

T064A-TLR35-IS12

Sensore RADAR di livello idrometrico in banda W



Manuale d'uso e manutenzione

Versione firmware 1.1.0

Sommario

1.	Introduzione.....	4
1.1	Scopo e destinatari del manuale.....	4
1.2	Informazioni di contatto e supporto.....	4
1.3	Convenzioni e simboli utilizzati	5
2.	Precauzioni e misure di sicurezza	6
2.1	Destinazione d'uso	6
2.2	Avvertenze	6
2.3	Spostamento.....	6
2.4	Rimozione dell'imballo.....	6
2.5	Accensione	7
2.6	Durante il funzionamento	7
2.7	Immagazzinamento.....	7
2.8	Manutenzione.....	8
2.8.1	Pulizia dello strumento.....	8
2.8.2	Protezioni delle linee elettriche.....	8
2.9	Smaltimento.....	8
3.	Hardware e connessioni.....	9
3.1	Panoramica del TLR35	9
3.2	Collegamenti elettrici	10
3.3	Caratteristiche elettriche.....	11
3.3.1	Alimentazione	11
3.3.2	RS - 485.....	12
3.3.3	SDI - 12	12
3.3.4	Uscita analogica 4 - 20mA.....	13
3.4	Etichetta identificativa	14
4.	Installazione e messa in funzione	15
5.	Funzionamento.....	16
5.1	Principio di funzionamento.....	16
5.2	Acquisizione e misure	17
5.3	Protocolli di comunicazione	18
5.3.1	Protocollo MODBUS.....	18
5.3.2	Protocollo SDI-12.....	20
5.3.2.1	Test sensore <a>!.....	20

5.3.2.2	Invio identificativo <a>!	20
5.3.2.3	Cambio indirizzo <a>A!.....	21
5.3.2.4	Richiesta indirizzo corrente ?!	21
5.3.2.5	Comandi e procedure per la lettura delle misure	21
5.4	Uscita analogica 4 – 20mA.....	25
6.	Cronologia delle revisioni	26
7.	Direttive di riferimento	27
8.	Allegato A: stazioni radioastronomiche.....	28

1. Introduzione

Il manuale presenta importanti informazioni per l'uso e manutenzione del sensore di livello idrometrico RADAR T064A-TLR35-IS12. Consultare sempre il manuale prima di qualsiasi operazione sullo strumento.

1.1 Scopo e destinatari del manuale

Il manuale fornisce:

- Informazioni di sicurezza sul prodotto T064A-TLR35-IS12
- Informazioni su hardware e collegamenti del dispositivo
- Informazioni di installazione, uso, manutenzione e smaltimento del dispositivo

Il manuale si rivolge prevalentemente a personale tecnico quale:

- Progettisti di reti di monitoraggio
- Gestori di reti di monitoraggio
- Installatori
- Operatori tecnici
- Personale addetto alla manutenzione

Conservare con cura il manuale e tenerne una copia sempre disponibile per gli operatori.

1.2 Informazioni di contatto e supporto

Per informazioni tecniche e commerciali e per supporto, si faccia riferimento ai contatti del produttore.

SIAP+MICROS S.p.A.

Via del Lavoro 1,

31020 – San Fior (TV) - Italia

<https://www.siapmicros.com/>

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

Per un dettaglio della documentazione tecnica si faccia riferimento alla pagina di prodotto.

<https://www.siapmicros.com/sistemi-di-misura/livello-idrometrico/>

1.3 Convenzioni e simboli utilizzati

Nel testo potranno essere utilizzati i seguenti simboli, con il relativo significato spiegato di seguito.



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



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



Simbolo di tensione e corrente continua.

Testo importante

Prestare particolare attenzione quando si trova un testo incorniciato di rosso.

