

XTR-8LR100 è un ricetrasmittitore half-duplex per comunicazioni a lunga distanza che implementa una tecnica di modulazione brevettata “LoRa™”, in grado di garantire caratteristiche di elevata immunità alle interferenze, ridotti consumi energetici ed elevata sensibilità.

Rispetto alle tecniche classiche di modulazione, XTR-8LR100 migliora la sensibilità del ricevitore fino a 20 dB, garantendo elevate distanze con potenze in trasmissione e consumi ridotti, semplicità del circuito di alimentazione e possibilità di utilizzare batterie commerciali di bassa potenza e dimensioni.

Operante nella banda europea 869.4÷869.65MHz (100mW, ver. 8LR100) e 868÷868.6MHz (25mW), con canalizzazioni scalabili in funzione della larghezza di banda.

XTR-8LR100 è un radio-modem con interfaccia utente UART, utilizzata per il trasferimento dei dati max. 255 byte, l'indirizzamento dei pacchetti per comunicazioni punto multi-punto, la funzionalità di command-mode per le impostazioni dei principali parametri radio, offrendo all'utente molteplici soluzioni e flessibilità alle problematiche riscontrabili sul campo.

L'alimentazione è di 3.3V, assorbimento di 17mA in ricezione, e 115mA in trasmissione con 20dBm di potenza in uscita, è disponibile una versione con 15dBm con assorbimento di 35mA in TX.

Il modulo è disponibile nella versione SMD, 34 pin con dimensioni 37 X 18 X 2.4 mm.

Imballaggio in rolla per montaggio automatico con pick and place.

Caratteristiche

- Modalità di trasmissione diretta o radiomodem
- Gestione store and forward di segnali RS-232
- Nessuna codifica o preambolo richiesto all'utente
- Comandi AT per programmazione dei registri interni
- HyperTerminal* compatibile
- Numero di canali: 7 max
- Ridotte dimensioni (37x18x2mm)
- Velocità UART: 9600, 19200, 115200 bps
- Potenza trasmessa: max 100 mW
- Sensibilità da -118 a -144dBm
- Alimentazione 3,3V
- Raggio medio di copertura: 6000 m

Applicazioni

- Sistemi per agricoltura
- Controllo irrigazione
- Monitor per impianti fotovoltaici
- Controlli industriali
- SCADA
- Tele-allarmi
- Monitoraggio strumenti
- AMR

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

Limiti assoluti

Temperatura di funzionamento	-20 °C ÷ +70 °C
Temperatura di immagazzinamento	-40 °C ÷ +100 °C
Alimentazione	+3.6V
Tensione in ingresso	-1.0 ÷ Vcc + 0.3V
Tensione in uscita	-1.0 ÷ Vcc + 0.3V

Caratteristiche tecniche

	Min.	Tip.	Max.	Unità
Livelli DC				
Tensione di alimentazione pin 1,15.	2.4	3.3	3.6	V
Assorbimento corrente (rx mode)		17		mA
Assorbimento corrente (tx mode @ +20 dBm)	90	110	150	mA
Assorbimento corrente (sleep mode)		1	2	µA
Livello logico "1" in input/output	0.7xVcc		Vcc	V
Livello logico "0" in input/output	0		0.3xVcc	V
RF TX				
Banda di frequenza	869.4÷869.65			MHz
Potenza in trasmissione	5	10	20	dBm
Modulazione	LORA™			
Larghezza canale -3dB		20.8		KHz
Larghezza canale -3dB		62.5		KHz
Larghezza canale -3dB		125		KHz
Spurie < 1GHz			-36	dBm
Spurie > 1GHz			-30	dBm
Potenza sul canale adiacente in TX (nota2)			50	nW
Antenna pin.14 protezione ESD a contatto (61000-4-2)		8		KV
RF RX				
Sensibilità in RX banda 125KHz (SF:6-10-12)	-118	-132	-137	dBm
Sensibilità in RX banda 62.5KHz (SF:6-10-12)	-121	-135	-140	dBm
Sensibilità in RX banda 20.8KHz (SF:6-10-12)	-127	-140	-144	dBm
Banda RF		6		MHz
Selettività sul canale adiacente (nota3)		50		dB
Saturazione nel canale adiacente (nota4)		≥87		dB
Prova di Blocking ±2MHz (nota5)	85		90	dB
Prova di Blocking ±10MHz (nota5)	85		94	dB
Performance				
Spreading Factor	6	10	12	
Coding Rate	4/5		4/8	
Bit Rate seriale (nota1)	9600	19200	115200	bps
N° byte gestiti dal buffer	1		248	Byte
Outdoor range		15000		m
Numero canali	1		7	n°
Canalizzazione per BW 20.8KHz		25		kHz
Tempi di Commutazione				

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

PWRDN → RX_NORMAL			1.5	ms
RX_NORMAL → PWRDN			1.5	ms
TX_NORMAL → RX_NORMAL	Vedi : EQ1, EQ2 , EQ3, Fig4			
RX NORMAL → TX_NORMAL	Vedi : EQ1, EQ2 , EQ3, Fig4			
Impostazioni di default				
Canale		(CN2) 869.5		MHz
Potenza emessa (tx)		20		dBm
Velocità seriale (solo per dati) nota1		115200		Bps
Bandwidth		62.5		KHz
Spreading Factor		8		SF

Nota1: segnale in ingresso seriale è inteso 8,n,1. L'impostazione della velocità UART (comando S8), riguarda la comunicazione relativa ai dati. Per la comunicazione in command mode l'impostazione non ha effetto e funzionerà esclusivamente a 9600bps.

Nota2: Prova eseguita con il metodo descritto nel paragrafo 7.6 della normativa ETSI EN 300 220-1 V2.4.1

Nota3: Prova eseguita con il metodo descritto nel paragrafo 8.3 della normativa ETSI EN 300 220-1 V2.4.1

Nota4: Prova eseguita con il metodo descritto nel paragrafo 8.3.4 della normativa ETSI EN 300 220-1 V2.4.1

Nota5: Prova eseguita con il metodo descritto nel paragrafo 8.4 della normativa ETSI EN 300 220-1 V2.4.1

Descrizione dei Pin

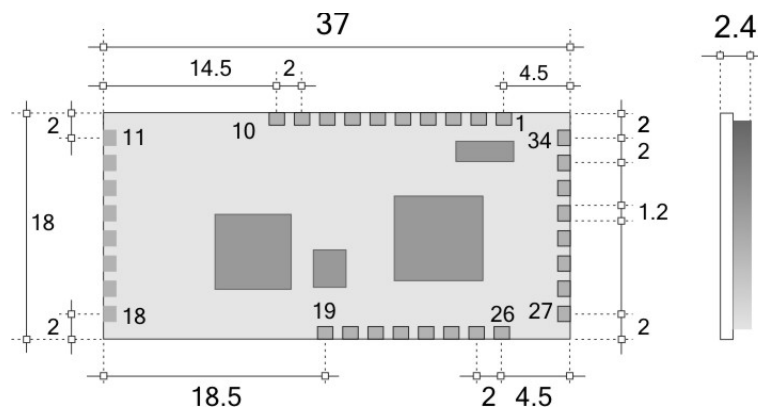


Figura 1: Pin-out e disegno meccanico

PIN-OUT:

1) GND	13) GND RF	25) IN2(NI)
2) GND	14) ANTENNA	26) IN1(NI)
3) GND	15) GND RF	27) GND
4) AN0	16) GND RF	28) SET_C
5) AN1	17) GND RF	29) SET_B
6) AN2	18) GND RF	30) SET_A
7) GND	19) RTS	31) GND
8) RESET	20) CTS	32) OUT2
9) RESERVED	21) RX_UART	33) OUT1
10) +Vcc	22) TX_UART	34) GND
11) GND RF	23) IN4(NI)	
12) GND RF	24) IN3(NI)	*NI: not implemented

