

ITT 2.0

Manuale utente

versione: 2.03



Indice generale

1	Descrizione ITT 2.0.....	2
2	Basestation.....	4
2.1	Consumi.....	5
2.2	LED Segnalazione.....	5
2.3	Comunicazione seriale.....	6
3	TAG.....	9
3.1	Status LED.....	10
3.2	Consumi.....	11
3.3	Assi 125Khz.....	11
4	Protocollo di comunicazione	12
4.1	Comunicazione 125Khz.....	12
4.1.1	Stima distanza via RSSI 125Khz.....	13
4.2	Comunicazione 2.4Ghz.....	13
4.2.1	Descrizione del protocollo.....	13
5	Dati sperimentali.....	14
5.1	Influenza dell'altezza del TAG nel risveglio.....	15
5.2	Influenza del corpo umano.....	16
5.3	Test distanza massima outdoor.....	17
5.4	Test distanza massima indoor.....	18
5.5	Influenza del cavo dell'antenna.....	19
5.6	Lobo antenna 125 Khz.....	20
A	Pulsante/LED di accensione.....	21

1 Descrizione ITT 2.0

ITT è un sistema di gestione degli accessi e di interazione basato su Rf-id attivi. E' composto da due componenti principali:

- Le centraline di controllo - **BASESTATION** - generano quelle che chiamiamo nuvole interattive. Quasi fosse la copertura di un ponte radio per la telefonia mobile, con il proprio segnale copre aree definite garantendo una continua scansione di ciò che avviene all'interno dell'area stessa.
- I moduli **TAG**, di piccole dimensioni, aumentano l'efficienza e la gestione di accesso e di interazione all'interno di queste aree. Definite non è sinonimo di piccole, in quanto tutto dipende dal numero di Basestation installate.

I TAG, pur essendo accesi, sono in uno stato di bassissimo consumo¹. Grazie alla loro completa programmabilità possono effettuare tutte le normali operazioni tipiche di un microprocessore come leggere sensori, tenere il tempo, acquisire dati, reagire a determinati eventi .



¹Fino a 3 anni con una normale batteria a bottone CR2032

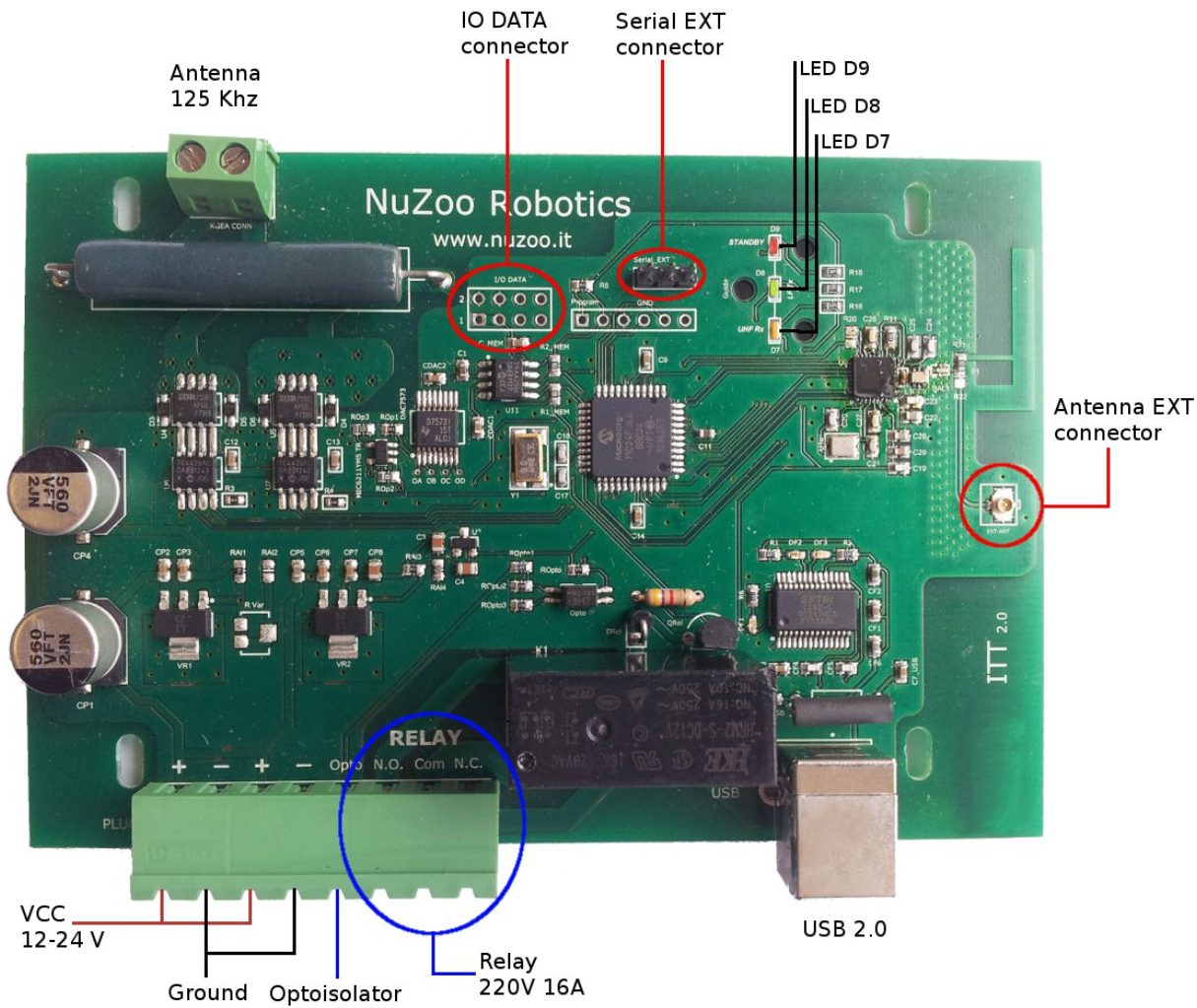
La **BASESTATION** emette un segnale codificato a bassa frequenza (125Khz), in questo modo crea delle "nuvole interattive" di diametro superiore ai 15 metri. La bassa frequenza utilizzata consente un'onda molto penetrante e quindi sicura, in quanto non viene ostacolata praticamente da nessun materiale. Quando un TAG entra in questa nuvola interattiva, rileva l'ID della stazione e lo segnala al microprocessore del TAG. Fatta questa verifica iniziale effettua le azioni previste o ricevute.