Operazione rischiosa

Un testo bianco su sfondo rosso indica un'operazione potenzialmente rischiosa per l'apparecchiatura come, ad esempio, la possibilità di:

- Perdita della configurazione di misura
- Perdita di funzionalità
- Degrado delle prestazioni di misura
- Danneggiamento dell'apparecchiatura

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

Nel seguito, per indicare il prodotto RADAR T064A-TLR35-IS12, saranno utilizzati indifferentemente i termini "TLR35-IS12", "TLR35", "sensore", "dispositivo", "RADAR", "strumento", "prodotto".

2. Precauzioni e misure di sicurezza

2.1 Destinazione d'uso

Lo strumento è un RADAR in banda W (80GHz), destinato alla misura di livelli idrometrici sino ad un fondo scala di 35 metri. Può essere in generale utilizzato per la misura di distanza da oggetti con permittività dielettrica superiore ad 1.9.

2.2 Avvertenze

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

Norme generali di sicurezza

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

2.3 Spostamento

Per evitare danni all'apparecchiatura, prestare attenzione durante il trasporto. Evitare gli urti. Trasportare il TLR35 in un opportuno imballo protettivo.

2.4 Rimozione dell'imballo

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

- Usare guanti adatti per proteggersi contro eventuali abrasioni ecc.
- Se vengono riscontrati eventuali danni arrecati durante il trasporto a carico del fornitore, restituire lo strumento al fornitore.

- Una volta tolto dall'imballo, posare lo strumento e le parti che lo compongono su una superficie piana.
- Prestare attenzione ai connettori presenti nella parte laterale del contenitore della strumentazione durante l'operazione.

Prima di installare lo strumento controllare che:

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

2.5 Accensione

Per accendere lo strumento occorre e basta inserire il cavo di collegamento 7 poli con la tensione di alimentazione presente ai poli 6, per il positivo, e 7, per la massa. Si mostrerà in dettaglio lo schema dei collegamenti nel capitolo tre.



Non eccedere la tensione di alimentazione massima di 30V



Prestare particolare attenzione nella connessione del cavo di collegamento 7 poli: assicurarsi preventivamente che tutti gli altri segnali presenti sul connettore, RS - 485, SDI - 12 ed uscita analogica, siano correttamente connessi dal lato data logger / strumentazione di acquisizione od opportunamente isolati.

2.6 Durante il funzionamento

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

2.7 Immagazzinamento

Se si prevede di non utilizzare l'apparecchiatura per un periodo di tempo prolungato (almeno un anno):

- Scollegare tutti i cavi dall'apparecchio, inserirlo in un sacchetto di plastica trasparente insieme ad un sacchetto di sali essiccanti e sigillare il sacchetto con del nastro adesivo. Apporre opportuna indicazione sul sacchetto del contenuto e del peso dell'apparecchiatura inserendo la dicitura

MANEGGIARE CON CURA

- Conservare lo strumento in un ambiente con temperatura compresa tra 0 e 60 gradi con un'umidità non superiore all'80%.

- Assicurarsi che lo strumento sia riposto in posizione stabile e che non sia possibile danneggiarlo o spostarlo mediante imperizia o distrazione.
- Non sovrapporre altri strumenti o pesi. Non sovrapporre lo strumento ad altri strumenti e comunque assicurarsi della solidità e stabilità del supporto sottostante.

2.8 Manutenzione

Il sensore non presenta particolari necessità di manutenzione. Per una corretta e costante bontà della misura, va tenuto conto di mantenere pulita e libera da ostacoli, anche temporanei, l'area sottostante il sensore all'interno del cono di misura (8°).

È comunque consigliabile una verifica periodica, ad esempio annuale, del buon funzionamento dello strumento per confronto con strumenti campione di riferimento.

2.8.1 Pulizia dello strumento

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

2.8.2 Protezioni delle linee elettriche

Il prodotto è dotato di dispositivi di protezione da sovratensioni, sovracorrenti e scariche elettrostatiche. Le alimentazioni inoltre sono provviste di circuiteria contro le inversioni di polarità. Si presti sempre particolare attenzione ai collegamenti e si faccia sempre riferimento alle specifiche tecniche dello strumento reperibili al link <https://www.siapmicros.com/sistemi-di-misura/livello-idrometrico/> per i limiti di applicabilità. Si veda il capitolo tre per maggiori dettagli.