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

N° Pin	Nome	Descrizione
1	GND	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione.
2	GND	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione.
3	GND	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione.
4	AN0	Ingresso analogico (modalità ADC ciclica)
5	AN1	Ingresso analogico (modalità ADC ciclica)
6	AN2	Ingresso analogico (modalità ADC ciclica)
7	GND	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione.
8	RESET	Reset del modulo
9	RESERVED	Non connettere
10	+Vcc	Connettere a sorgente di alimentazione stabile 3,3V-500mA. Collegare un condensatore 10-100uF in prossimità del pin e GND.
11	GND RF	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
12	GND RF	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
13	GND RF	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
14	ANTENNA	Connessione d'antenna, impedenza 50 ohm
15	GND RF	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
16	GND RF	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
17	GND RF	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
18	GND RF	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
19	RTS	Request to send. Uscita alta quando buffer UART saturo o in fase di riempimento svuotamento da FIFO radio. Basso quando pronto a ricevere dati da ingresso UART.
20	CTS	Clear to send. Ingresso digitale, quando alto inibisce la trasmissione dati sulla linea TX_UART
21	RX_UART	Ingresso dati seriali in logica TTL RS-232 con 1 start bit (0V), 8 data bit e 1 stop bit (3V). La linea deve essere pilotata a livello logico alto (3V)
22	TX_UART	Uscita dati seriali in logica TTL RS-232 con 1 start bit (0V), 8 data bit e 1 stop bit (3V). La linea esce con livello logico alto (3V)
23	IN4	Ingresso digitale, non implementato. Disponibile per sviluppi futuri.
24	IN3	Ingresso digitale, non implementato. Disponibile per sviluppi futuri.
25	IN2	Ingresso digitale, non implementato. Disponibile per sviluppi futuri.
26	IN1	Ingresso digitale, non implementato. Disponibile per sviluppi futuri.
27	GND	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
28	SET_C	Impostazione modalità di funzionamento.
29	SET_B	Impostazione modalità di funzionamento.
30	SET_A	Impostazione modalità di funzionamento.
31	GND	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
32	OUT2	Uscita digitale. Alto quando trasmette o riceve "PONG" nella modalità TEST
33	OUT1	Uscita digitale. Alto quando trasmette o riceve "PING" nella modalità TEST
34	GND	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione

Tabella 1: Descrizione dei pin

Le caratteristiche tecniche possono subire variazioni senza preavviso. AUR[°]EL S.p.A. non si assume la responsabilità di danni causati dall'uso improprio del dispositivo.

Modulazione LoRa:

Il modulatore e demodulatore RF, utilizza la tecnica radio spread spectrum da 128 a 4096 Chip/Symbol, impostabile in funzione della sensibilità RF e del tempo di volo radio desiderati.

Il miglioramento del parametro di sensibilità è sorprendente se paragonato alle tecniche di demodulazione FSK, +7.5dB per Chip/symbol 128 e +20 dB per Chip/symbol 4096.

Anche l'immunità alle interferenze, l'immunità ai canali adiacenti e il blocking sono superiori rispetto al demodulatore FSK.

Si mostrano di seguito le tabelle riassuntive che guidano l'utente nella scelta dei parametri del modulatore in funzione della sensibilità e tempo di volo desiderati.

Per completezza e uniformità dei dati dichiarati, il tempo di volo identifica il tempo di occupazione della banda RF da un pacchetto formato da 8 byte di preambolo + 8 byte di payload + CRC.

Bandwidth 125KHz		
Spreading Factor	Sensibilità (dBm)	Tempo di volo (ms)
6	-118	20
7	-123	41
8	-126	82
9	-129	144
10	-131	287
11	-134	495
12	-137	990

Bandwidth 62,5KHz		
Spreading Factor	Sensibilità (dBm)	Tempo di volo (ms)
6	-121	41
7	-126	82
8	-129	164
9	-132	288
10	-135	577
11	-137	990
12	-140	1980

Bandwidth 20,8KHz		
Spreading Factor	Sensibilità (dBm)	Tempo di volo (ms)
6	-127	124
7	-130	246
8	-134	492
9	-137	862
10	-140	1730
11	-142	2960
12	-145	5940

L'analisi delle tabelle evidenzia sensibilità crescenti all'aumentare del valore di SF, e data-rate decrescenti all'aumentare dello SF e al diminuire della Bandwidth.

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

La scelta dei parametri deve essere operata determinando in prima battuta la larghezza di banda, se sono richiesti più canali radio è obbligatorio scegliere BW 20.8KHz altrimenti le BW 62.5 o 125KHz.

In tal caso la scelta di SF di 8-10 è il miglior compromesso tra sensibilità RF e tempo di volo.

Molto spesso nelle applicazioni di radio controllo, sono richiesti non più di 8-10byte di payload con tempi di risposta entro i 0.5sec per completare una comunicazione comprensiva di risposta ACK.

Si espongono di seguito le equazioni di calcolo dei tempi di volo per pacchetti radio con payload differenti da 8 byte:

$$T_{sym} = \left(\frac{2^{SF}}{BW} \right) \quad \text{EQ1}$$

Tsym: durata di un simbolo in secondi

SF: Spreading Factor da 6 a 12

BW: banda del canale radio in Hz (registro S2)

$$PayloadsymbNb = 8 + \left\{ \text{ceiling} \left[\left[\frac{(8 \times nBytePL) - (4 \times SF) + 44}{4 \times (SF - 2)} \right] \right] \times (CR + 4) \right\} \quad \text{EQ2}$$

PayloadsymbNb: numero di simboli del Payload

nBytePL: numero di byte del payload

CR: coding rate da 1 a 4 (registro S6)

$$Tpachet = (PayloadsymbNb + 12,25) \times T_{sym} \quad \text{EQ3}$$

Tpachet: durata totale del pacchetto in secondi

12,25: numero di simboli impiegati dal preambolo

Dal sito web Aurel è scaricabile un foglio di lavoro Excel che in automatico calcola il tempo di volo radio in funzione dei parametri scelti.

Struttura del pacchetto radio:

XTR-8LR100 è un radio-modem con modalità ricetrasmisione a pacchetto ed indirizzamento dei pacchetti per comunicazioni punto-multipunto. Il pacchetto ha lunghezza massima di 255 byte dei quali 247 di payload e altri 8 di indirizzi.

Esso è composto dalle seguenti parti:

- Preambolo: formato da 8 byte di durata variabile in funzione del data-rate, utilizzato per sincronizzare il ricevitore.
- Header: contiene informazioni relative alla lunghezza del payload, Code Rate, e presenza della CRC di 16 bit del payload.
- Network_ID: ogni modulo ha un indirizzo di rete ID composto da 4 byte, modificabile mediante un comando AT. (presente solo nella modalità rete **S10=1**)
- Source Address: indirizzo del nodo o del modulo dal quale parte il pacchetto (mittente), composto da 2 byte per un totale di 65536 nodi per ciascuna rete, anch'esso modificabile con comando AT.

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

(presente solo nella modalità rete **S10=1**).

- Destination Address: composto da 2 byte, indica il nodo del destinatario al quale inviare il messaggio (payload). Diversamente dagli altri parametri esso non è impostabile dai comandi AT ma deve essere inoltrato sulla porta seriale, prima del payload.
L'indirizzo 0xFFFF (default) indica destinatario Broadcast, ovvero tutti i nodi in ascolto col medesimo NetworkID, riceveranno il messaggio. (presente solo nella modalità rete **S10=1**)
- Payload: da 1 a 247 byte, composto dal messaggio inviato o ricevuto. In ricezione esso è inoltrato su UART solo se il Network ID e il Destination Address corrispondono ai parametri precedentemente memorizzati nei registri S11 e S12, altrimenti viene scartato. Nella fase di trasmissione, i dati provenienti dalla UART sono inseriti nel campo payload del pacchetto radio trasmesso.
- Payload CRC: 2 byte checksum

Nelle normali operazioni di trasmissione e ricezione, dalla modalità command mode è indispensabile impostare i 2 indirizzi richiesti per la funzionalità di rete, quindi passare alla modalità NORMAL per eseguire le operazioni di trasmissione e ricezione dati. Per trasmettere un messaggio radio, l'utente deve inviare su UART il Destination Address prima del payload. Nel caso di ricezione di un messaggio radio, i dati inoltrati sul TX_UART saranno preceduti dai 2 byte di Source Address.

I dati trasmessi via radio al momento non sono codificati.

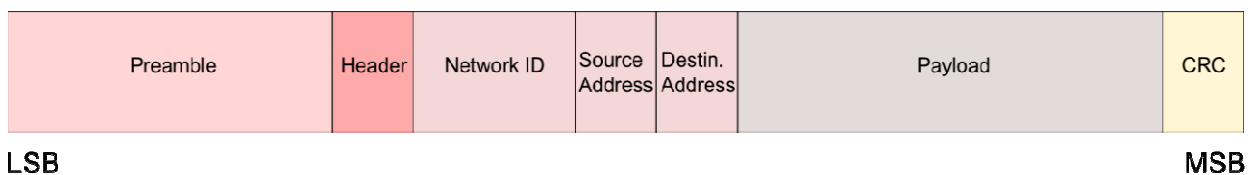


Figura 2: Struttura del pacchetto radio in modalità NORMAL con indirizzamento

Nella modalità NORMAL no rete (registro **S10=0**), i campi NETWORK ID, SOURCE ID e DESTINATION ADDRESS non saranno presenti nel protocollo radio e saranno disponibili 255 byte di payload.