L'interazione consiste in uno scambio dati tra i **TAG** e la **BASESTATION** (frequenza 2.4Ghz), questo al fine di segnalare la presenza del TAG nell'ambiente circostante. In aggiunta consente di avere una precisa rilevazione della distanza del TAG dalla BASESTATION con un errore che può ridursi sino ad 1 cm.



2 Basestation



Caratteristiche hardware:

- MCU: PIC 24FJ64GB004 @ 32Mhz
- Tensione di alimentazione: da 12 a 24 V; 1.5 A.
- Range di tensioni gain 125Khz 4.5V – 18V (La tensione massima impostata è sempre vincolata alla tensione di alimentazione VCC)

Connettori:

IO DATA connector	
Pin	Descrizione
1	VCC 3.3V
2	Ground
3	VCC 3.3V
4	Ground
5	GPIO
6	GPIO
7	GPIO
8	GPIO

Serial EXT connector	
Pin	Descrizione
1	TX TTL 3.3V
2	RX TTL 3.3V
3	Ground

Antenna EXT connector: connettore U.FL per la connessione di un antenna esterna opzionale di comunicazione sui 2.4Ghz.

2.1 Consumi

Di seguito una tabella dei consumi della Basestation:

Descrizione	Consumo
MCU in idle (in attesa di comandi). No comunicazione.	23 mA
MCU con carico di elaborazione 100% e periferiche accese. No comunicazione.	52 mA
Comunicazione con TAG. Gain 125Khz a 2.5V	~100 mA ^{*1}
Comunicazione con TAG. Gain 125Khz a 12V	~300 mA ^{*1}
Comunicazione con TAG. Gain 125Khz a 19V	~450 mA ^{*1}

^{*1}: dati indicativi.

2.2 LED Segnalazione

Funzionamento:

- LED **Verde** (D8) acceso durante ogni fase di comunicazione con i TAG. Viene acceso prima di spedire il segnale di risveglio sui 125Khz e viene spento al termine della comunicazione sui 2.4Ghz.
- LED **Arancione** (D7): Toggle al ricevimento di dati, segnala la comunicazione 2.4Ghz della Basestation.

- LED **Rosso** (D9) lampeggia dal momento in cui viene attivato il **Relay**.

Avvio:

- In caso di avvio corretto effettua tre lampeggi dei LED **Rosso** (D9), LED **Arancione** (D7) e LED **Verde** (D8).
- LED **Rosso** (D9) acceso fisso LED **Arancione** (D7) lampeggiante: Il sistema di comunicazione 2.4 Ghz non risulta funzionante. Condizione di errore critica.
- LED **Rosso** (D9) acceso fisso LED **Verde** (D8) lampeggiante per tre secondi: DAC di regolazione del GAIN non trovato. Passati i due secondi si avvia correttamente.

2.3 Comunicazione seriale

La basestation dispone di due porte seriali, una UART TTL 3V (**Serial Ext**) e una seriale virtuale **USB** via FT232RL, entrambe attive e configurate come 115200 8N1.

Il protocollo di comunicazione utilizza codifica ASCII case sensitive, ogni messaggio termina con il carattere di fine linea **\r** o **\n**.

Al termine di ogni comando ritorna, oltre ai possibili valori di ritorno del comando specificato:

- **DONE**: comando eseguito correttamente.
- **ERR**: errore nell'interpretazione del comando.

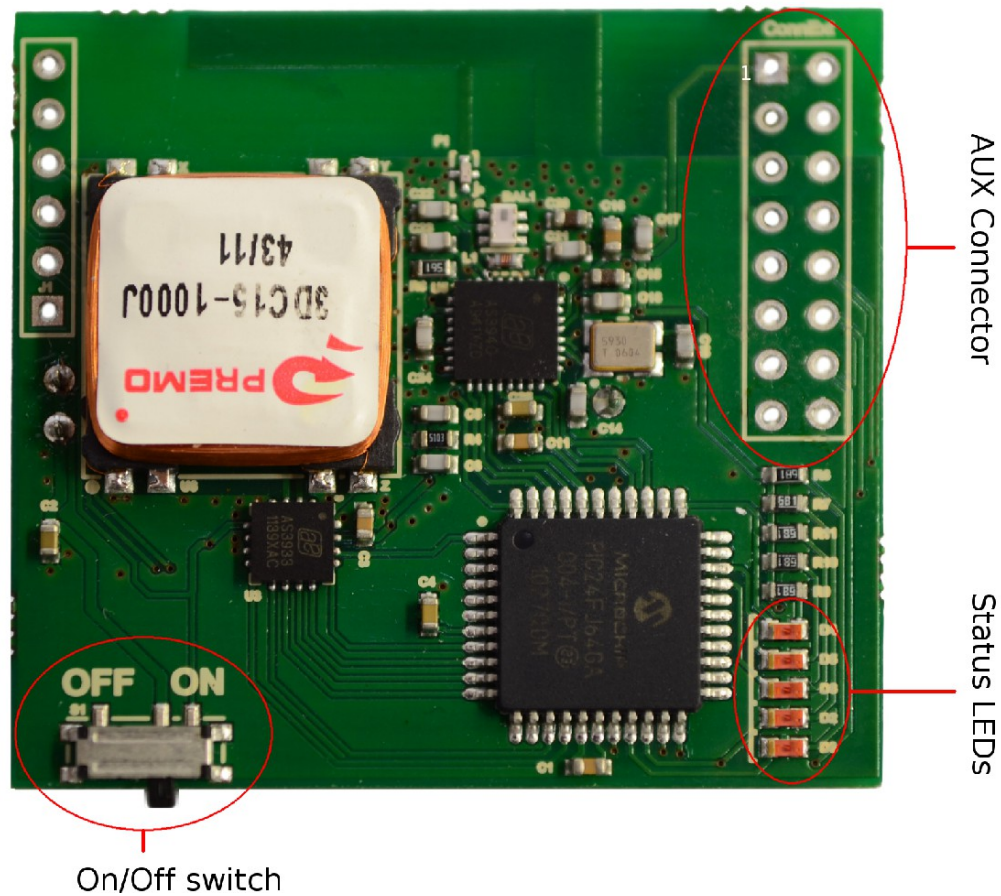
Di seguito i comandi riconosciuti:

Comando	Descrizione	Ritorno
SCAN	Scan dei tag TAG presenti. Ritorna: <ul style="list-style-type: none"> • Id dei TAG trovati 	FOUND,<id tag>,<id tag>... DONE - NONE (nessun tag presente)
SCANA	Scan advanced. Effettua una scansione dei TAG presenti in area e ritorna informazioni aggiuntive: <ul style="list-style-type: none"> • Id dei TAG presenti • Stato della batteria dei tag presenti (1 carica, 0 scarica) • RSSI della sveglia 125Khz misurato dal tag (da 0 a 31) 	FOUND,<id tag>,<battery>,<RSSI 125>,<id tag>,<battery>,<RSSI 125> ... DONE - NONE (nessun tag presente)
SCANT	Scan di test. Funziona correttamente con un solo TAG presente nell'area di risveglio. Ritorna: <ul style="list-style-type: none"> • id tag: id del Tag trovato • RSSI 125: RSSI 125Khz del Tag (0-31) • RSSI TAG 2.4: RSSI 2.4Ghz del Tag. • RSSI Base 2.4: RSSI 2.4Ghz della 	FOUND,<id tag>,<tag batt>,<RSSI 125>,<RSSI TAG 2.4>,<RSSI Base 2.4> DONE – ERR (nessun tag presente)

	Basestation.	
SCAN3	Effettua una scansione ritornando l'RSSI 125Khz dei tre assi dei TAG presenti: <ul style="list-style-type: none"> • Id dei TAG presenti • Stato della batteria dei tag presenti (1 carica, 0 scarica) • Tre assi RSSI della sveglia 125Khz misurato dal tag (da 0 a 31) 	FOUND,<id tag>, <battery>, <X RSSI 125>, <Y RSSI 125>, <Z RSSI 125>, <id tag>, <battery> ... DONE - NONE (nessun tag presente)
FIND ,<id tag>	Effettua una ricerca dei TAG presenti, ritornando i valori come da comando SCAN, ma facendo emettere ai TAG un beep per facilitarne la localizzazione. <ul style="list-style-type: none"> • Id tag: parametro opzionale. Se specificato ricerca solo il TAG con id specificato. 	FOUND,<id tag>,<id tag>... DONE - NONE (nessun tag presente)
HI	Comando di saluto.	ITT-B,<versione firmware i.e 2.5> DONE oppure ERR in caso di errori di inizializzazione.
RESTART	Riavvia la Basestation	DONE
SID ,<id basestation>	Imposta l'id della basestation. Dove: <ul style="list-style-type: none"> • id basestation: uint_32 id basestation Dopo la modifica è necessario riavviare il dispositivo per rendere effettive le modifiche.	DONE - ERR
GID	Ritorna l'id della basestation	ID,<id base> DONE
SGAIN_24 ,<gain>	Imposta il gain di comunicazione sui 2.4Ghz.	DONE - ERR
GGAIN_24	Ritorna il gain impostato.	GAIN_24,<gain> DONE
SGAIN_125 ,<gain>	Imposta il gain di comunicazione sui 125 Khz dove: <ul style="list-style-type: none"> • gain: tensione dell'impulso 125Khz: da 4500 a 18000 mVolt. 	DONE - ERR
GGAIN_125	Ritorna il gain 125Khz impostato.	GAIN_125,<gain> DONE
LL_SLEEP , <tag id>, <value>	Spedisce il messaggio SLEEP al TAG specificato, dove: <ul style="list-style-type: none"> • tag id: id del tag di destinazione • value: valore del messaggio sleep 	DONE - ERR
LL_SET ,<tag id>, <addr>, <byte>, <byte>,...	Spedisce il messaggio SET al TAG specificato, dove: <ul style="list-style-type: none"> • tag id: id del tag di destinazione 	DONE - ERR

	<ul style="list-style-type: none"> • addr: indirizzo di memoria da scrivere • byte,byte: i byte da scrivere 	
LL_GET ,<tag id>,<addr>,<length>	<p>Spedisce il messaggio GET al TAG specificato, dove:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tag id: id del tag di destinazione • addr: indirizzo di memoria da leggere • length: numero di byte da leggere 	DATA,byte,byte,byte DONE - ERR
SRELAY ,<value>	<p>Imposta il relay al valore specificato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0: spegne il relay • 1: accende il relay. 	DONE - ERR
GOPTO	<p>Ritorna il valore dell'opto isolatore:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1: optoisolatore attivo • 0: optoisolatore spento 	OPTO,<1/0> DONE
SAUX ,<pin>,<value>	<p>Imposte le uscite ausiliarie (IO DATA) al valore specificato, dove:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pin: pin da impostare (5,6,7 o 8 vedi connettore I/O DATA). • value: valore 0 o 1. 	DONE - ERR

3 TAG



Connettori:

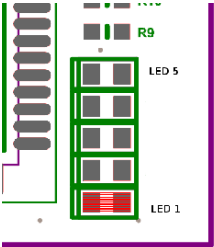
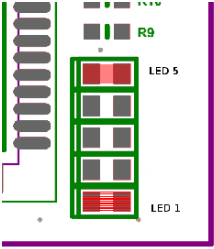
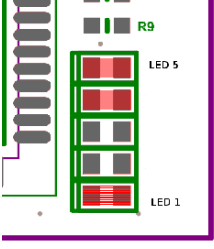
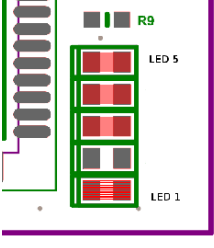
AUX connector			
Pin	Descrizione	Pin	Descrizione
1	VCC 3.3V	9	GPIO
2	VCC 3.3V	10	GPIO
3	GPIO	11	GPIO
4	TX seriale TTL 3.3V	12	GPIO
5	GPIO	13	GPIO
6	RX seriale TTL 3.3V	14	GPIO
7	Buzzer output (PWM)	15	Ground
8	GPIO	16	Ground

3.1 Status LED

I TAG dispongono di 5 LED rossi di segnalazione.