2.9 Smaltimento



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

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

3. Hardware e connessioni

3.1 Panoramica del TLR35

Il TLR35 è un sensore RADAR in banda W per la misura di livelli idrometrici sino ad un massimo di 35 metri di fondo scala. Per i dettagli sul ciclo di misura e sulle grandezze elettriche disponibili, si faccia riferimento al capitolo cinque sul funzionamento del dispositivo. Le parti costitutive del TLR35 sono mostrate nella prossima figura.



Figura 1: RADAR TLR35

- **Connettore 7 poli di interfacciamento**

Su questo connettore si ha:

- Alimentazione al sensore.
- Bus RS – 485.
- Bus SDI – 12.
- Uscita analogica in corrente 4 – 20mA

- **Aeratore**

Garantisce una compensazione di pressione e preserva la guarnizione del contenitore.

- **Staffa di fissaggio**

Permette l'installazione su diverse tipologie di attacco. La prossima figura 2 mostra le misure e gli ingombri del sensore in mm. Sulla staffa, accanto al logo SIAP+MICROS, è riportata una incisione del cono di emissione che indica la direzione del segnale RADAR in uscita: il segnale esce dal fondo del sensore (lato opposto all'etichetta).

La prossima figura mostra le misure del TLR35.

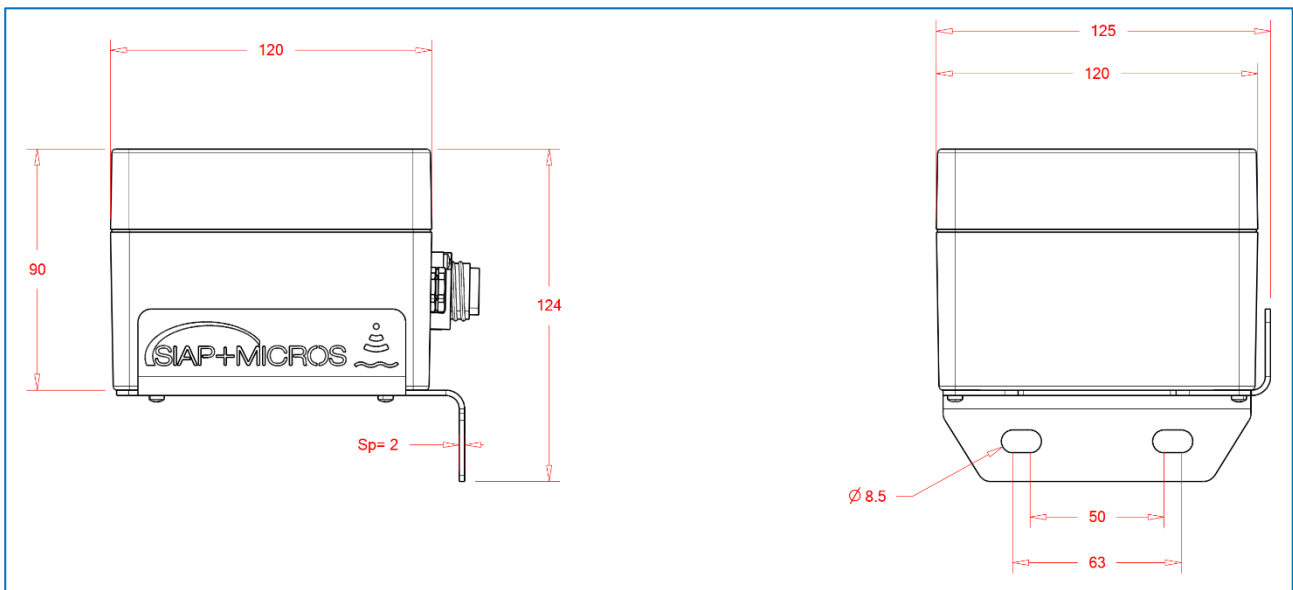


Figura 2: misure TLR35

Il sensore risulta compatto e senza parti esposte. Il contenitore in policarbonato, per applicazioni outdoor, è trasparente al segnale elettromagnetico emesso in fase di misura e l'antenna dello strumento è convenientemente mantenuta all'interno di esso. Il piano di misura è calibrato per coincidere con il fondo del contenitore.

