit del nodo a cui si intende inviare il comando.</p> <p><i>On/Off</i>: stato che si desidera impostare.</p> <p><i>0x00</i> --> keep alive disattivo</p> <p><i>0xFF</i> --> keep alive attivo</p>	<p><i>Addr</i> --> 4 byte indicanti, in caratteri ASCII, l'indirizzo short del nodo destinatario.</p> <p><i>On/Off</i> --> 1byte</p>	<p><i>codice di terminazione</i> --> 1 byte</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato <p><i>punto e virgola</i> --> 1 byte</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x34 --> no response ● 0x40 --> system busy <p><i>punto e virgola</i> --> 1 byte</p>

Esempio:

CDM:08:0001:00;

Disattiva la funzione di "keep alive" sul dispositivo di indirizzo short 0x0001.

In caso di corretta ricezione il dispositivo remoto spedisce al nodo sorgente la conferma, il quale scriverà su seriale:

<i>Output del comando su nodo locale</i>
<p><i>MsgType</i> --> 1 byte</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x17 --> set keep alive ack <p><i>indirizzo a 16bit del nodo remoto</i> --> 2 byte</p> <p><i>punto e virgola</i> --> 1 byte</p>

- **CMD:05:addr:rate;**

Descrizione: imposta la nuova rate per la trasmissione ciclica (CMD:06) da end device o da router verso il coordinatore.

Ogni volta che si intende attivare una trasmissione ciclica dello stato degli I/O del dispositivo remoto verso il coordinatore settare la rate di trasmissione con questo comando e poi attivare la trasmissione con il comando CMD:06.

Per terminare la trasmissione ciclica settare rate pari a zero (CMD:05:addr:0000).

Il valore massimo impostabile è 60 minuti (3C00).

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

Il valore di default è 10 secondi.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Addr</i> : short address a 16bit del nodo a cui si intende inviare il comando. <i>Rate</i> --> rate di attività ciclica in minuti (due byte) e secondi (due byte)	<i>Addr</i> --> 4 byte indicanti, in caratteri ASCII, l'indirizzo del nodo destinatario . <i>Minuti(in esadecimale)</i> -> 2 byte <i>Secondi(in esadecimale)</i> -> 2 byte	<i>codice di terminazione</i> --> 1 byte <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato ● 0x47 --> broadcast non possibile <i>punto e virgola</i> --> 1 byte

Esempio:

CMD:05:0001:0A1E;

setta la rate di trasmissione ciclica a 10 minuti (0A) e 30 secondi (1E).

- **CMD:03:MAC addr;**

Descrizione: inserisce l'indirizzo MAC del dispositivo autorizzato a poter far parte della rete.

Quando la rete è bloccata (vedi comando CMD:0A) il coordinatore accetta la sola associazione di dispositivi aventi MAC address autorizzati.

Tale autorizzazione avviene tramite l'invio sul coordinatore di una serie di comandi CMD:03 contenenti come parametro i MAC accettabili per la rete.

Il numero massimo di dispositivi associabili è 200.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>MAC addr</i> : MAC address (64 bit) del nodo che viene autorizzato a poter far parte della rete.	<i>MAC addr</i> --> 16 byte indicanti, in caratteri ASCII, l'indirizzo del nodo destinatario .	<i>codice di terminazione</i> --> 1 byte <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato ● 0x52 --> no more devices ● 0x53 --> dispositivo già presente <i>punto e virgola</i> --> 1 byte

N.B. Il parametro deve essere inviato come 8 valori da 2 byte separati dai ":" come da esempio:

CMD:03:00:12:4B:00:56:ED:12:09;

L'elenco dei MAC autorizzati a poter far parte della rete deve essere inviato al coordinatore dopo ogni riaccensione e dopo ogni reset (anche per cambio di canale).

In seguito è necessario attivare la rete con il comando CMD:04;

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

- **CMD:07:channel;**

Descrizione: imposta il nuovo canale su cui instaurare la rete.

Dopo l'invio di tale comando il coordinatore esegue un Full Reset (vedi sezione "Gestione degli interrupt") e crea una nuova rete sul canale indicato.

Se il parametro "channel" è impostato a 1B viene eseguito uno scan su tutti i canali e la nuova rete viene creata su quello ritenuto più libero da disturbi.