All'avvio accende i sequenza i LED per visualizzare lo stato di avanzamento dell'inizializzazione, al termine, in caso di inizializzazione corretta, viene riprodotto un breve motivo dal buzzer (se montato) e tutti i LED lampeggiano per 3 volte.

In caso di **errori** di inizializzazione il LED 1 lampeggia mentre i restanti LED segnalano la fase che ha causato il problema come nelle immagini seguenti:

<p>Errore di inizializzazione del Microcontrollore e nel caricamento dei parametri dalla memoria Flash. Questa configurazione di accensione dei LED è altamente improbabile.</p>	
<p>Errore di inizializzazione della seriale.</p>	
<p>Errore di inizializzazione del sistema di comunicazione 2.4 Ghz..</p> <p>Possibili cause:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mancata alimentazione chip di controllo. • Errori sul bus di comunicazione. 	
<p>Errore di inizializzazione del sistema di comunicazione 125 Khz</p> <p>Possibili cause:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mancata alimentazione del chip di controllo. • Errori sul bus di comunicazione. 	

3.2 Consumi

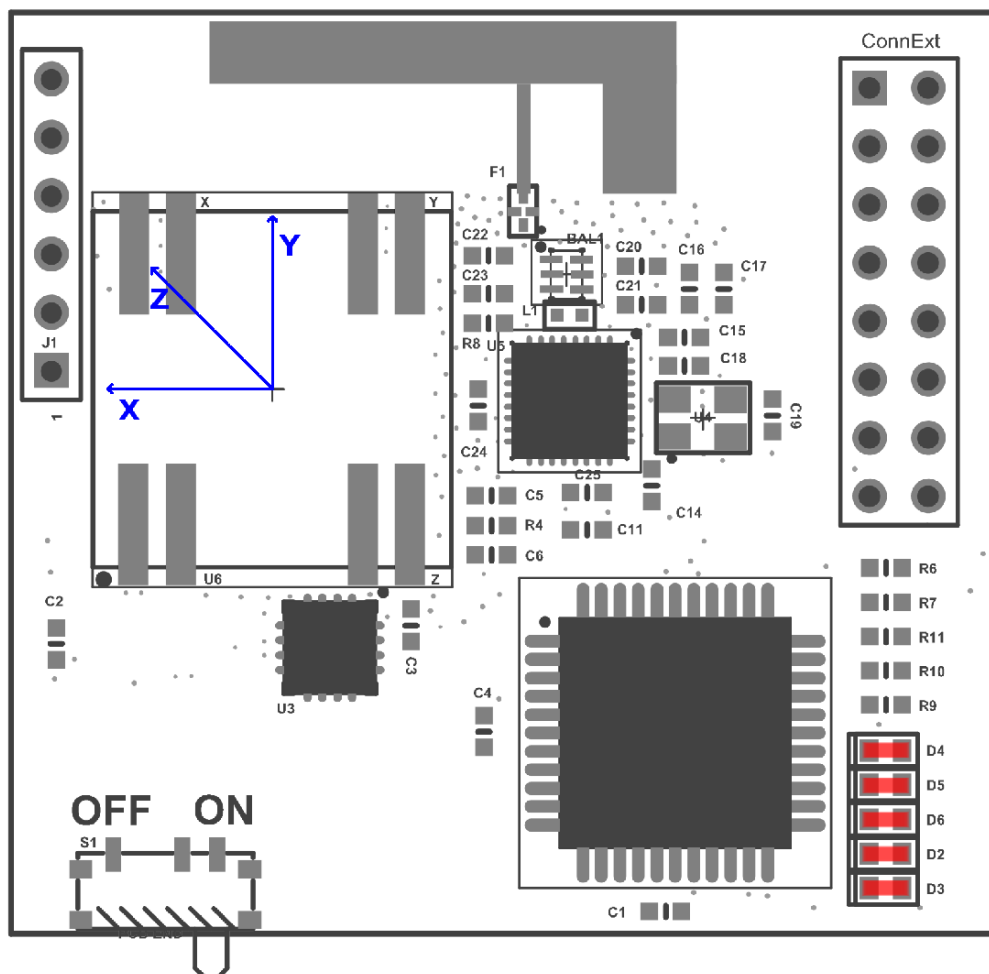
Di seguito la tabella dei comuni medi dei TAG:

Descrizione	Consumo
TAG in standby, in attesa di sveglia sui 125Khz senza conteggio del tempo.	14 μ A
TAG in standby, in attesa di sveglia sui 125Khz con conteggio del tempo abilitato.	1.294 mA
Consumo medio in comunicazione	~20 mA

3.3 Assi 125Khz

Il TAG dispone di un'antenna su tre assi per il rilevamento del segnale di risveglio sui 125Khz.

Di seguito è riportato il sistema di riferimento dell'antenna (in blu), essendo l'RSSI un valore senza segno, l'orientamento delle assi è stato riportato solo per scopi estetici.



4 Protocollo di comunicazione

4.1 Comunicazione 125Khz

ITT 2.0 permette una comunicazione wireless simplex sulla frequenza di 125 Khz dalla Basestation ai TAG. Scopo di questo scambio di messaggi è permettere ai TAG di restare in deep sleep e quindi risparmiare considerevolmente il consumo di batterie nelle fasi in cui non è necessario il loro intervento, solo al ricevimento del segnale di sveglia dalla Basestation il TAG si risveglia e comunica sui 2.4Ghz.