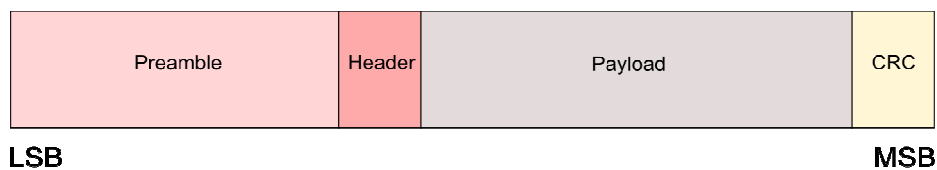


Figura 3: Struttura del pacchetto radio in modalità NORMAL no rete

Nota: Scegliendo spreading factor 6, il campo Header è implicitamente escluso. Il payload deve avere lunghezza fissa di 15Byte. Diversamente da altri spreading-factor, tale modalità è prevista da LORA per limitare il tempo di volo e l'occupazione della banda RF.

Payload di lunghezza diversa saranno comunque trasmessi ma scartati dall'unità ricevente.

Modalità di funzionamento:

Le modalità di funzionamento del dispositivo si possono riassumere in 7 stati:

1. **SLEEP**
2. **COMMAND MODE**
3. **NORMAL**
4. **TX CICLICO**
5. **RX CICLICO**
6. **TX ADC CICLICO**
7. **TEST MODE**

1. Sleep

Quando gli ingressi SET_A, SET_B, SET_C sono aperti o connessi +V, il dispositivo entra automaticamente nella modalità a basso consumo con radio e micro in modalità sleep.

L'unica operazione consentita è l'invio del comando AT (+++++) sulla porta RX UART, per entrare nella modalità command-mode.

2. Command Mode

Lo stato di Command mode consente all'utente di configurare i parametri di funzionamento del dispositivo. La programmazione è attuabile mediante comandi tipo 'AT' inviati sulla linea RX_UART (pin.21) alla velocità di 9600bps, analogamente le risposte del modulo saranno ricevute sulla linea TX_UART (pin.22).

Per entrare in Command Mode, dalla modalità Sleep, **possibile solo dalla modalità sleep**, occorre inviare sulla linea RX_UART una sequenza di 4 caratteri ASCII '+' consecutivi (++++).

A tal fine si consiglia di utilizzare l'uscita RS232 o USB di un PC, fisicamente interfacciato al modulo radio per ottenere livelli logici 0-3V, collegare i segnali RX e TX lasciando collegati RTS e CTS (non gestiti in command mode). Utilizzare un programma per la comunicazione con la porta seriale, Realterm o altri similari, impostando i seguenti parametri: velocità di comunicazione 9600, un bit di START, 8 bit di dati e un bit di STOP, nessuna parità, selezionare CR e LF.

Inviare da PC ++++ se in risposta si ottiene **COMMAND-MODE** allora la comunicazione è corretta.

Il modulo nello stato di Command Mode non è abilitato alla ricezione e trasmissione RF.

La comunicazione con la UART nella modalità command-mode è consentita esclusivamente a 9600bps, eventuali modifiche al registro S8 eseguite precedentemente, non avranno alcun effetto sulla velocità di comunicazione in command mode.

Nota: in Command-Mode inserire sempre come terminatore di comando CR(carriage return) e LF(line feed) e inviare ogni byte con un ritardo massimo dal precedente di 2msec.

Uscita dal COMMAND-MODE

Dopo circa 2 minuti dall'ultimo comando inviato, automaticamente il modulo si configurerà nella modalità sleep, oppure digitare **ATCC**, in risposta si otterrà **OK EXIT** confermando l'uscita dallo stato di Command Mode. Le modifiche diventano effettive solo dopo l'uscita dal Command-Mode.

Lista comandi AT:

I comandi che possono essere inviati al modulo riguardano la lettura e la scrittura dei registri contenenti impostazioni sul funzionamento del dispositivo.

La lettura e la scrittura dei registri e l'invio dei comandi al modulo, si esegue facendo precedere al nome del comando o del registro la sequenza **AT** che significa attenzione, secondo lo standard utilizzato dai modem PSTN.

Di seguito si elenca la lista dei comandi disponibili, per il loro utilizzo attenersi agli esempi di scrittura e lettura dei registri riportati nella pagina successiva. La scrittura o lettura di registri non contemplati in tabella restituirà la risposta **NO ACCESS**.

AT	COMANDO	<CR> <LF>
Caratteri maiuscoli che precedono sempre un comando o un registro	I comandi sono codici che contengono uno o più caratteri	Il comando si esaurisce sempre con un <CR> Carriage Return <LF> line feed

Registro	Nome	Funzione	Valori		
S0 r	VER. HW/FW	Indica la versione del modulo radio e la versione firmware	Byte High = Ver. modulo (modello/HW) Byte Low = Ver. firmware		
S1 r/w	BANDA	Scelta della banda di funzionamento	0 = 868,00 – 868,60 MHz (NI, disponibile per altre versioni) 1 = 869,40 – 869,65 MHz (default)		
S2 r/w	BANDWIDTH	Larghezza del canale RF	0 = 20,8 KHz 1 = 62,5 KHz (default) 2 = 125 KHz		
S3 r/w (nota 2)	CANALE	Canale Radio di funzionamento Per rientrare nei limiti imposti dalla norma EN300 220, la canalizzazione è attuabile solo con BW 20,8KHz, per le altre larghezze di banda (BW 62,5 KHz e 125 KHz) l'impostazione del canale non avrà alcun effetto e funzionerà esclusivamente sul canale di default.	BW 20,8KHz	62,5KHz	125KHz
			0 = 869,45MHz	NI	NI
			1 = 869,475MHz	NI	NI
			2 = 869,5MHz (default)	default	default
			3 = 869,525MHz	NI	NI
			4 = 869,55MHz	NI	NI
			5 = 869,575MHz	NI	NI
			6 = 869,6MHz	NI	NI
S4 r/w	POTENZA	Livello di potenza RF in uscita dal dispositivo	0 = +5dBm 1 = +10dBm 2 = +20dBm (default)		

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

S5 r/w	SPREADING FACTOR	Fattore di allargamento	6 = 64 (chip/symbol) 7 = 128 8 = 256 (default) 9 = 512 10 = 1024 11 = 2048 12 = 4096
S6 r/w	ERROR CODING	Correzione errori	1 = 4/5 (default) 2 = 4/6 3 = 4/7 4 = 4/8
S7 r/w	RSSI ENABLE	Aggiunge in coda al payload il valore RSSI (2 byte in complemento a 2)	0 = No RSSI (default) 1 = RSSI in coda al payload
S8 r/w (nota 3)	UART BPS	Scelta velocità UART (solo velocità comunicazione dati)	0 = 9.600 bps 1 = 19.200 bps 2 = 115.200 bps (default)
S10 r/w	NETWORK ENABLE	Aggiunge in testa al payload il Network ID e Source Address	0 = No Rete (default) 1 = Rete
S11 r/w	NETWORK ID	Imposta l'indirizzo di rete del dispositivo (4 byte hex)	Min = 00000001 (default) Max = FFFFFFFF
S12 r/w	SOURCE ADDRESS	Imposta l'indirizzo identificativo del dispositivo o mittente (2 byte hex) indirizzo del modulo o di partenza del messaggio	Min = 0001 (default) Max = FFFF (broadcast)
S20 r/w	RX CYCLIC TIME	Impostazione dell'intervallo di risveglio tra 2 ricezioni cicliche da 10ms a 6000ms a passi di 1ms	Min = 10 ms Max = 6.000 ms Default = 100 ms (default)
S30 r/w	ADC TX TIME	Impostazione dell'intervallo di risveglio tra 2 trasmissioni cicliche Da 1s a 65536s a passi di 1s. L'indirizzamento si attiva di default	Min = 1 s Max = 65.535 s Default = 10 s
S90 r	STATO REGISTRI	Restituisce il valore dei registri	S1 = x (x = valore restituito) S2 = x S3 = x Sn = x
S91 r/w	VALORI DI DEFAULT	Impostato a "1" reimposta i valori di default. Se un registro è modificato, restituisce il valore "0", cioè registri differenti da default.	0 = Valori modificati (r) 1 = Valori di default (r/w)
S92 r/w	RADIO TEST_MODE	Attivazione modalità test radio Ping-Pong	0 = Off (default) 1 = On Tx Master 2 = On Rx Slave

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

(nota 1) NI (non implementata). L'esecuzione del comando non produrrà alcun effetto.

(nota 2) Per rientrare nei limiti imposti dalla norma EN300 220, la canalizzazione è attuabile solo con BW 20,8KHz, per le altre larghezze di banda (BW 62,5 KHz e 125 KHz) l'impostazione del canale non avrà alcun effetto e funzionerà esclusivamente sul canale di default.

(nota 3) L'impostazione della velocità UART (comando S8), è relativa alla comunicazione dati. Nella modalità command-mode l'impostazione non ha effetto e funzionerà esclusivamente a 9600bps.