A seguito di questo comando deve essere eseguito un reset anche su tutti i dispositivi remoti. Questo avviene in automatico se è stato attivato su di essi il keep alive.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Channel:</i> canale su cui instaurare la nuova rete	<i>Channel</i> -> 2 byte indicanti, in caratteri ASCII, il valore esadecimale del canale. I canali disponibili vanno dall'11(0x0B) al 26 (0x1A). Inserendo 1B (0x27) viene impostato lo scan dei canali.	<i>codice di terminazione</i> --> 1 byte <ul style="list-style-type: none"> ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato <p><i>punto e virgola</i> --> 1 byte</p>

Esempio:

CMD:07:0C;

esegue un Full reset sul coordinatore che crea la nuova rete (con lo stesso PAN ID della precedente) sul canale 12 (0x0C).

- **CMD:04;**

Descrizione: start della rete.

Quando il coordinatore viene alimentato o resettato, dopo l'eventuale creazione della rete, disattiva la parte radio e per attivarla è necessario inviare questo comando che deve essere inviato a seguito di almeno un comando CMD:03. In caso contrario il comando non viene accettato (errore 0x54).

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Non è richiesto nessun parametro</i>		<i>codice di terminazione</i> --> 1 byte <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x33 --> numero di parametri errato ● 0x54 --> non è stato inviato nessun comando CMD:03. <p><i>punto e virgola</i> --> 1 byte</p>

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

- **CMD:0A:stato;**

Descrizione: abilita o disabilita la possibilità per il coordinatore di accettare qualunque associazione di dispositivi Aurel alla rete.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<p><i>Stato</i> : stato che si desidera impostare.</p> <p><i>00</i> --> nessun dispositivo può associarsi alla rete (eccetto quelli aventi MAC autorizzato con CMD:03).</p> <p><i>FF</i> --> qualunque dispositivo Aurel può associarsi alla rete.</p>	<p><i>Stato</i>--> 1byte</p>	<p><i>codice di terminazione</i> --> 1 byte</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato ● 0x40 --> system busy <p><i>punto e virgola</i> --> 1 byte</p>

Esempio:

CMD:0A:FF;

permette al coordinatore di accettare associazioni da parte di tutti i dispositivi Aurel.

- **CMD:14;**

Descrizione: restituisce la chiave di encryption a 128 bit installata sul dispositivo.

La rete utilizza una chiave a 128 bit per la codifica dei dati. Tale chiave viene scelta, con un algoritmo di generazione di numeri random, dal coordinatore e comunicata ai dispositivi remoti all'atto dell'associazione.

La chiave viene modificata dal coordinatore ad ogni reset mentre viene mantenuta nel caso di spegnimento.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<p><i>Il presente comando non necessita di parametri in ingresso</i></p>		<p><i>codice di terminazione</i> --> 1 byte</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato <p><i>Punto e virgola</i> --> 1 byte</p> <p><i>MsgType</i> --> 1 byte</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x0A--> Show key <p><i>chiave 128 bit</i> --> 16 byte indicanti la chiave a 128 bit.</p> <p><i>punto e virgola</i> --> 1 byte</p>

○ **Sezione Radio**

● **CMD:06:addr;**

Descrizione: avvia la trasmissione ciclica dei dati campionati da parte del dispositivo con indirizzo short specificato verso il coordinatore.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Addr:</i> indirizzo a 16 bit del nodo a cui si intende inoltrare la richiesta.	<i>addr</i> --> 4 byte indicanti, in caratteri ASCII, l'indirizzo del nodo destinatario.	<i>codice di terminazione</i> --> 1 byte <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato ● 0x40 --> system busy ● 0x47 --> broadcast non consentito ● 0x37 --> nessuna risposta al comando Start TX <i>punto e virgola</i> --> 1 byte

Esempio:

CMD:06:0001;

attiva la trasmissione ciclica sul dispositivo di indirizzo short 0x0001.

Nel caso in cui il dispositivo indirizzato sia un router esso scriverà su seriale:

<i>Output del comando remoto</i>
<i>codice di terminazione</i> --> 1 byte <ul style="list-style-type: none"> ● 0x39 --> StartCyclicTx (ricezione della start ciclica) <i>punto e virgola</i> --> 1 byte

A seguito del comando eseguito verrà attivata la trasmissione ciclica da parte del dispositivo indirizzato. In dettaglio verranno inviati i seguenti dati al coordinatore:

<i>Output del comando su coordinatore</i>	
<p><u>In caso di corretta ricezione dei dati:</u> <i>MsgType --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● <i>0x08 --> send cycle</i> <i>Address sorgente--> 2 byte</i> <i>valore della batteria in millivolt --> 2 byte</i> <i>valore della temperatura (che va convertito applicando la formula 1) --> 2 byte</i> <i>valore dell'ADC1,res=max,ref=1,25 --> 2 byte</i> <i>valore dell'ADC2,res=max,ref=1,25 --> 2 byte</i> <i>valore dell'ADC3,res=max,ref=1,25 --> 2 byte</i> <i>valore dell'ADC4,res=max,ref=1,25 --> 2 byte</i> <i>stato degli I/O digitali (vedi Nota) --> 1 byte</i></p> <p><i>punto e virgola --> 1 byte</i></p>	<p><u>In caso di errata ricezione dei dati inserisce in coda:</u> <i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● <i>0x48 --> data error</i> <i>punto e virgola --> 1 byte</i></p>

NOTA: i 5 bit meno significativi indicano lo stato delle uscite (rispettivamente OUT R., OUT 1, OUT 2, OUT 3 e OUT 4), i restanti tre bit indicano lo stato degli ingressi (rispettivamente IN 1, IN 2, IN 3)

Formula 1:

```
CONST = 0.61065
OFFSET = 779.75
TEMP_COEFF 2.43
```

$$temperatura = ((outputVoltage \times CONST) - OFFSET) / TEMP_COEFF$$

dove OutputVoltage è la lettura dell'ADC.

In caso di corretta ricezione dei dati il coordinatore invia al dispositivo la rate con la quale dovrà continuare a trasmettere (default=10 secondi).

- **Comandi riservati al Coordinatore ed al Router**

- *Funzioni di Rete*

Questa sezione elenca e descrive tutte le funzioni necessarie alla caratterizzazione e alla gestione della rete.

- **CMD:02:PanId;**

Descrizione: imposta la PAN ID della rete.

Inviando questo comando al coordinatore esso esegue un reset e crea una nuova rete con il PAN ID impostato eseguendo anche uno scan su tutti i canali.

Inviando il comando ad un router esso esegue un Half Reset (vedi sezione "Gestione degli interrupt") a seguito del quale cerca di associarsi ad una rete avente il PAN ID impostato, eseguendo anche uno scan su tutti i canali.

Il valore di default del PANID su coordinatore è dato dai 14 bit meno significativi del suo MAC.

Il valore di default su router è 0xFFFF (broadcast) ovvero esso tenta di associarsi ad una rete con qualsiasi PAN ID.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>PanId: numero della PAN ID da impostare</i>	<i>PanId -> 4 byte indicanti, in caratteri ASCII, il valore esadecimale del PAN ID da impostare. Nota: valori accettabili da 0000 a 3FFF.</i>	<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

Esempio:

CMD:02:0513;

imposta il PAN ID al valore 0x0513.

- **CMD:0D;**

Descrizione: restituisce informazioni sulla rete a cui il nodo è associato:

- canale fisico sul quale si è instaurata la rete (canali possibili da 11 a 26)
- identificativo della stessa (PAN ID).

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Non è richiesto nessun parametro</i>		<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x33 --> numero di parametri errato ● 0x42 --> il dispositivo non è parte della rete <i>Punto e virgola --> 1 byte</i> <i>MsgType --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x11 --> Pan info <i>Canale su cui è instaurata la rete --> 1 byte</i> <i>Identificativo della rete (PAN ID) --> 2 byte</i> <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

- **CMD:0E:addr;**

Descrizione: inoltra la richiesta di Ping al nodo con indirizzo short specificato come parametro.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Addr --> indirizzo a 16bit del nodo a cui si intende inviare il comando.</i>	<i>Addr --> 4 byte indicanti, in caratteri ASCII, il valore esadecimale dell'indirizzo del nodo destinatario.</i>	<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato ● 0x35 --> lost ping ● 0x40 --> system busy <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

Esempio:

CMD:0e:0001;

invia la richiesta di PING al router di indirizzo short 0x0001.

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

In caso di corretta ricezione il dispositivo remoto spedirà al nodo sorgente la conferma, il quale scriverà su seriale:

<i>Output del comando su nodo locale</i>
<i>MsgType --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x04 --> ping msg <i>LQI --> 1 byte</i> <i>indirizzo a 16bit del nodo remoto --> 2 byte</i> <i>tipo di dispositivo interrogato --> 1 byte</i> <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

LQI: Link Quality Indicator. Valori tra 100 e 200 sono indicatori di un buon link radio.

- **CMD:0F:addr;**

Descrizione: inoltra la richiesta di identificazione del MAC address ad un nodo della rete, tramite il suo indirizzo short.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Addr --> indirizzo a 16bit del nodo a cui si intende inviare il comando. Tutti i parametri a 16bit sono validi</i> <i>ffff --> indirizzo di broadcast</i>	<i>Addr --> 4 byte indicanti, in caratteri ASCII, il valore esadecimale dell'indirizzo del nodo destinatario.</i>	<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato ● 0x36 --> lost IEEE ● 0x40 --> system busy <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

Esempio:

CMD:0F:0001;

richiede l'indirizzo MAC al router di indirizzo short 0x0001.