Il segnale di sveglia a 125 Khz spedito dalla basestation e ricevuto in broadcast da tutti i TAG è composto da una **prima parte** standard necessaria alla generazione del segnale di risveglio ed ha la seguente struttura:

Burst	Preable	Basestation ID
1111111111	0 1 0 1 0 1 0	0x9669
60 bit	7 bit	16 bit

A seguito di tale segnale il TAG si mette in ascolto di ulteriori dati, se non presenti si risveglia semplicemente, se presenti li decodifica e li rende disponibili alla lettura. La **seconda parte** del segnale di sveglia ha la seguente struttura:

Comando	Data: ID TAG	Data: ID Basestation	Data: Sleep value	CRC 4
8 bit	16 bit	16 bit	16 bit	4 bit

Dove:

- **Comando:** Specifica il comando da eseguire. E' un campo a 8 bit dove:
 - bit 0: se 0 sveglia indiscriminata di tutti i TAG, il campo Data ID TAG non è presente; se 1 sveglia solo del TAG specificato dal campo Data ID TAG
 - bit 1: se 1 il campo Data ID Basestation contiene l'ID 2.4Ghz della basestation che spedisce il segnale; se 0 il campo Data ID Basestation non è presente.
 - Bit 2: se 1 il campo Data Sleep Value contiene il numero di msec che il TAG deve dormire dopo aver terminato la comunicazione a 2.4Ghz con la basestation; se 0 il campo Data Sleep value non è presente.
 - Bit 3: se 1 al risveglio i TAG rispondono con un messaggio di tipo HIL (se supportato, HI altrimenti) contenente l'RSSI dei tre assi 125Khz
 - Bit 4: se 1 al risveglio i TAG emettono un Beep proseguendo con la normale comunicazione.
- I campi **Data:** sono presenti solo se il relativo bit nel campo comando sono impostati a 1. Sono tutti campi a 16 bit

- **CRC 4:** contiene il CRC a 4 bit dei dati presenti nella seconda parte del segnale di risveglio. Nel caso riceva la prima parte correttamente, ma il CRC della seconda parte risulta corrotto, allora il TAG viene risvegliato come se avesse ricevuto un comando = 0.

4.1.1 Stima distanza via RSSI 125Khz

Dai dati sperimentali risulta un legame proporzionale tra l'RSSI 125 Khz e la distanza del TAG. L'intensità del segnale non risulta essere particolarmente soggetto a ostacoli presenti tra i due dispositivi.

In base ai dati raccolti è stata stimata una formula che lega il gain 125 Khz della basestation e l'RSSI 125 Khz del TAG alla distanza di comunicazione, di seguito la formula:

$$d = \frac{g}{7} * (1 - 0.045 * RSSI)$$

DOVE:

- **d** = distanza in metri
- **g** = gain 125 Khz della basestation in Volt
- **RSSI** = RSSI 125 Khz misurato dal TAG.

4.2 Comunicazione 2.4Ghz

4.2.1 Descrizione del protocollo

Nella comunicazione a 2.4Ghz esiste una differenza logica tra gli attori del sistema. Le basestation hanno il compito di dirigere la comunicazione, svegliando (attraverso l'impulso a 125 Khz) e interrogando i vari TAG. I TAG sebbene in grado di dialogare con gli altri simili sono dei dispositivi slave che agiscono a seguito di richieste provenienti dalle basestation.

Il protocollo datalink utilizzato è l'**Aloha puro**.

Il protocollo di comunicazione è composto da messaggi funzionali di saluto e di gestione della comunicazione stessa e da messaggi che permettono di leggere o scrivere un'area di memoria volatile presente in ogni TAG chiamata **Communication Slot**. Ogni TAG dispone di 2048 byte di memoria accessibile e gestibile dalle varie basestation, il significato logico delle varie locazioni di memoria dipendono dall'implementazione.

5 Dati sperimentali

In tutti i test sperimentali l'antenna 125 KHz e' stata orientata direzionando l'asse X (asse in cui l'intensità del segnale è massima) rivolta verso il Tag. Queste le assi adottate per le antenne 125KHz.



5.1 Influenza dell'altezza del TAG nel risveglio

E' stata testata l'influenza dell'altezza del TAG in relazione all'antenna 125 Khz al variare dell'gain della basestation.