Comando	Nome	Funzione
WR	WRITE	Scrittura dei valori dei registri in EEPROM
CC	COMMAND CLOSE	Uscita da Command Mode
Sx	NOME REGISTRO	Identificativo del registro da scrivere o leggere

Tab. 2: comandi

Risposte ai comandi ed alle operazioni sui registri

Risposta positiva: **OK<CR><LF>**

Risposta negativa: **ERROR<CR><LF>**

Operazione vietata: **NO ACCESS<CR><LF>**

Uscita command-mode **EXIT<CR><LF>**

Con <CR> Carriage Return, carattere ASCII 13; <LF> Line Feed, carattere ASCII 10; <bl> carattere ASCII 32.

Lettura di un registro

Sintassi: **ATSx<CR><LF>** [x = 1, ...,99 registro da leggere]

Risposta : il valore contenuto nel registro qualora il comando sia stato impartito correttamente seguito da <CR><LF>.

Il valore dei registri è restituito cifra per cifra in valore ASCII.

Esempio: '16' è la successione dei codici ASCII 0x31, 0x36, corrispondenti appunto alle cifre '1' e '6'. Si deve seguire tale procedura di interpretazione anche nel caso di scrittura del valore di un registro.

Scrittura di un registro

Sintassi: **ATSx=Y<CR><LF>** [x = 2, 3, 4 registro da scrivere,
y = valore da inserire]

Risposta: come descritto alla voce 'Risposte ai comandi'

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

Tutti i valori programmati nei registri causano una variazione delle condizioni di funzionamento del modulo che saranno perse allo spegnimento del dispositivo, eccetto che siano stati salvati nella memoria EEPROM del microcontrollore con il comando ATWR: in tal caso i valori modificati saranno attivi anche alle successive accensioni.

Comando di salvataggio del valore dei registri in EEPROM

Sintassi: ATWR<CR><LF>
Risposta: come descritto alla voce 'Risposte ai comandi'

Comando di uscita da Command Mode

Sintassi: ATCC<CR><LF>
Risposta: come descritto alla voce "Risposte ai comandi" di questo paragrafo.

L'uscita da Command Mode, in assenza del comando ATCC, avviene comunque dopo circa 2 minuti di inattività, oppure in seguito al comando ATWR.

3. NORMAL

Si entra nella modalità NORMAL collegando l'ingresso SET_A a GND e lasciando aperti o connessi a +V le linee SET_B e SET_C.

La radio e il micro sono accesi, il dispositivo è in grado di ricevere dati sia RF che dalla UART ed inoltrarli di conseguenza.

A livello RF il dispositivo è pertanto sempre in ricezione (OUT2 = alto, OUT1 = basso) ed entra in trasmissione (OUT2 = basso, OUT1 = alto) se riceve un pacchetto da UART.

Quando sulla linea di input RX_UART (pin 21) è presente uno start bit (livello logico basso, 0V) e di conseguenza almeno un byte di dati, il dispositivo entra in modalità di trasmissione.

Il meccanismo del trasferimento dei dati *store & Forward* può essere descritto da coppie di operazioni in sequenza

- Ricezione seriale unità A / Trasmissione su buffer RF unità A / Trasmissione RF unità A
- Ricezione RF unità B / Trasmissione seriale unità B [Fig. 4]

L'assenza dei dati all'ingresso del pin.21 è stabilita dallo scadere di un Timeout (pari al tempo di 2 byte seriali al data-rate utilizzato), scaduto il quale il transceiver non memorizza ulteriori dati in ingresso fino all'avvenuto trasferimento dei dati all'interno del buffer radio.

La lunghezza massima del pacchetto trasmissibile è di **247 byte** nella modalità rete (registro **S10=1**) e 255 byte nella modalità NORMAL no rete (registro **S10=0**)

I dati sono trasmessi sul canale RF solo quando è terminata la loro ricezione seriale, quando ricevuti via radio dalla seconda unità il microcontrollore analizza i dati procedendo con la trasmissione su seriale in caso di dati validi o scartandoli se errati.

La linea RTS segnala all'utente lo stato di funzionamento del buffer UART, essa è normalmente bassa e diventa alta nei seguenti casi: il buffer della UART è pieno, durante lo svuotamento del buffer UART sul buffer radio oppure quando i dati sono trasmessi sul TX-UART (pin.22).

Si rimanda la dimostrazione del funzionamento dei segnali RX, TX, RTS e CTS UART al grafico seguente:

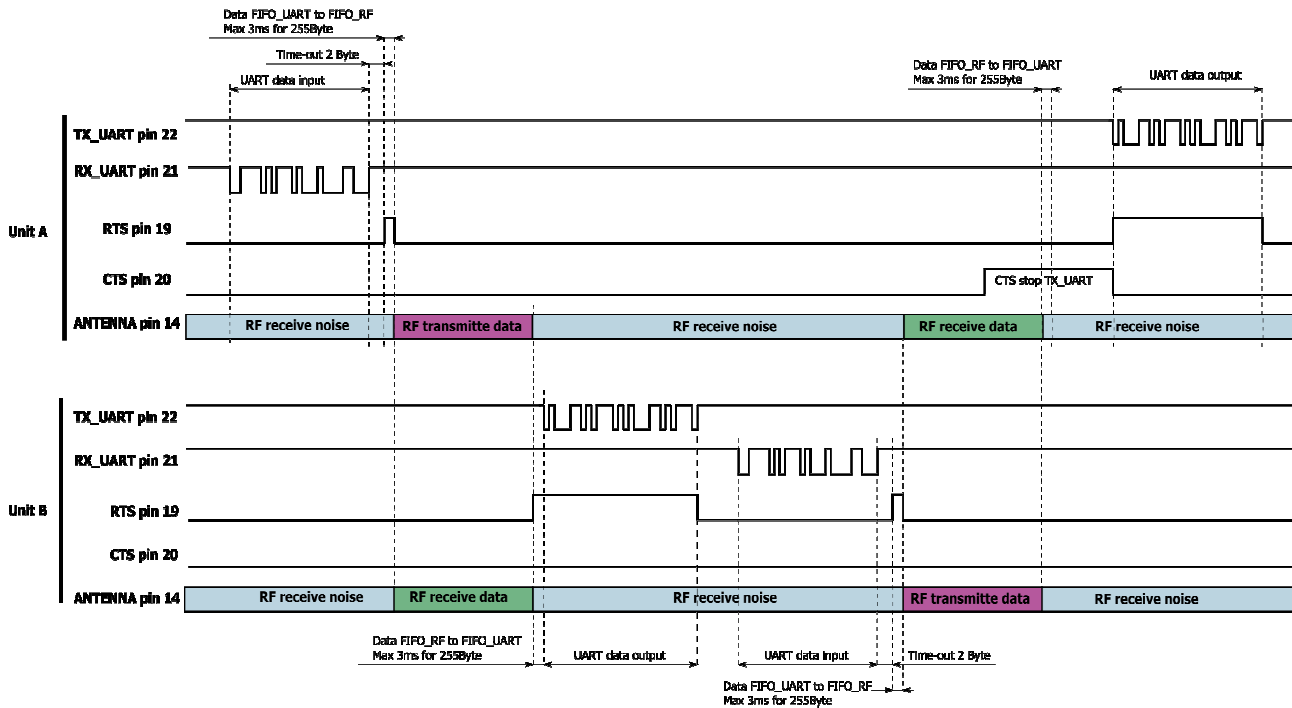


Figura 4: esempio di trasmissione dati dall'unità A → B, e trasmissione di un ACK dall'unità B → A

Come visibile dal diagramma temporale riportato in figura 4, l'intervallo di tempo dal momento iniziale in cui il dato si presenta sul pin 21 dell'unità A (RX_UART), al momento in cui viene inoltrato sul pin 22 (TX_UART) dell'unità B, è funzione del numero di Byte che costituiscono il pacchetto e delle velocità seriali utilizzate sia in ricezione che in trasmissione.

CTS a livello logico alto impedisce a XTR-8LR100 di trasmettere i dati sul pin 22 (TX_UART).

Per il corretto funzionamento del dispositivo si tenga conto che non è consentito avere la contemporaneità di fasi nell'ambito della stessa unità; se l'unità A è in fase di riempimento del buffer UART o di svuotamento dello stesso sul buffer radio, i dati eventualmente ricevuti via RF saranno persi. Tuttavia esso è in grado di gestire il riempimento del buffer-UART durante la trasmissione RF all'interno della stessa unità.

Si consideri inoltre che la ricezione UART è prioritaria rispetto alla ricezione RF : quando viene ricevuto un byte su UART viene interrotta la ricezione RF e il dispositivo rimane in attesa della ricezione dell'intero pacchetto UART. Pertanto in questa fase, eventuali dati RF, vengono persi.

Per eseguire le operazioni di gestione dei pacchetti in transito dalla UART nel modo più corretto, si utilizzino sempre i segnali RTS e CTS come blocco o consenso delle operazioni.

Utilizzo della modalità NORMAL con indirizzamento :

La modalità NORMAL consente di operare con il metodo dell'indirizzamento dei pacchetti, in tal caso una rete composta da n dispositivi permette la comunicazione punto-punto o punto-multipunto.