3.2 Collegamenti elettrici

Le connessioni elettriche sono riportate su connettore 7 poli modello Amphenol C016 30C006 100 12.

Pin	Segnale
1	A - RS485
2	B - RS485
3	SDI - 12
4	+(4 - 20mA)
5	-(4 - 20mA)
6	+Alim.
7	GND

Figura 3: connessioni elettriche con uscita 4 - 20mA

Il colore delle righe nella colonna "Segnale" della tabella rispecchia il colore dei fili del cavo di connessione standard che può essere fornito da SIAP+MICROS.

Con riferimento al connettore mostrato nella figura 3:

1. Pin 1: **A - RS485**, positivo della RS - 485, riferito alla massa GND del pin 7.
2. Pin 2: **B - RS485**, negativo della RS - 485, riferito alla massa GND del pin 7.
3. Pin 3: **SDI - 12**, linea dati per il protocollo SDI - 12, riferito alla massa GND del pin 7.
4. Pin 4: **+(4 - 20mA)**, positivo dell'uscita in corrente 4 - 20mA.
5. Pin 5: **-(4 - 20mA)**, negativo dell'uscita in corrente 4 - 20mA.
6. Pin 6: **+Alim.**, positivo di alimentazione (intervallo di tensioni continue 7V ÷ 30V $\overline{\text{---}}$)
7. Pin 7: **GND**, negativo dell'alimentazione e riferimento di tensione per i livelli elettrici ai pin 1, 2, 3.

3.3 Caratteristiche elettriche

In questo paragrafo si descrivono le caratteristiche elettriche dei segnali al connettore sette poli con riferimento ai limiti elettrici, al filtraggio, alle protezioni da inversione di polarità, sovratensioni, sovracorrenti, e scariche elettrostatiche. La descrizione è suddivisa nelle sezioni:

- Alimentazione
- Bus RS - 485
- Bus SDI - 12
- Uscita analogica 4 - 20mA

3.3.1 Alimentazione

L'alimentazione è portata ai pin 6 (positivo) e 7 (negativo) del connettore sette poli.

- Intervallo di tensioni di funzionamento 7V ÷ 30V $\overline{\text{---}}$.
- Consumo medio in MODBUS a 9600bps inferiore a 10mA per alimentazione a 12V $\overline{\text{---}}$.
- Consumo medio in SDI - 12 inferiore a 10mA per alimentazione a 12V $\overline{\text{---}}$.
- Consumo medio in 4 - 20mA inferiore a 30mA a 12V $\overline{\text{---}}$.
- Consumo massimo di picco nella fase di misura: 100mA per alimentazione a 12V $\overline{\text{---}}$.

L'alimentazione è provvista di un circuito di protezione a tre stadi, scaricatore a gas, varistore e TVS, per la protezione da sovracorrenti, sovratensioni e scariche elettrostatiche. Caratteristiche delle protezioni:

- Tensione d'innesco nominale in corrente continua: 75V.
- Tensione d'innesco impulsiva in corrente continua: < 400V @ 100 V/μs, < 700V @ 1 kV/μs.
- Protezione da sovracorrente: 3kA (8/20 μs e 10 funzionamenti in protezione), 3.5kA massimo (1 funzionamento 8/20 μs).