In caso di corretta ricezione il dispositivo remoto spedisce al nodo sorgente la conferma, il quale invia su seriale:

<i>Output del comando su nodo locale</i>
<i>MsgType --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x06 --> Ask extended address msg <i>IEEE a 64bit del nodo remoto --> 8 byte</i> <i>Indirizzo a 16 bit del nodo remoto --> 2 byte</i> <i>Tipo di dispositivo interrogato --> 1 byte</i> <i>Punto e virgola --> 1 byte</i>

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

- **ASA:MACaddr;**

Descrizione: inoltra la richiesta di identificazione dello short address ad un nodo della rete, tramite il suo indirizzo MAC.

Questo comando è utile perché tutti i pacchetti nella rete vengono indirizzati tramite indirizzo short. Pertanto se si conosce l'indirizzo MAC di un dispositivo per potergli inviare un pacchetto è necessario prima risalire all'indirizzo short che gli è stato assegnato dalla rete.

Si noti come l'indirizzo short di un router, una volta che gli viene assegnato all'atto dell'associazione, non subisce modifiche.

L'end device invece cambia il suo indirizzo short quando modifica il "padre" a cui è associato, per esempio in caso di mobilità.

NOTA: il nodo End Device se non è attivo (ovvero se è in power down) non può rispondere a tale richiesta.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
MACaddr --> indirizzo a 64bit del nodo a cui si intende inviare il comando.	MACaddr --> 16 byte indicanti, in caratteri ASCII, l'indirizzo MAC del nodo destinatario (8 parametri da 2 byte separati dai ":")	<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato ● 0x50 --> lost short ● 0x40 --> system busy <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

Esempio:

ASA:00:14:5C:8F:4E:67:29:F5;

richiede al dispositivo remoto di indirizzo MAC 0x00145C8F4E6729F5 il suo indirizzo short.

In caso di corretta ricezione il dispositivo remoto spedisce al nodo sorgente la conferma, il quale scriverà su seriale:

<i>Output del comando su nodo locale</i>
<i>MsgType --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x15 --> Ask short address msg <i>Indirizzo a 16 bit del nodo remoto --> 2 byte</i> <i>tipo di dispositivo interrogato --> 1 byte</i> <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

- **CMD:10;**

Descrizione: restituisce l'indirizzo short del nodo locale.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Non è richiesto nessun parametro</i>		<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x33 --> numero di parametri errato <i>punto e virgola --> 1 byte</i> <i>MsgType --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x05--> get short address <i>indirizzo a 16bit --> 2 byte</i> <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

- **CMD:11;**

Descrizione: restituisce l'indirizzo MAC del nodo.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Non è richiesto nessun parametro</i>		<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x33 --> numero di parametri errato <i>punto e virgola --> 1 byte</i> <i>MsgType --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x07--> get extended address <i>indirizzo a 64bit --> 8 byte</i> <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

○ *Comunicazione seriale / Interfacciamento*

• **CMD:0B:addr:#out;**

Descrizione: setta al valore uno l'uscita digitale OUT '#out' del dispositivo di indirizzo short "addr".

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Addr</i> --> indirizzo a 16bit del nodo a cui si intende inviare il comando. <i>#out</i> --> uscita che si desidera settare. I valori ammissibili sono compresi nell'intervallo [1-4]	<i>Addr</i> --> 4 byte indicanti, in caratteri ASCII, il valore esadecimale dell'indirizzo del nodo destinatario. <i>#out</i> --> 1 byte indicante, in caratteri ASCII, il numero dell'uscita che si intende settare.	<i>codice di terminazione</i> --> 1 byte <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato ● 0x40 --> system busy ● 0x49 --> lost set reset <i>punto e virgola</i> --> 1 byte

Esempio:

CMD:0B:0001:1;

setta al valore uno la porta OUT 1 del dispositivo di indirizzo short 0x0001.

In caso di corretta ricezione il dispositivo remoto spedisce al nodo sorgente la conferma, il quale scriverà su seriale:

<i>Output del comando su nodo locale</i>
<i>MsgType</i> --> 1 byte <ul style="list-style-type: none"> ● 0x21 --> set/reset pin <i>indirizzo a 16bit del nodo remoto</i> --> 2 byte <i>punto e virgola</i> --> 1 byte

- **CMD:0C:addr:#out;**

Descrizione: setta al valore zero l'uscita digitale OUT '#out' del dispositivo di indirizzo short "addr".