Dalla modalità command-mode la funzionalità di rete è attivabile con il comando **ATS10=1**, altri registri da impostare sono NETWORK ID registro S11 (4byte che identificano la rete) e SOURCE ADDRESS registro S12 (composto da 2byte) identificativo univoco di ciascun dispositivo.

Una rete wireless può essere composta da 2 a 65536 nodi, il codice univoco del dispositivo (2byte) sarà nominato SOURCE ADDRESS identificativo del dispositivo dal quale parte il messaggio e DESTINATION ADDRESS il dispositivo destinatario del messaggio.

Da questa condizione, XTR-8LR100 in ricezione filtra i pacchetti radio ed inoltra su UART solo quelli con il medesimo indirizzo di rete (NETWORK ID) e indirizzo destinatario (DESTINATION ADDRESS), quando XTR-8LR100 trasmette, l'indirizzo del destinatario (DESTINATION ADDRESS) deve sempre precedere il payload.

Per eseguire una comunicazione punto multi-punto, occorre impostare l'indirizzo del destinatario FFFF, in tal caso tutti i dispositivi appartenenti alla stessa rete (medesimo NETWORK ID) riceveranno il payload preceduto da 0xFFFF.

Non è previsto un sistema automatico di ACK dei messaggi.

A chiarimento di quanto suddetto si rappresenta di seguito un esempio di comunicazione tra i dispositivi 1 e 2 della rete denominata A del messaggio "provalink":

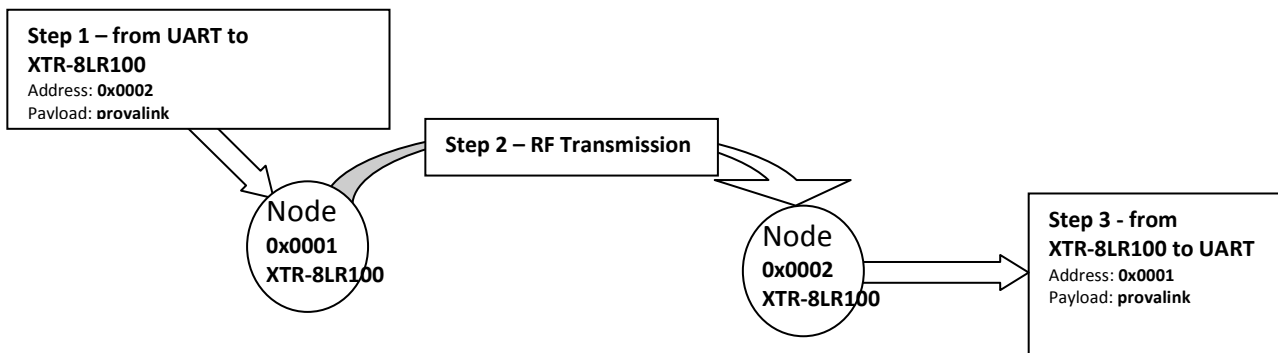


Figura 5: Diagramma di trasmissione ricezione del messaggio "provalink" dal nodo 1 al nodo 2.

Di seguito si descrivono le operazioni necessarie per la realizzazione dell'esempio di figura 5.

Dalla modalità sleep del dispositivo 1, inviare la seguente sequenza di comandi AT:

Comando	Risposta	Commento
++++<CR><LF>	OK<CR><LF>	Entra in command-mode
ATS10=1<CR><LF>	OK<CR><LF>	Attiva la modalità RETE
ATS11=0000000A<CR><LF>	OK<CR><LF>	Assegna indirizzo di rete "A"
ATS12=0001<CR><LF>	OK<CR><LF>	Assegna indirizzo del dispositivo "1"
ATWR<CR><LF>	OK<CR><LF>	Salva ed esci

Il modulo 1 è stato impostato nella modalità NORMAL con indirizzamento, indirizzo di rete (NETWORK ID = A) e indirizzo sorgente (SOURCE ADDRESS = 1).

Il comando ATWR memorizza le nuove impostazioni su eeprom e riporta il dispositivo nella modalità SLEEP.

Dalla modalità command-mode del dispositivo 2, inviare la seguente sequenza di comandi AT:

Comando	Risposta	Commento
++++<CR><LF>	OK<CR><LF>	Entra in command-mode
ATS10=1<CR><LF>	OK<CR><LF>	Attiva la modalità RETE
ATS11=0000000A<CR><LF>	OK<CR><LF>	Assegna indirizzo di rete "A"
ATS12=0002<CR><LF>	OK<CR><LF>	Assegna indirizzo del dispositivo "2"
ATWR<CR><LF>	OK<CR><LF>	Salva ed esci

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

Come per il modulo "1", la sequenza di comandi si ripete escluso il comando ATS12 che assegna l'indirizzo del dispositivo (SOURCE ADDRESS = 2).

Chiudere SET_A verso GND (modalità NORMAL) su entrambe i dispositivi e inoltrare sulla linea RX UART del dispositivo "1" la sequenza "\x0 \x2 provalink" (1).

Il dispositivo 1 inoltrerà il messaggio via radio.

Dei dispositivi in ascolto, (potenzialmente oltre 65000) solo il dispositivo denominato "2" inoltrerà sulla propria linea TX_UART il messaggio "01provalink".

Come visibile dall'esempio appena esposto il metodo dell'indirizzamento è ottenuto facendo precedere il payload, in questo caso "provalink", dall'indirizzo del destinatario; il dispositivo 2 in ascolto riceverà il payload preceduto dall'indirizzo del mittente "\x0 \x1 provalink" (1).

(1): Sintassi corretta per utilizzo con il terminale PC "Realterm". L'indirizzo di rete è scritto in "hex" il messaggio "provalink" in ASCII, l'utilizzo di programmi diversi da Realterm potrebbero richiedere sintassi differenti. Per maggiori dettagli sull'utilizzo di Realterm leggere il file della "DB_XTR_8LR100".

4. TX Ciclico

Uguale alla modalità NORMAL ma con pacchetto in trasmissione RF contenente un preambolo lungo con tempo impostabile dal comando **ATS20=X** (dove x espresso in ms da 10 a 6000) in modo da consentire il risveglio e la ricezione da dispositivi in modalità Rx Ciclico.

La funzionalità è attuabile collegando gli ingressi SET_B a GND e lasciando aperti o connessi a +V la linea SET_A e SET_C.

Nella modalità complementare da utilizzare con l' Tx Ciclico cioè l' Rx Ciclico, si raccomanda d'impostare il registro S20 con il medesimo valore.

NOTA: le modalità RX ciclico e TX con preambolo lungo non prevedono la trasmissione di un Ack automatico. E' ovviamente possibile pensare ad una implementazione utente della trasmissione di un Ack.

5. RX Ciclico

Si entra nella modalità RX Ciclico collegando l'ingresso SET_A e SET_B a GND e lasciando aperti o connessi a +V la linea SET_C.

RX Ciclico è pensato per le applicazioni a basso assorbimento dovè richiesto un meccanismo di risveglio automatico a tempi prestabiliti, consentendo di scegliere il ciclo di accensione spegnimento più adatto all'applicazione e ai consumi desiderati.

L'impostazione è attuabile dal comando **ATS20=X** (dove X espresso in ms da 10 a 6000 a passi di 1ms).

Il dispositivo è normalmente in modalità sleep con consumo medio di 1 uA, allo scadere del tempo impostato sul registro S20, esso entra in ricezione, ricerca un preambolo valido, in tal caso completa la ricezione dell'intero pacchetto per poi tornare in sleep e reiterare il ciclo.

Se il ricevitore non trova un preambolo valido, resta in ricezione per la durata di 3 simboli allo scadere dei quali torna in sleep.

Il time-out dello stato di ON del ricevitore è una variabile funzione dello Spreading Factor (SF) e della larghezza di Banda calcolabile nel seguente modo:

$$Ton(RX) = 3 \times \left(\frac{2^{SF}}{BW} \right) \quad \text{EQ4}$$

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

Dove:

Ton(RX): Tempo di accensione massima del ricevitore in secondi

SF: Spreading Factor da 6 a 12 impostato su registro **S5**

BW: Bandwidth, larghezza di banda del ricevitore in (Hz) impostata sul registro **S6**

Per connettersi a dispositivi in modalità "RX ciclica" è indispensabile utilizzare XTR-8LR100 in modalità "TX ciclica" programmati con gli stessi parametri di funzionamento, solo in questo caso il preambolo trasmesso avrà lunghezza adeguata per essere intercettato.

6. Tx ADC Ciclico

Modalità per applicazioni a batteria che consente di collegare fino a 3 sensori agli ingressi ADC, e trasmetterne la grandezza a cicli prestabiliti in modo autonomo senza utilizzare interfacce e intelligenza esterna.