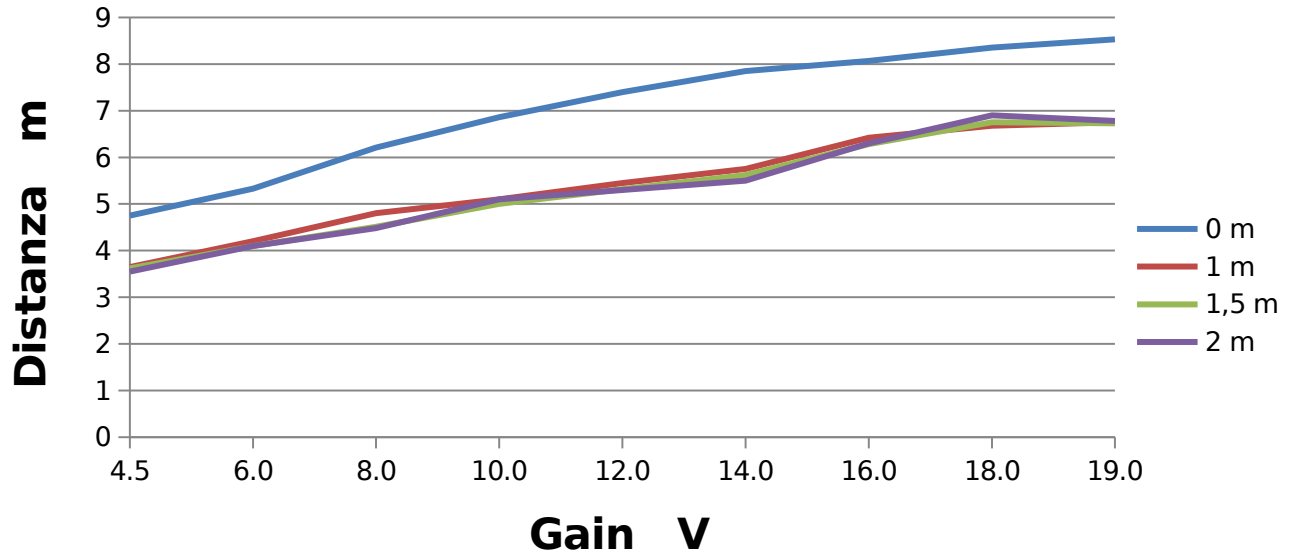


Illustrazione 1: Grafico di influenza dell'altezza nella comunicazione

Dal grafico si evince che il TAG appoggiato a terra (altezza 0m) offre una maggiore distanza massima di comunicazione, altezze differenti non influenzano in modo significativo la portata del risveglio.

5.2 Influenza del corpo umano

E' stata testata l'influenza del corpo umano sulla distanza massima di comunicazione, durante il test con persona il TAG è stato tenuto in mano, durante il test senza persona è stato posizionato su un'asta di polistirolo.

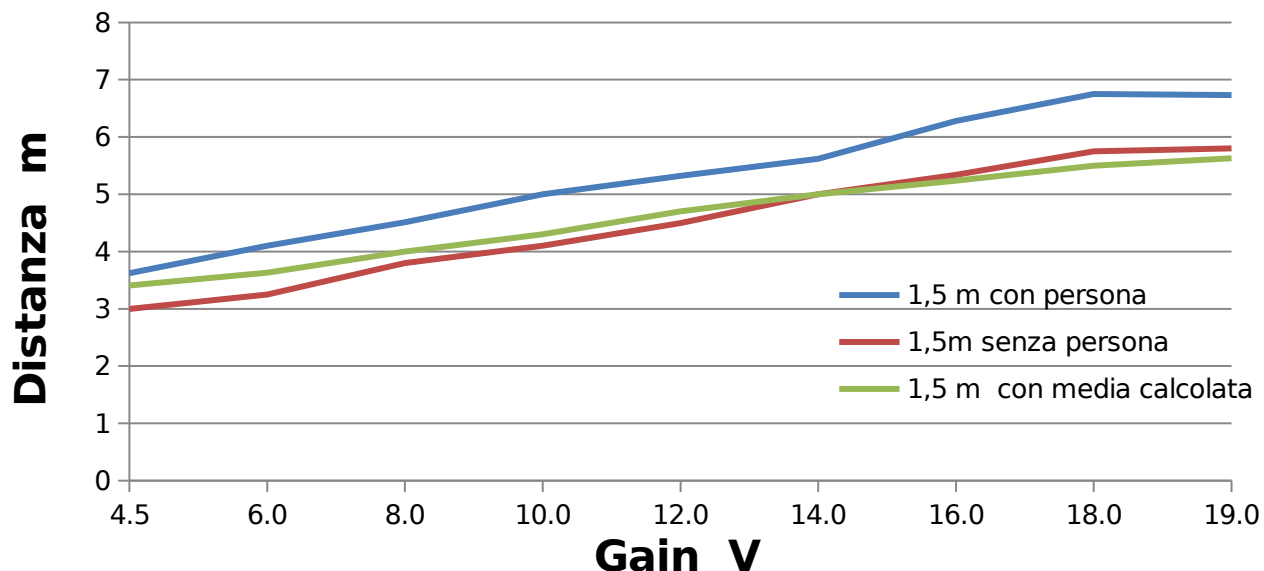


Illustrazione 2: Grafico influenza del corpo umano sulla comunicazione

Dal grafico risulta che il TAG in mano aumenta la distanza massima raggiungibile dalla sveglia 125 Khz.

5.3 Test distanza massima outdoor

Sono stati effettuati test di distanza massima all'aperto al variare del gain della basestation con ostacoli differenti tra basestation e TAG.

Come ostacoli sono stati sperimentati muri di cemento, erba e cespugli.



Illustrazione 3: Muro di cemento armato. 16cm di spessore



Illustrazione 4: Cespuglio. Circa 4m di diametro

Di seguito il grafico riassuntivo.