- Protezione da scariche elettrostatiche: sino a 18 kV; IEC 61000-4-2 level 4, IEC 61000-4-5 (surge) IPP = 3A (8/20 μ s).
- Fusibile di protezione: tecnologia PTC ripristinabile, corrente di mantenimento 0.5 A e corrente di innesco di 1 A. Tempo di innesco: 150ms ad una sovracorrente di 8 A.

L'alimentazione è anche provvista di circuito di protezione contro le inversioni di polarità.

3.3.2 RS – 485

La RS – 485 è presente ai pin 1 (positivo) e 2 (negativo) del connettore sette poli.

- La linea positiva, pin 1, ha un pull – up sui 3.3V interni del TLR35. Questo pull – up è posizionato tra il transceiver RS – 485 e tutte le protezioni di linea prima del connettore.
- La linea negativa, pin 2, ha un pull – down verso la massa interna del TLR35. Questo pull – down è posizionato tra il transceiver RS – 485 e tutte le protezioni di linea prima del connettore.
- È presente un filtro passa basso di linea con frequenza di taglio a 3dB di circa 7MHz.

Ogni linea è provvista di un circuito di protezione a tre stadi, scaricatore a gas, varistore e TVS, per la protezione da sovracorrenti, sovratensioni e scariche elettrostatiche. Caratteristiche delle protezioni:

- Tensione d'innesco nominale in corrente continua: 75V.
- Tensione d'innesco impulsiva in corrente continua: < 400V @ 100 V/ μ s, < 700V @ 1 kV/ μ s.
- Protezione da sovracorrente: 3kA (8/20 μ s e 10 funzionamenti in protezione), 3.5kA massimo (1 funzionamento 8/20 μ s).
- Protezione da scariche elettrostatiche: ESD: IEC 61000-4-2, \pm 30kV per scarica in contatto, \pm 30kV per scarica in aria. EFT: IEC 61000-4-4, 50A (5/50ns). Fulminazione: IEC 61000- 4-5, 19 A (8/20 μ s).
- Fusibile di protezione: tecnologia PTC ripristinabile, corrente di mantenimento 0.12 A e corrente di innesco di 0.3 A. Tempo di innesco: 100ms ad una sovracorrente di 1 A.

3.3.3 SDI – 12

La linea dati SDI – 12 è presente al pin 3 del connettore sette poli.

L'impedenza sulla linea segue le specifiche consigliate dallo standard SDI – 12:

- Resistenza di pull – down da 220k Ω .
- Condensatore tra linea e massa da 2.2nF.
- Resistenze serie sulla linea, prima e dopo il filtro, da 560 Ω .

La linea, quindi, ha un filtro passa basso con frequenza di taglio a 3dB di circa 130kHz.

La linea è provvista di un circuito di protezione a tre stadi, scaricatore a gas, varistore e TVS, per la protezione da sovracorrenti, sovratensioni e scariche elettrostatiche. Caratteristiche delle protezioni:

- Tensione d'innesco nominale in corrente continua: 75V.
- Tensione d'innesco impulsiva in corrente continua: < 400V @ 100 V/μs, < 700V @ 1 kV/μs.
- Protezione da sovracorrente: 3kA (8/20 μs e 10 funzionamenti in protezione), 3.5kA massimo (1 funzionamento 8/20 μs).
- Protezione da scariche elettrostatiche: IEC 61000-4-2, ±30kV per scarica in contatto, ±30kV per scarica in aria.
- Fusibile di protezione: tecnologia PTC ripristinabile, corrente di mantenimento 0.12 A e corrente di innesco di 0.3 A. Tempo di innesco: 100ms ad una sovracorrente di 1 A.

3.3.4 Uscita analogica 4 – 20mA

L'uscita analogica 4 – 20mA è presente ai pin 4 (positivo) e 5 (negativo) del connettore sette poli.

La tensione presente sulla linea è pari alla tensione di alimentazione del RADAR mentre la corrente è proporzionale al segnale misurato come spiegato al capitolo cinque.