La funzionalità è attuabile collegando gli ingressi SET_A e SET_C a GND e lasciando aperti o connessi a +V la linea SET_B

Gli ingressi analogici utilizzati sono: AN0 (pin4), AN1 (pin5) e AN3 (pin6), essi accettano segnali analogici da 150mV a 4.3V±5% con risoluzione 12bit(1,05mv/bit) e impedenza d'ingresso di 3Kohm(fig6).

Il dispositivo è normalmente in sleep e si sveglia ciclicamente con un tempo impostabile tramite il comando **ATS30=X** (dove X in **secondi** da 1 a 65536), legge il valore dei sensori analogici, ne trasmette il valore letto degli ADC, torna in sleep e reitera il ciclo.

Il dispositivo opera esclusivamente nella modalità rete con indirizzo del destinatario Broadcast (tutti FFFF), i ricevitori in ascolto appartenenti alla stessa rete (medesimo Network ID) inoltreranno su UART il valore degli ADC (2 byte ciascuno) preceduto dall'indirizzo SOURCE ADDRESS, identificativo univoco del nodo di provenienza del messaggio.

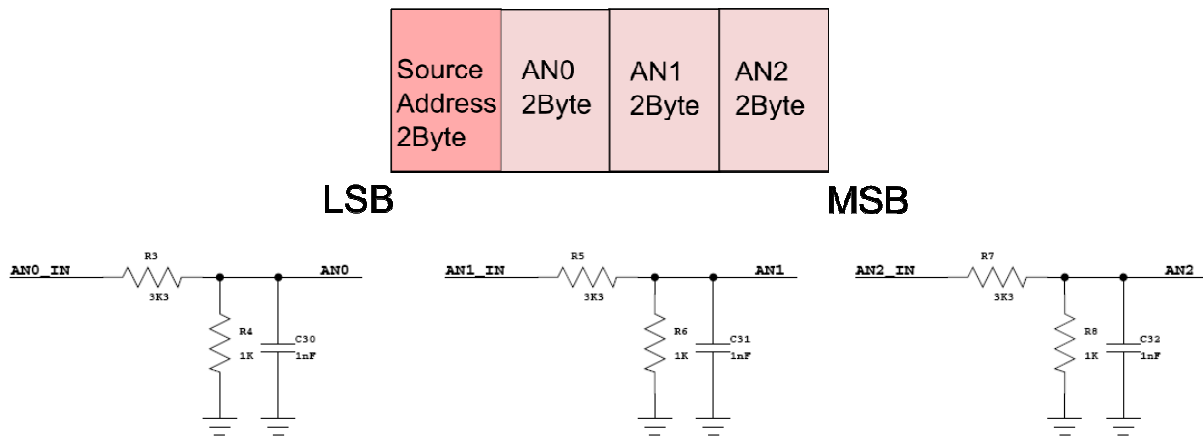


Figura 6: Schema elettrico ingressi analogici AN0(pin4), AN1(pin5), AN2(pin6).

7. Test Mode

E' la modalit  che consente all'utente di valutare in modo semplice le prestazioni di portata del link radio. Essa   attivabile chiudendo a GND l'ingresso SET_C e lasciando aperti o connessi a +V i pin SET_A e SET_B.

L'applicazione permette di connettere 2 dispositivi denominati Master e Slave, il primo invia 12 caratteri ASCII "PING xxxxx\r\n", nel caso essi arrivino a destinazione dello Slave, questo risponder  con un ACK di 12 caratteri ASCII "PONG xxxxx\r\n" (dove xxxxx contatore incrementale pacchetti inviati/ricevuti, \n line feed, \r carriage return) , la comunicazione   segnalata dalle uscite:

OUT_1 (pin 33) attiva alta quando l'unit  Master trasmette o Slave riceve un "PING"

OUT_2 (pin 32) attiva alta quando l'unit  Master riceve o Slave trasmette un "PONG"

Il modo di funzionamento dei moduli   impostabile dalla modalit  command-mode inviando il relativo comando ATS92 :

0 = funzionalit  disattivata

1 = dispositivo impostato come Master

2 = dispositivo impostato come Slave

Nota: terminate le prove in Test Mode prima di tornare ad operare in altre modalit  di funzionamento,   indispensabile disattivare la funzionalit  di Test con il comando ATS92=0.

Schema applicativo:

La connessione del modulo per il funzionamento in NORMAL è estremamente semplice. I segnali di trasmissione, ricezione e impostazioni del modulo radio, sono ottenute mediante la comunicazione d'ingresso uscita dell'interfaccia seriale asincrona.

Il modulo opera sempre nella modalità ricezione, la commutazione da ricezione a trasmissione si attiva automaticamente quando il primo byte di dati entra nell'ingresso 21 (RX_UART).

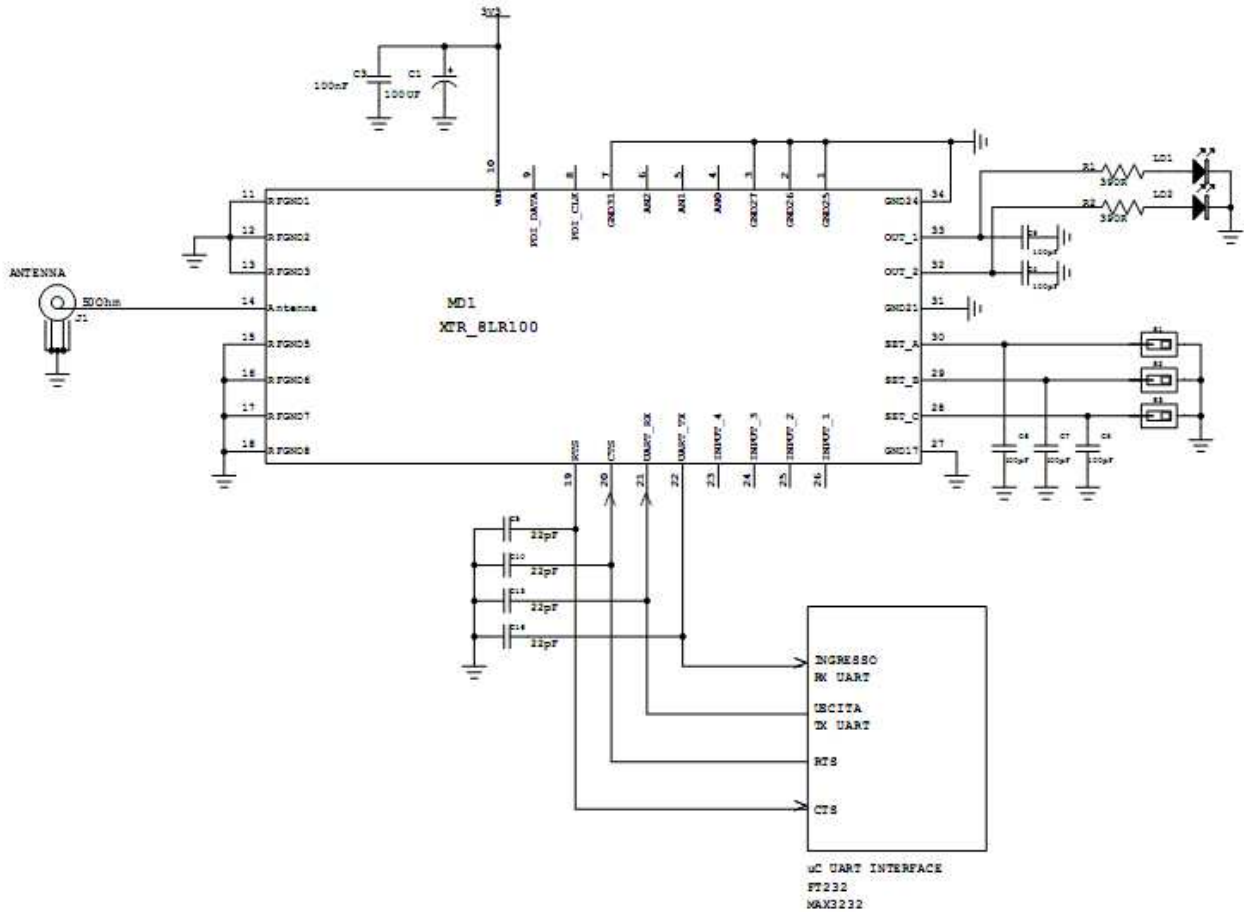


Figura 7: Schema elettrico applicazione

UTILIZZO DEL DISPOSITIVO

Al fine di ottenere le prestazioni dettagliate nelle specifiche tecniche e per ottemperare alle condizioni operative che caratterizzano la Certificazione, il modulo deve essere montato su un circuito stampato tenendo in considerazione quanto segue:

Alimentazione:

1. XTR-8LR100 deve essere alimentato da una sorgente a bassissima tensione di sicurezza protetta contro i cortocircuiti. Variazioni di tensione massime ammesse: $2,4 \div 3,6$ V. Tuttavia è preferibile mantenere stabile la tensione ad un valore prefissato nel range di tensione dichiarato a specifica, utilizzando un regolatore di tensione possibilmente con caratteristiche di "Fast transient response".
2. Disaccoppiamento, vicino al trasmettitore, con condensatore ceramico della capacità minima di 100nF.
3. Connettere condensatore elettrolitico 100uF, a basso ESR, nei pressi del pin 10 (+Vcc).