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<p><i>Addr</i> --> indirizzo a 16bit del nodo a cui si intende inviare il comando.</p> <p><i>#out</i> --> uscita che si desidera resettare.</p> <p>I valori ammissibili sono compresi nell'intervallo [1-4]</p>	<p><i>Addr</i> --> 4 byte indicanti, in caratteri ASCII, il valore esadecimale dell'indirizzo del nodo destinatario.</p> <p><i>#out</i> --> 1 byte indicante, in caratteri ASCII, il numero dell'uscita che si intende resettare.</p>	<p><i>codice di terminazione</i> --> 1 byte</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato ● 0x40 --> system busy ● 0x49 --> lost set reset <p><i>punto e virgola</i> --> 1 byte</p>

Esempio:

CMD:0C:143E:2;

setta al valore zero la porta OUT 2 del dispositivo di indirizzo short 0x143E.

In caso di corretta ricezione il dispositivo remoto spedisce al nodo sorgente la conferma, il quale scriverà su seriale:

<i>Output del comando su nodo locale</i>
<p><i>MsgType</i> --> 1 byte</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x21 --> set/reset pin <p><i>indirizzo a 16bit del nodo remoto</i> --> 2 byte</p> <p><i>punto e virgola</i> --> 1 byte</p>

- **CMD:13;**

Descrizione: restituisce la versione del firmware installata sul dispositivo.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Il presente comando non necessita di parametri in ingresso</i>		<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato <i>punto e virgola --> 1 byte</i> <i>MsgType --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x09--> get software version <i>versione del sw --> 3 byte</i> <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

Comandi riservati al Router

○ Sezione Radio

- **CMD:18:addr;**

Descrizione: invia via radio all'indirizzo short specificato il valore di tensione della batteria. Il comando va eseguito in seguito al CMD:17; che esegue la lettura dello stato della batteria.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Addr --> indirizzo a 16bit del nodo a cui si intende inviare il messaggio.</i>	<i>Addr --> 4 byte indicanti, in caratteri ASCII, il valore esadecimale dell'indirizzo del nodo destinatario.</i>	<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato ● 0x34 --> no response ● 0x38 --> ack received ● 0x40 --> system busy <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

Esempio:

CMD:17;

acquisisce lo stato della batteria e lo memorizza nel buffer interno del modulo.

CMD:18:287b;

invia lo stato batteria al dispositivo di indirizzo short 0x287b.

Il dispositivo indirizzato scriverà su seriale:

<i>Output del comando remoto</i>	
<u><i>In caso di corretta ricezione dei dati:</i></u> <i>MsgType --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x01 --> Get Battery <i>Address sorgente--> 2 byte</i> <i>Dati ricevuti --> 2 byte (V in millivolt)</i> <i>punto e virgola --> 1 byte</i>	<u><i>In caso di errata ricezione dei dati:</i></u> <i>MsgType --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x48 --> data error <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

In caso di corretta ricezione il dispositivo remoto spedisce al nodo sorgente la conferma. Tale conferma è visualizzata su seriale con 0x38 --> ack received.

- **CMD:19:addr;**

Descrizione: invia via radio all'indirizzo short specificato il valore di temperatura a bordo del chip. Il comando va eseguito in seguito al CMD:16; che esegue la lettura della temperatura.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Addr</i> --> indirizzo a 16bit del nodo a cui si intende inviare il messaggio. <i>ffff</i> --> indirizzo di broadcast	<i>Addr</i> --> 4 byte indicanti, in caratteri ASCII, il valore esadecimale dell'indirizzo del nodo destinatario.	<i>codice di terminazione</i> --> 1 byte <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato ● 0x34 --> no response ● 0x38 --> ack received ● 0x40 --> system busy <i>punto e virgola</i> --> 1 byte

Esempio:

CMD:16;
 acquisisce il valore della batteria e lo memorizza nel buffer interno del modulo.

CMD:19:0001;
 invia la lettura della batteria al dispositivo di indirizzo short 0x0001.