Il carico massimo dipende dalla tensione di alimentazione del sensore:

- 250 Ω @ Valim > 11V ———
- 200 Ω @ 10V < Valim ≤ 11V ———
- 150 Ω @ Valim ≤ 10V ———

L'uscita è provvista di un circuito di protezione a tre stadi, scaricatore a gas, varistore e TVS, per la protezione da sovracorrenti, sovratensioni e scariche elettrostatiche. Caratteristiche delle protezioni:

- Tensione d'innesco nominale in corrente continua: 75V.
- Tensione d'innesco impulsiva in corrente continua: < 400V @ 100 V/μs, < 700V @ 1 kV/μs.
- Protezione da sovracorrente: 3kA (8/20 μs e 10 funzionamenti in protezione), 3.5kA massimo (1 funzionamento 8/20 μs).
- Protezione da scariche elettrostatiche: sino a 18 kV; IEC 61000-4-2 level 4, IEC 61000-4-5 (surge) IPP = 3A (8/20 μs).
- Fusibile di protezione: tecnologia PTC ripristinabile, corrente di mantenimento 0.12 A e corrente di innesco di 0.3 A. Tempo di innesco: 100ms ad una sovracorrente di 1 A.

3.4 Etichetta identificativa

Nella parte superiore del sensore si trova l'etichetta identificativa che riportiamo nella prossima figura.

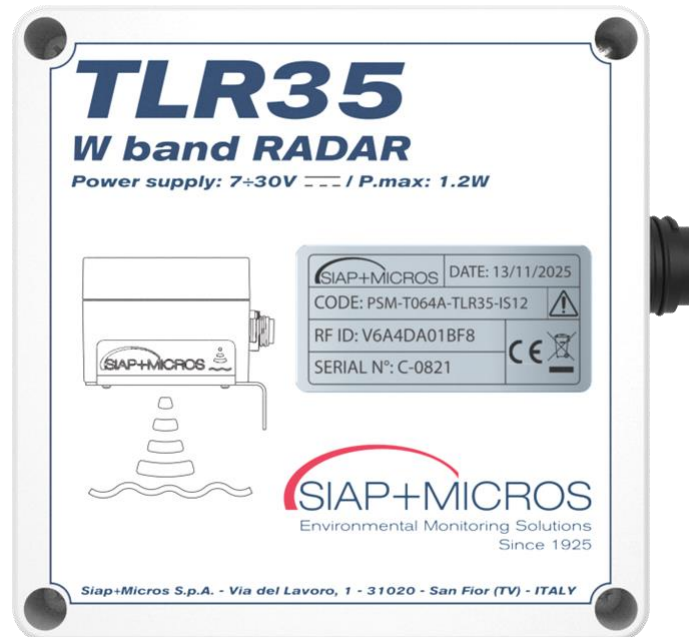


Figura 4: etichetta TLR35

Nella parte alta è presente il nome del prodotto, la banda di funzionamento ed i requisiti di alimentazione. Nella parte bassa sono riportate le informazioni di contatto.

La parte grigia riporta invece importanti informazioni di tracciabilità, come la data di produzione, il numero seriale di produzione e l'identificativo dell'elemento a radiofrequenza interno. Riporta anche avvertenze di pericolo e smaltimento.

4. Installazione e messa in funzione

Per una corretta installazione seguire le disposizioni seguenti.

- Installare il TLR35 con la sua faccia inferiore parallela alla superficie oggetto di misura.

L'assenza di inclinazione fa sì che il segnale emesso possa incidere perpendicolarmente sul bersaglio. Inclinazioni del sensore rispetto alla superficie di misura portano a progressivo deterioramento del segnale di eco e possibilità di perdita del segnale.

- Installare il RADAR in modo che non ci siano ostruzioni od ostacoli lungo il percorso del segnale.