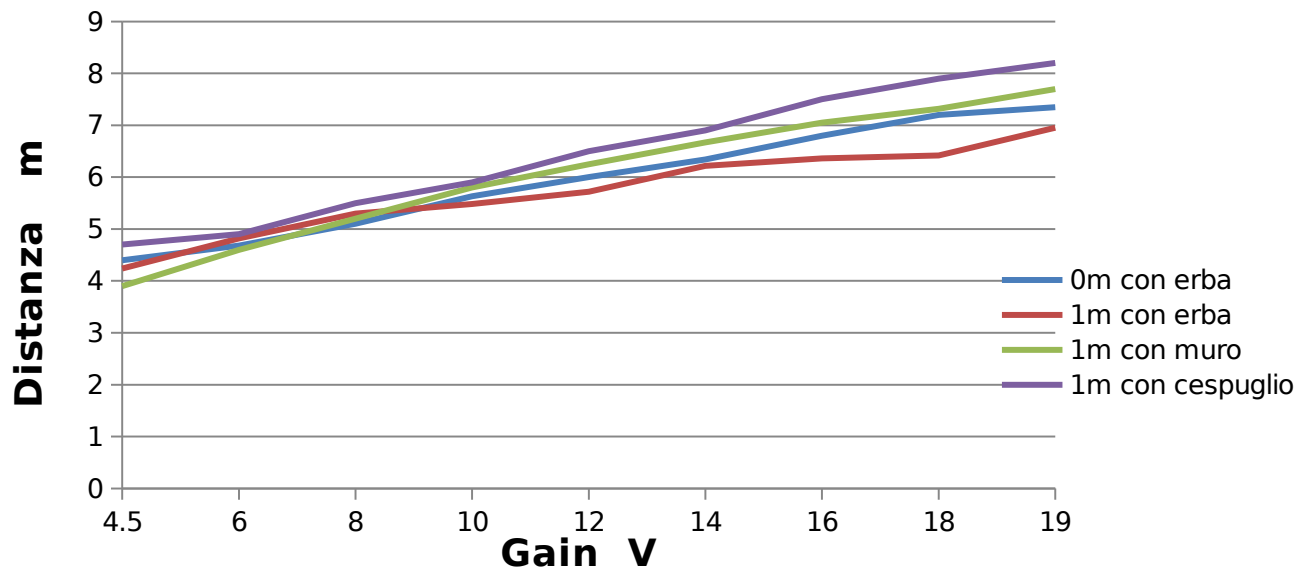


Illustrazione 5: Grafico distanze outdoor

Dai risultati non sembra che gli ostacoli influenzino in modo particolare il segnale di risveglio. Durante i test è stata sperimentata la comunicazione 125 Khz in acqua dolce, immergendo l'antenna della basestation e il TAG ad una profondità di circa 20cm, ma con questa configurazione non avviene alcuna comunicazione né sui 125Khz né sui 2.4Ghz.

5.4 Test distanza massima indoor

Sono stati effettuati test di misurazione indoor della distanza massima di risveglio con Gain variabile.

Tutti i test sono stati effettuati con l'antenna della basestation orientata a 90gradi lungo l'asse Y e TAG sdraiato con l'antenna 3D rivolta verso l'alto.

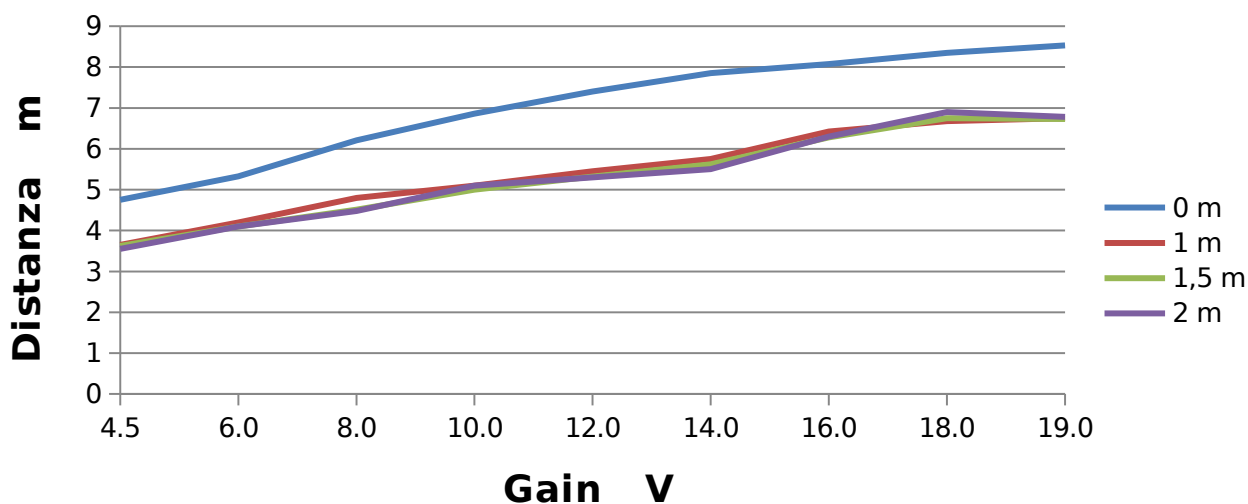


Illustrazione 6: Grafico distanze indoor

Di dati risulta che non esiste particolare differenza tra le distanze indoor e outdoor, a meno di particolari caratteristiche della struttura al chiuso. Risulta che l'altezza del TAG influenza la distanza massima.

Risulta che la distanza massima raggiungibile è di **8.5m** circa raso terra con gain a 19V (basestation a circa 80cm di altezza e TAG al suolo), una distanza massima media con basestation e TAG alla stessa altezza (1m) con gain a 19V (massimo) è di circa **7m**.

5.5 Influenza del cavo dell'antenna

Durante il test il TAG e l'antenna della basestation sono stati posizionati ad una distanza e altezza fissa, è stato quindi modificato il gain e monitorata la potenza del segnale RSSI. Il test è stato ripetuto con le seguenti tre tipologie di cavi:

- A) Cavo standard dell'antenna.
Sezione 0.8 mm^2 ; lunghezza 0.12m.
- B) Cavo di alimentazione rosso-nero.
Sezione 1 mm^2 ; lunghezza 5m.
- C) Doppino telefonico.
Sezione 0.3 mm^2 ; lunghezza 5m.