Il dispositivo indirizzato scriverà su seriale:

<i>Output del comando remoto</i>	
<u><i>In caso di corretta ricezione dei dati:</i></u> <i>MsgType</i> --> 1 byte <ul style="list-style-type: none"> ● 0x03 --> Get Temp <i>Address sorgente</i> --> 2 byte <i>Dati ricevuti</i> --> 2 byte (da convertire utilizzando la Formula 1) <i>punto e virgola</i> --> 1 byte	<u><i>In caso di errata ricezione dei dati:</i></u> <i>MsgType</i> --> 1 byte <ul style="list-style-type: none"> ● 0x48 --> data error <i>punto e virgola</i> --> 1 byte

In caso di corretta ricezione il dispositivo remoto spedisce al nodo sorgente la conferma. Tale conferma è visualizzata su seriale con 0x38 --> ack received.

- **CMD:1A;**

Descrizione: avvia la trasmissione ciclica dei dati campionati da parte del dispositivo verso il coordinatore. Comando analogo al CMD:06; però impartito via seriale sul nodo locale piuttosto che in remoto da coordinatore.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Il presente comando non necessita di parametri in ingresso.</i>		<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x33 --> numero di parametri errato ● 0x40 --> system busy <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

A seguito del comando eseguito verrà attivata la trasmissione ciclica da parte del dispositivo. In dettaglio verranno inviati i seguenti dati al coordinatore:

<i>Output del comando su coordinatore</i>	
<u>In caso di corretta ricezione dei dati:</u> <i>MsgType --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x08 --> send cycle <i>Address sorgente--> 2 byte</i> <i>valore della batteria in millivolt --> 2 byte</i> <i>valore della temperatura (che va convertito applicando la formula 1) --> 2 byte</i> <i>valore dell'ADC1,res=max,ref=1,25 --> 2 byte</i> <i>valore dell'ADC2,res=max,ref=1,25 --> 2 byte</i> <i>valore dell'ADC3,res=max,ref=1,25 --> 2 byte</i> <i>valore dell'ADC4,res=max,ref=1,25 --> 2 byte</i> <i>stato degli I/O digitali --> 1 byte</i> <i>punto e virgola --> 1 byte</i>	<u>In caso di errata ricezione dei dati inserisce in coda:</u> <i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x48 --> data error <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

In caso di corretta ricezione dei dati il coordinatore manda al dispositivo la rate con la quale dovrà continuare a trasmettere (default=10 secondi).

- **CMD:1B;**

Descrizione: arresta la trasmissione ciclica dei dati campionati da parte del dispositivo.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Il presente comando non necessita di parametri in ingresso</i>		<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x33 --> numero di parametri errato <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

- **Comunicazione Seriale / Interfacciamento**

- **CMD:12;**

Descrizione: invia su seriale i dati presenti nel buffer interno del modulo (4 byte).

Questo comando deve essere utilizzato dopo uno dei seguenti comandi: CMD:15; , CMD:16; , CMD:17;.

Infatti tali comandi eseguono una conversione ADC e memorizzano il dato campionato nel buffer. Per inviare il campionamento su seriale si utilizza poi il comando CMD:12;

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Non è richiesto nessun parametro</i>		<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato <i>punto e virgola --> 1 byte</i> <i>dati --> 4 byte memorizzati nel buffer</i>

NOTA: il buffer utilizzato è condiviso anche da altri comandi; per questo, nel caso in cui si intenda inviare il risultato di una conversione via seriale o via radio, è necessario fare seguire immediatamente alla conversione il comando di invio.

- **CMD:15:channel:resolution:reference;**

Descrizione: esegue la conversione ADC secondo i parametri indicati.

In particolare viene impostato il canale ADC su cui eseguire la conversione, la risoluzione con la quale viene eseguita la stessa e il riferimento per la lettura.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<p><i>Channel</i> : canale sul quale eseguire la conversione:</p> <p>00 --> ADC 1 01 --> ADC 2 02 --> <u>vietato: riservato all'UART</u> 03 --> <u>vietato: riservato all'UART</u> 04 --> <u>vietato: riservato all'UART</u> 05 --> <u>vietato: riservato all'UART</u> 06 --> ADC 3 07 --> ADC 4 08 --> ingresso differenziale ADC1 – ADC2 09 --> <u>vietato</u> 0a --> <u>vietato</u> 0b --> ingresso differenziale ADC3 – ADC4 0c --> GND 0e --> Temperature Sensor 0f --> VDD/3</p> <p><i>Resolution</i> --> risoluzione della conversione</p> <p>0 --> 8 bit di risoluzione 1 --> 10 bit di risoluzione 2 --> 12 bit di risoluzione 3 --> 14 bit di risoluzione</p> <p><i>Reference</i> --> riferimento di tensione</p> <p>0 --> riferimento di tensione costante pari a 1,25V 1 --> ADC3 2 --> tensione di alimentazione AVDD 3 --> tensione di riferimento differenziale tra i pin ADC3 e ADC4</p>	<p><i>channel</i> --> 2byte <i>resolution</i> --> 2byte <i>reference</i> --> 2byte</p>	<p><i>codice di terminazione</i> --> 1 byte</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato

La lettura viene fornita in notazione a complemento a due.