Il segnale del TLR35 ha una larghezza del cono di emissione, a 3dB, di 8°. Il cono, quindi, "illumina" un'area circolare del diametro di circa 14cm ad 1m di distanza. A 10m di distanza l'area illuminata ha un diametro di circa 1.4m e di circa 4.9m a 35m di distanza. Tenere conto di questo in fase di installazione. Per minimizzare interferenze e falsi echi, considerare un'apertura di rispetto di 28° all'interno della quale non ci dovranno essere ostacoli alla propagazione del segnale elettromagnetico. La prossima figura mostra in rosso il cono di emissione di 8° ed in verde l'area di rispetto di 28°.

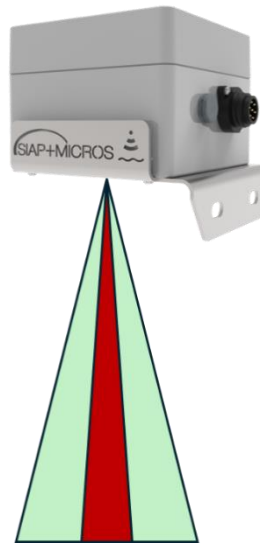


Figura 5: cono di emissione (8°) e cono di rispetto (28°)

- Per installazioni in campo libero, il sito di installazione deve trovarsi a una distanza di **almeno 4 km** dalle stazioni radioastronomiche elencate nell'allegato **A** del capitolo otto, altrimenti deve essere fornita l'approvazione da parte dell'autorità competente. Se il dispositivo è installato a una distanza compresa **tra 4 e 40 km** da una delle stazioni elencate, non deve essere installato a un'altezza superiore a **15 m** dal suolo. Fare riferimento alla norma ETSI EN 302 729 V2.1.

Per la messa in funzione, procedere alla connessione del cavo di collegamento sul connettore sette poli. Il sensore non è provvisto di pulsanti di accensione / spegnimento, LED di segnalazione o altre interfacce.

5. Funzionamento

5.1 Principio di funzionamento

Il RADAR TLR35 misura la distanza da un bersaglio sfruttando il principio di misura del tempo di volo: conoscendo la velocità di propagazione dell'onda elettromagnetica in aria e misurando il tempo intercorso tra l'emissione dell'onda ed il ritorno dell'eco, si può determinare la distanza di separazione tra il sensore ed il bersaglio che ha generato l'eco.

Il segnale RADAR, alla frequenza portante di 80GHz, è emesso dal TLR35 secondo il principio FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave), nel quale il segnale radio è emesso come onda continua la cui frequenza viene modulata nel tempo. Il segnale riflesso arriva al RADAR con una certa frequenza. La differenza di frequenze tra il segnale emesso in un istante e quello riflesso (frequenza di battimento) è direttamente proporzionale alla distanza tra il RADAR e la fonte della riflessione. Il sensore esegue una misura di distanza ogni dieci secondi, pertanto, l'emissione RADAR è attiva limitatamente al periodo di misura. Il ciclo di misura è composto da una elaborazione di dieci campionamenti ciascuno con un tempo inferiore a 100ms. Il tempo di attività del RADAR è quindi inferiore al secondo ogni dieci secondi.

Il sensore è configurato con una distanza di oscuramento di 0.5 metri dal fondo del contenitore il che significa che ogni riflessione tra lo zero ed i 0.5 metri non viene misurata. La distanza di oscuramento permette di sopprimere segnali di interferenza nelle vicinanze dell'antenna.

Come illustrato nel capitolo quattro, il segnale emesso ha un angolo di apertura totale di 8° e, in una installazione reale, è bene mantenere un cono di rispetto di 28°.

La superficie riflettente deve avere una permittività dielettrica superiore ad 1.9. Condizioni ideali di misura si verificano con mezzi ad elevata permittività dielettrica, come l'acqua, in condizione di superficie non turbolenta ed in atmosfera omogenea (nessuna variazione di particolato o gas in sospensione o umidità o simili).

Il TLR35 è adatto alla misura di distanza sia di liquidi che di solidi, tuttavia, l'effettivo intervallo di misura dipende dalle proprietà di riflessione del mezzo, dalla posizione di installazione e dalle possibili interferenze di riflessione.