Conessioni ai pin:

Disporre delle capacità da 22-100pF vicino ai rispettivi pin di collegamento dei segnali, connessi tra essi e il piano di massa. Il valore di capacità varia in funzione del pin del modulo, a tal fine attenersi allo schematico di figura 7 ed al layout di figura 8.

Ground:

La massa deve circondare al meglio la zona di saldatura del trasmettitore e deve essere realizzata anche nella faccia inferiore per ottenere il risultato ottimale, collegando con dei fori passanti i due piani di massa.

Antenna:

Collegare il pin 14 (antenna) al connettore coassiale o antenna, con microstrip ad impedenza costante di 50ohm; larghezza 3,2mm per vetronite spessore 1,6mm e 1,6mm per vetronite spessore 1mm (vedi Figura 8) L'antenna tipica è un filo di rame rigido (isolato o meno) di lunghezza 8cm e sezione minima 0.5 mm² posto verticalmente al piano di massa. Altre disposizioni di antenna (ripiegata, spiralizzata) funzioneranno ma con prestazioni non predicibili.

In alternativa per collegamento del modulo ad antenna esterna, connettere un connettore SMA da CS mediante microstrip 50ohm.

Il Lay-out proposto di seguito a titolo esemplificativo, mostra i collegamenti dei segnali e alimentazioni sul lato Top, sul lato inferiore del CS il piano di massa diffuso circonda il modulo radio. La pista di collegamento dell'antenna d'impedenza 50ohm è larga 3,2mm, calcolata per vetronite doppia faccia spessore 1,6mm.

Il pin 10 della tensione di alimentazione, è da collegare all'alimentazione con una pista larga 2 mm, a un condensatore elettrolitico da 220uF deve essere posizionato nelle vicinanze.

I pin dei segnali di uscita di ingresso del modulo devono essere collegati verso massa con condensatori ceramici da 22 a 100pF, posti nelle vicinanze dei pin.

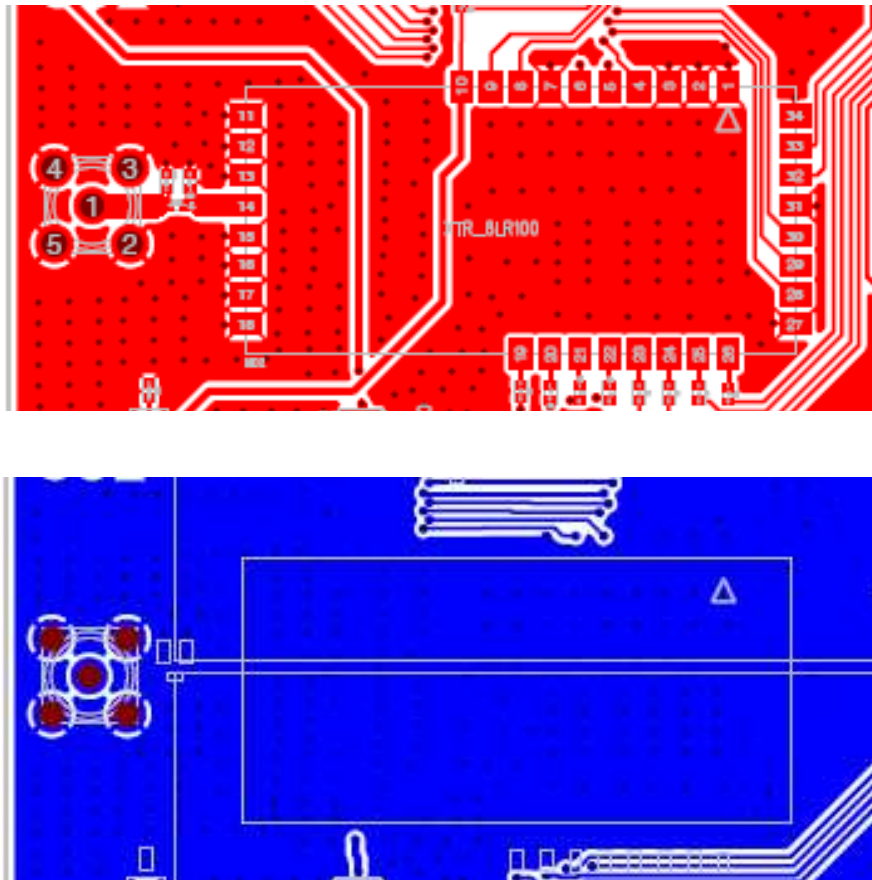


Figura 8: lay-out di esempio, le piste di collegamento si trovano sul lato superiore e il riempimento del piano di massa su quello inferiore

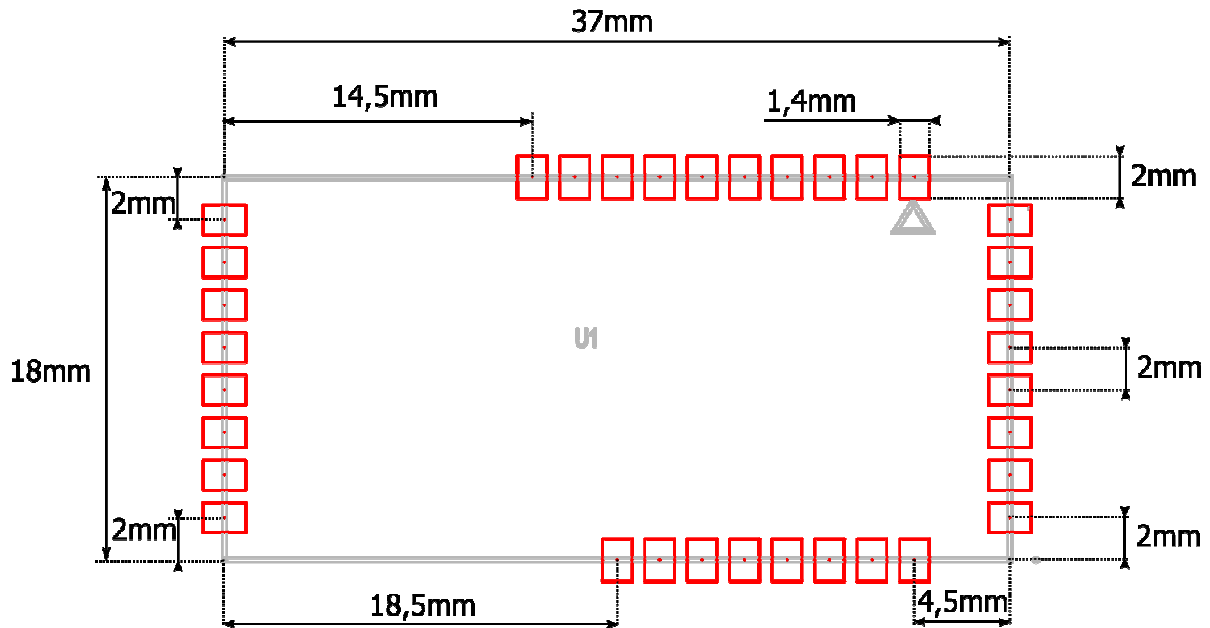
Layout di saldatura e montaggio SMD


Figura 9: layout di saldatura consigliato per scheda host.

Al fine di assicurare il corretto assemblaggio del modulo si richiede di applicare un processo produttivo osservando attentamente le seguenti raccomandazioni:

- **Pasta saldante:** Utilizzare pasta saldante tipo SAC305 (96,5% Sn, 3% Ag, 0,5% Cu), serigrafata rispettando il layout di figura 8, con spessore >150um.
- **Montaggio:** Il modulo può essere montato con macchina automatica utilizzando un utensile a ventosa, applicato sul circuito integrato di maggiori dimensioni.
- **Saldatura:** Il modulo può essere saldato sulla scheda host, mediante saldatura a rifusione impiegando un profilo di saldatura per componenti Lead-free.
Lo standard Jedec "J-STD-020E" definisce temperature e tempi di esposizione, si allega di seguito grafico e tabella del profilo tempo/temperatura raccomandato per lo scopo.
Per schede host che prevedono più cicli di rifusione si raccomanda di eseguire la saldatura del modulo nella parte terminale del ciclo di saldatura, avendo cura di limitare vibrazioni eccessive durante la fase terminale di rifusione della pasta saldante.