In caso di corretta esecuzione il dato campionato è pronto nel buffer di uscita per essere inviato via seriale o via radio.

In ogni caso il dato è rappresentato da 2 byte seguiti dal punto e virgola, anche nel caso di campionamento con risoluzione a 8 bit.

N.B. Il primo byte del buffer di uscita contiene il *MsgType di 1 byte* quindi i byte da trasmettere sono in totale quattro.

NOTA: Il buffer su cui viene scritto il risultato della conversione è condiviso anche per la scrittura del risultato di altri comandi; per questo, nell'eventualità si volesse inviare il risultato della conversione via seriale o via radio è necessario fare seguire immediatamente alla conversione il comando di invio.

- **CMD:16;**

Descrizione: esegue la lettura della temperatura settando automaticamente i parametri necessari alla conversione del valore fornito dal sensore di temperatura installato a bordo del chip.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Il presente comando non necessita di parametri in ingresso</i>		<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato

In caso di corretta esecuzione il dato campionato è pronto nel buffer di uscita per essere inviato via seriale o via radio.

N.B. Il primo byte del buffer di uscita contiene il *MsgType di 1 byte* quindi i byte da trasmettere sono in totale quattro.

NOTA: Il buffer su cui viene scritto il risultato della conversione è condiviso anche per la scrittura del risultato di altri comandi; per questo, nell'eventualità si volesse inviare il risultato della conversione via seriale o via radio è necessario fare seguire immediatamente alla conversione il comando di invio.

- **CMD:17;**

Descrizione: esegue la lettura della batteria settando automaticamente i parametri necessari alla conversione del valore della tensione di alimentazione.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Il presente comando non necessita di parametri in ingresso</i>		<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. La AUREL S.p.A non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

In caso di corretta esecuzione il dato campionato è pronto nel buffer di uscita per essere inviato via collegamento seriale o via radio.

N.B. Il primo byte del buffer di uscita contiene il *MsgType di 1 byte* quindi i byte da trasmettere sono in totale quattro.

NOTA: il buffer su cui viene scritto il risultato della conversione è condiviso anche per la scrittura del risultato di altri comandi; per questo, nell'eventualità si volesse inviare il risultato della conversione via seriale o via radio è necessario fare seguire immediatamente alla conversione il comando di invio.

- **Comandi presenti su tutti i dispositivi**

- *Funzioni di Rete*

- **CMD:01;**

Descrizione: esegue un Full Reset del dispositivo.

Se il comando viene inviato al coordinatore esso cancella tutte le informazioni relative alla precedente rete, esegue uno scan su tutti i canali e crea una nuova rete sul canale ritenuto più libero da disturbi radio.

Se il comando viene inviato ad un router o ad un end device viene eseguito un Full Reset sul dispositivo (vedi descrizione nella sezione "Gestione degli interrupt").

Se viene eseguito un reset sul coordinatore è necessario eseguirlo anche su tutti i dispositivi remoti che fanno parte della rete in quanto il coordinatore ha sicuramente cambiato la chiave di encryption a 128 bit e potrebbe anche aver scelto un canale diverso da quello in cui era presente la precedente rete.

Se il keep alive è attivo su tutti i dispositivi della rete essi si resettano in automatico a seguito del reset del coordinatore, in caso contrario è necessario eseguire manualmente un reset su tutti i device remoti.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Non è richiesto nessun parametro</i>		<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x33 --> numero di parametri errato <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

Il dispositivo dopo aver effettuato il reset ed essersi successivamente inizializzato invia su seriale 0x46 (system on).

- **Sezione Radio**
 - **SNT:addr:#byte:dati;**

Descrizione: spedisce via radio all'indirizzo specificato i dati accodati ai parametri.

<i>Parametri</i>	<i>Tipo di parametri</i>	<i>Output del comando</i>
<i>Addr --> indirizzo a 16bit del nodo a cui si intende inviare il pacchetto.</i> <i>#byte --> numero di byte da trasmettere (limitato ad 80 byte per l'invio verso router o coordinatore e a 46 byte per l'invio verso ED)</i> <i>Data --> dati da trasmettere</i>	<i>Addr --> 4 byte indicanti, in caratteri ASCII, il valore esadecimale dell'indirizzo del nodo destinatario.</i> <i>#byte --> 2 byte indicanti, in caratteri ASCII, il valore esadecimale dei byte da inviare</i> <i>Dati --> dati da trasmettere</i>	<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x30 --> no_error ● 0x32 --> errore nei parametri ● 0x33 --> numero di parametri errato ● 0x34 --> no response ● 0x38 --> ack received ● 0x40 --> system busy <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

Esempio:

SNT:143E:14:0123456789abcdefghil;

invia al dispositivo di indirizzo short 0x143E i 20 byte immessi nel campo dati.