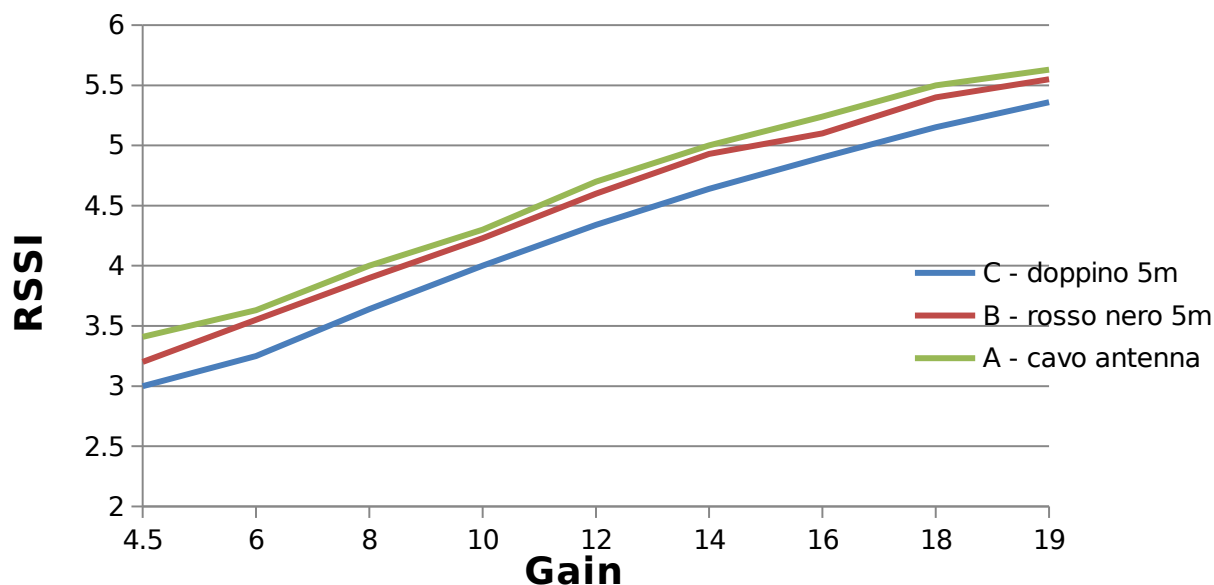
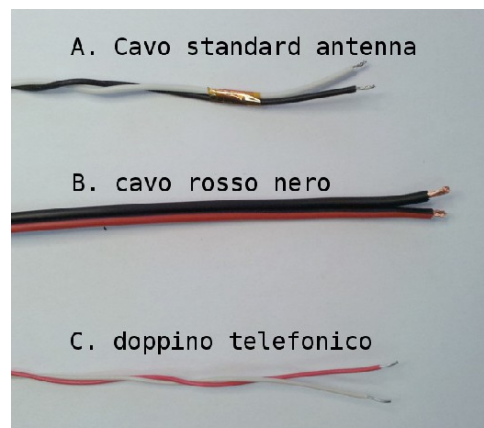


Illustrazione 7: Grafico di influenza della tipologia di cavo adottato

Le prestazioni diminuiscono all'aumentare della lunghezza e al diminuire della sezione del cavo, come si evince dal grafico seguente.

5.6 Lobo antenna 125 Khz

Di seguito una rappresentazione del lobo 3D di emissione dell'antenna 125 Khz basato su dati sperimentali.

Test effettuato con un TAG a distanza di 2m. Basestation gain 12V. L'immagine sotto identifica la posizione 0,0,0 dell'antenna.

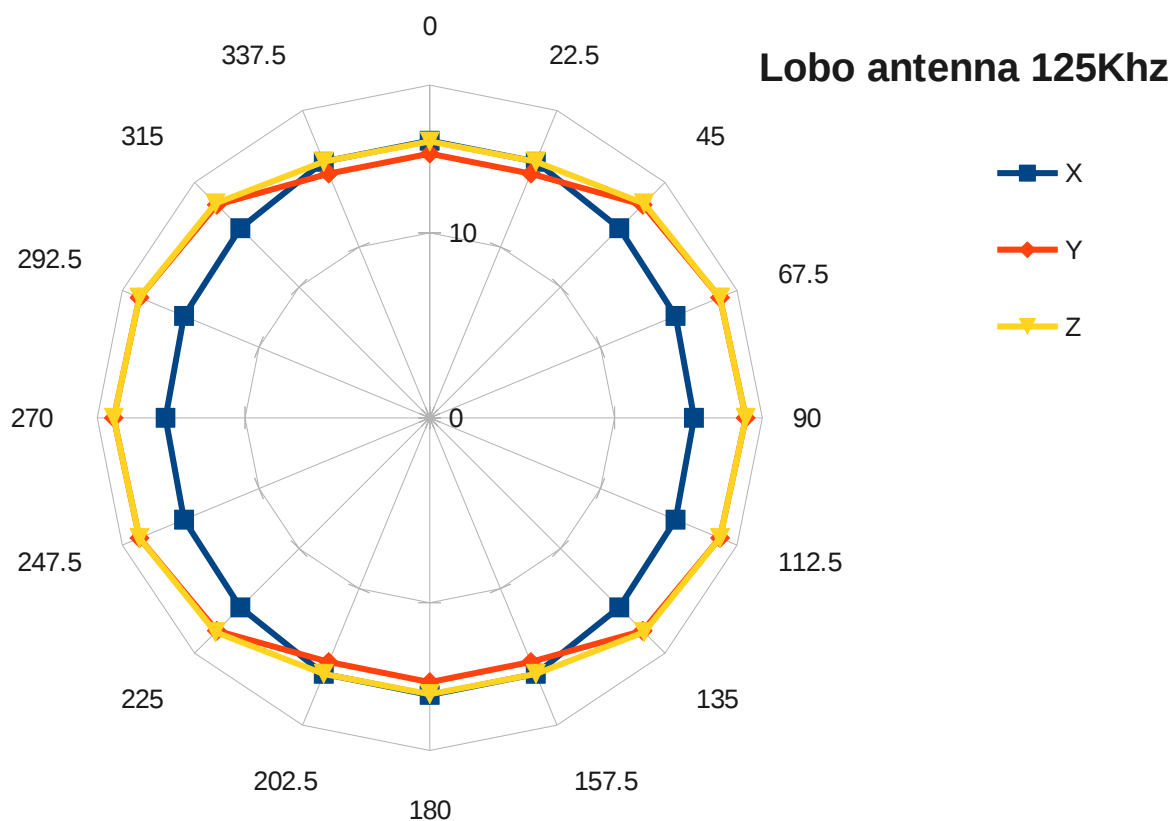


Illustrazione 8: Lobo 3D antenna 125 Khz

A Pulsante/LED di accensione

Nelle postazioni è stato installato un pulsante con incorporato un LED rosso di segnalazione. E' connesso al GPIO RaspberryPI secondo la seguente piedinatura:

- Pin 39 = Ground
- Pin 35 = LED rosso
- Pin 37 = Pulsante; la pressione chiude a massa, per leggere il valore correttamente è quindi necessario attivare la resistenza di pull-up nel relativo piedino della Raspberry.