Profile Feature	Pb-Free Assembly
Preheat/Soak	
Temperature Min (T_{smin})	150 °C
Temperature Max (T_{smax})	200 °C
Time (t_s) from (T_{smin} to T_{smax})	60-140 seconds
Ramp-up rate (T_L to T_p)	2 °C/second max.
Liquidous temperature (T_L)	217 °C
Time (t_L) maintained above T_L	60-150 seconds
Peak package body temperature (T_p)	240°
Time (t_p)* within 5 °C of the specified classification temperature (T_c), see Figure 9.	30* seconds
Ramp-down rate (T_p to T_L)	6 °C/second max.
Time 25 °C to peak temperature	5 minutes max.
* Tolerance for peak profile temperature (T_p) is defined as a supplier minimum and a user maximum.	

Tabella 3: Dettaglio tempi/temperature profilo saldatura per XTR-8LR100

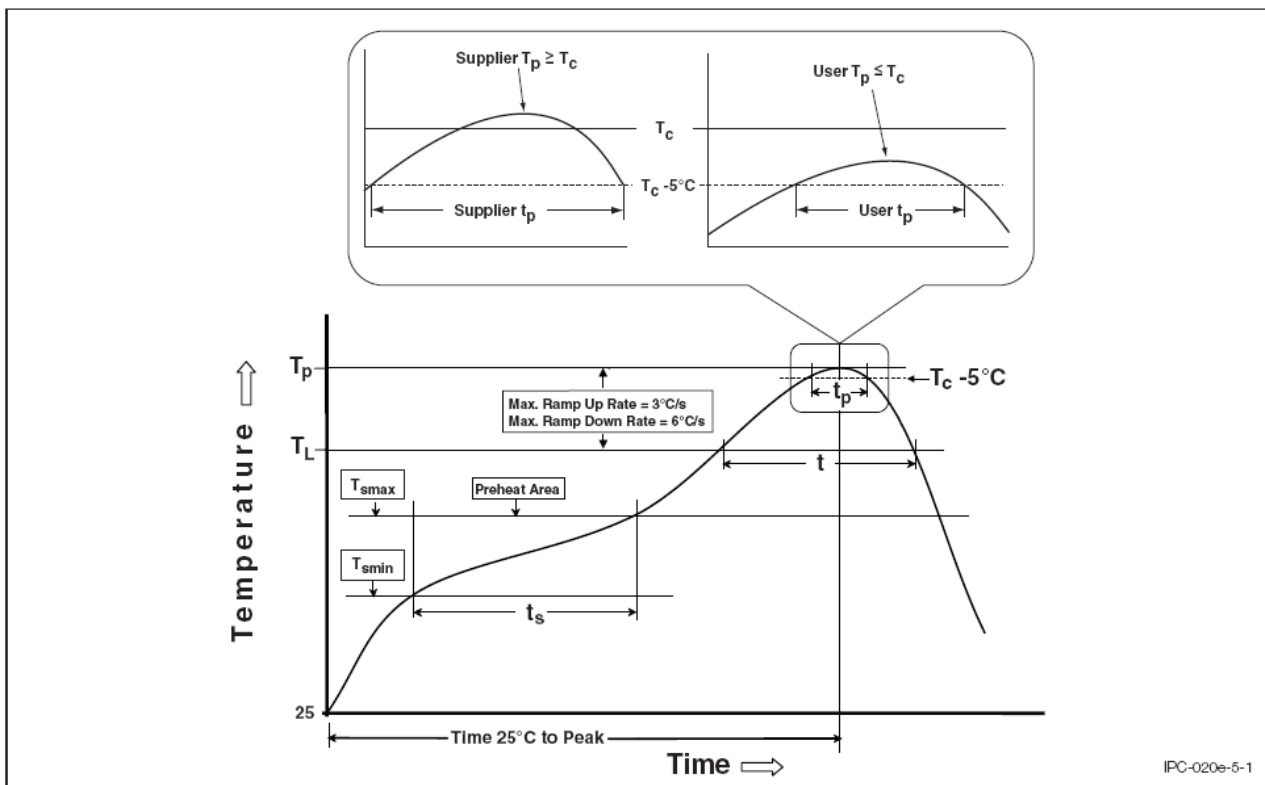


Figura 10: Profilo saldatura per XTR-8LR100

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

Specifiche imballaggio Tape and Reel:

XTR-8LR100 è imballato in bobine Tape and Reel composte da un nastro a cave antistatiche chiuse da un nastro di copertura.

In tal modo i moduli sono protetti ESD e possono essere gestiti da macchine per il montaggio automatico di componenti SMD.

DETAIL G
SCALE 5:1

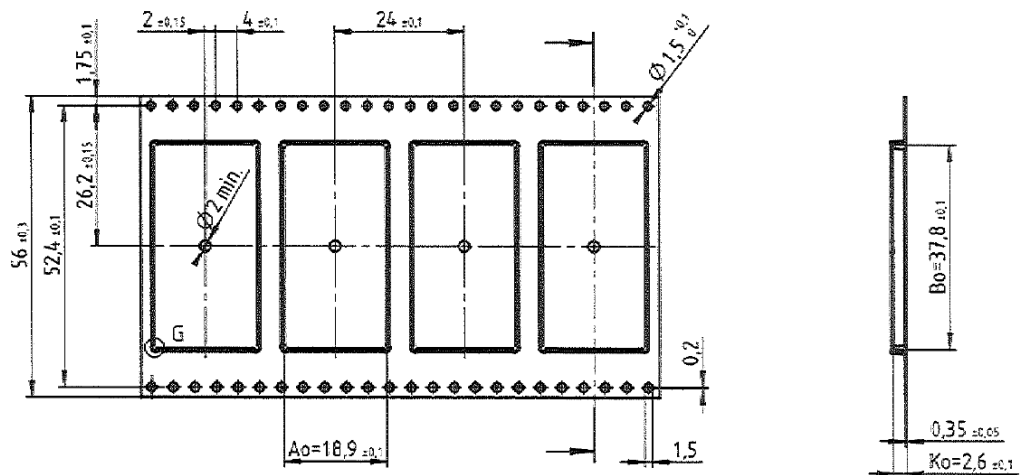
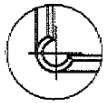


Figura 11: Disegno delle cave (in mm)

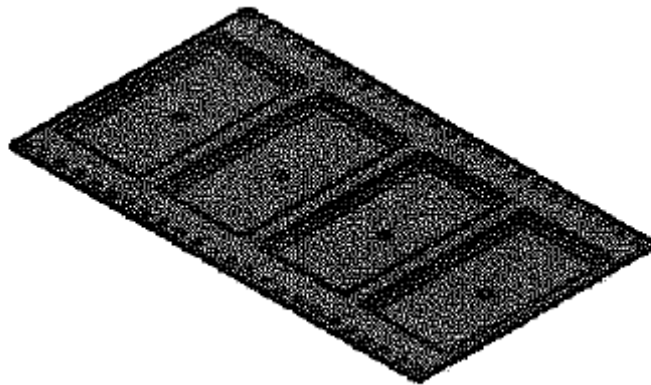


Figura 12: Aspetto esterno delle cave

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

Normativa di riferimento

Il ricetrasmittitore XTR-8LR100 soddisfa le normative europee **EN 300 220-2** e **EN 301 489-3**. I test sono stati effettuati mediante ricetrasmmissione di codici Pseudo Random Code (CEPT 70-03). L'occupazione di banda è verificata utilizzando un Pseudo Random Code a 500bps.

Il ricetrasmittitore deve essere alimentato da una sorgente a bassissima tensione di sicurezza protetta contro i cortocircuiti.

L'utilizzo del modulo ricetrasmittitore è previsto all'interno di contenitori che garantiscano il superamento della normativa EN 61000-4-2 non direttamente applicabile al modulo stesso.

Il dispositivo è conforme alla EN 62479, norma relativa all'esposizione umana ai campi elettromagnetici, se usato con duty cycle temporale non superiore al 10% come previsto nella raccomandazione CEPT 70-03.

Raccomandazione CEPT 70-03

Il ricetrasmittitore XTR-8LR100 opera nella banda di frequenza armonizzata e pertanto, al fine di ottemperare alla normativa vigente, il dispositivo deve essere utilizzato sulla scala temporale con massimo duty-cycle orario 10% (equivalente a 6 minuti di utilizzo su 60).

Versioni:

Data rilascio	Revisione manuale d'uso	Firmware corrispondente	Variazioni rispetto alla precedente revisione
	1.0	0100	Primo rilascio
11/03/2015	2.0	0107	Inserite fig.3,4,5,6 comandi AT, Normal con indir. Modalità 4,5,6, EQ. Da 1 a 4,
10/07/2015	2.1	0110	Introdotti tempi comm. caratteristiche tecniche Corr. Pag.8,14,15,16 Introdotta: Paragrafo saldatura, Imballo T&R
04/03/2016	2.2	0110	Documentato pin di reset del modulo
18/05/2016	2.3	0111	Correzioni varie
17/10/2016	2.4	0112	Inserita Nota Spreading Factor 6 a pagina 7 Risolto baco ricezione LoRa™
22/01/2019	2.5	0114	Correzioni varie

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