Il dispositivo indirizzato scriverà su seriale:

<i>Output del comando remoto</i>	
<u><i>In caso di corretta ricezione dei dati:</i></u> <i>MsgType --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x02 --> Generic Radio Msg <i>Address sorgente--> 2 byte</i> <i>Lunghezza dei dati --> 1 byte</i> <i>Dati ricevuti --> #byte</i> <i>punto e virgola --> 1 byte</i>	<u><i>In caso di errata ricezione dei dati:</i></u> <i>MsgType --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x02 --> Generic Radio Msg <i>Address sorgente--> 2 byte</i> <i>Lunghezza dei dati --> 1 byte</i> <i>Dati ricevuti --> #byte</i> <i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x48 --> data error <i>punto e virgola --> 1 byte</i>

In caso di corretta ricezione il dispositivo remoto spedisce al nodo sorgente la conferma. Tale conferma è visualizzata su seriale con 0x38 --> ack received.

Gestione degli interrupt

Vengono gestite, tramite interrupt, le seguenti porte di ingresso dei dispositivi:

RESET: reset del dispositivo

INTERRUPT: send alarm

PWD: attiva/disattiva il power saving su end device

- **RESET**

Su router l'interrupt gestisce due diversi tipi di reset.

Se la linea, normalmente alta, viene forzata bassa per un tempo inferiore ad un secondo viene eseguito un HALF RESET: vengono cancellati tutti i parametri di rete del dispositivo ad eccezione del PAN ID della rete a cui era associato (nel caso in cui il dispositivo facesse parte di una rete) e dello stato del keep alive. Esso pertanto tenta di riassociarsi alla rete a cui apparteneva (stesso PAN ID).

Se la linea viene forzata bassa per un tempo superiore a tre secondi viene eseguito un FULL RESET: vengono cancellati tutti i parametri di rete del dispositivo il quale tenta di riassociarsi ad una qualunque rete come se fosse la prima volta.

Su dispositivo end device la forzatura bassa della linea permette solo l'attivazione dell'HALF RESET.

- **INTERRUPT**

La forzatura della linea bassa genera l'invio di un segnale di allarme dal dispositivo verso il coordinatore. In dettaglio viene inviato al coordinatore un messaggio contenente:

Output del comando su coordinatore

MsgType --> 1 byte

- *0x20 --> Alarm*

Indirizzo a 16bit del nodo remoto --> 2 byte

stato degli I/O digitali --> 1 byte

In caso di corretta esecuzione la procedura risulta trasparente all'utente. In caso invece di problemi si hanno due situazioni:

Coordinatore impegnato	Coordinatore non è raggiungibile
<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x40 --> system busy 	<i>codice di terminazione --> 1 byte</i> <ul style="list-style-type: none"> ● 0x34 --> no response
<i>punto e virgola --> 1 byte</i>	<i>punto e virgola --> 1 byte</i>

- **PWD**

Attiva o disattiva il power saving su End Device.

Gli End Device, per loro natura, sono praticamente sempre in Power Down e si accendono solo ogni Poll Rate.

Nel caso in cui si intenda inviare un comando via seriale ad un end device è pertanto necessario prima attivare la seriale stessa abbassando la linea PWD e mantenendola bassa per almeno 10msec.

E' quindi possibile inviare il comando (SNT o CMD:01).

Per riportare l'end device in power down è necessario attendere almeno 10msec e riportare alta la linea PWD.

NOTA: se la linea PWD non viene portata alta l'end device non torna in power down e consuma circa 14mA.

NOTA: se viene inviato il comando SNT le risposte 0x30 e 0x38 nel caso di corretta ricezione, o 0x34 nel caso di mancata ricezione, vengono ricevute sulla seriale dell'end device anche se la linea PWD è stata riportata alta dopo l'invio del comando come sopra consigliato.

NOTA: prima di abbassare la linea PWD per l'invio di un comando ad un end device è opportuno accertarsi che il dispositivo faccia parte della rete tramite la linea OUT R.

NON inviare comandi al dispositivo se la linea OUT R è alta.