5.2 Acquisizione e misure

La misura di distanza viene acquisita con cadenza di 10 secondi e, contestualmente, è resa disponibile nei protocolli di comunicazione MODBUS ed SDI - 12. Sempre in questa fase è aggiornato il valore di uscita analogica. Oltre alla misura di distanza, il sensore acquisisce una serie di misure diagnostiche. Di seguito si danno i dettagli sulle varie misure disponibili.

- **Distanza [mm]**

È la misura principale del sensore, espressa in mm, ed indica la distanza tra il fondo del TLR35 ed il bersaglio, ad esempio la superficie di un fiume. La misura è risultato di un filtraggio interno.

- **Qualità del segnale**

Parametro qualitativo, numero intero compreso tra 0 e 3, che indica la qualità del segnale di eco.

- 3: eco di ottima qualità
- 2: eco di buona qualità
- 1: eco di bassa qualità
- 0: assenza di segnale di eco.

- **Inclinazione della scheda [°]**

Nel seguito indicata con il termine tilt, è una misura dell'inclinazione del sensore. In una installazione a regola d'arte, idealmente, l'inclinazione dovrebbe essere 0° o comunque non superiore ai 4°.

- **Tensione alimentazione [V]**

La tensione di alimentazione del sensore è espressa in Volt e misurata ad ogni ciclo.

- **Temperatura interna [°C]**

Misura della temperatura interna al sensore, espressa in °C.

- **Umidità interna [%]**

Misura dell'umidità relativa interna al sensore, espressa in %.

- **Numero di echi in una singola misura**

La misura di distanza è ottenuta da un'elaborazione statistica di più echi. Ad ogni misura sono inviati dieci segnali e misurati i relativi echi. Idealmente quindi, il numero di echi in misura dovrebbe essere pari a dieci. Un valore inferiore può essere sintomo di una cattiva installazione, disturbi sul percorso del segnale, attenuazione dovuta ad esempio a pioggia od alla superficie non perfettamente riflettente, ad esempio in presenza di sassi sul letto di un torrente temporaneamente in secca.

- **Echi utilizzati in filtraggio**

L'elaborazione di filtraggio statistico non utilizza tutti gli echi ma, in base a dei parametri interni, opera una selezione per l'estrazione della misura di distanza finale. Questa misura è proprio il numero di echi utilizzati realmente. Il numero massimo che l'algoritmo prevede di utilizzare è pari a 6. Un valore inferiore può indicare dispersione del segnale.

5.3 Protocolli di comunicazione

Il sensore rende disponibile le proprie misure sia in protocollo MODBUS, sia in protocollo SDI - 12.

5.3.1 Protocollo MODBUS

Il sensore supporta il protocollo standard MODBUS veicolato sulla RS - 485 ai pin 1 e 2 del connettore sette poli come spiegato al capitolo tre. Fare riferimento alle specifiche dello standard MODBUS disponibili sul sito <https://www.modbus.org/modbus-specifications>.

Le caratteristiche fisiche della porta di comunicazione sono:

- Velocità: 9600 bps
- Bit di dati: 8
- Bit di stop: 1
- Controllo parità: nessuno

L'indirizzo di chiamata MODBUS di default del TLR35 è **21**.

Le funzioni MODBUS supportate per la lettura delle misure sono:

- Funzione *0x03 Read Holding Registers*
- Funzione *0x04 Read Input Registers*

Entrambe le funzioni condividono la stessa tabella di dati: il contenuto della lettura di un registro degli Holding Registers sarà identica alla lettura dello stesso registro degli Input Registers. Entrambe le funzioni sono in sola lettura.

Le misure sono rappresentate nello standard di rappresentazione **float** IEEE 754. Ogni dato è quindi a 32 bit e sarà ottenuto mediante lettura di due registri a 16 bit consecutivi. L'ordine dei byte, secondo lo standard MODBUS, è classificato come **swapped float**. Questo significa che se un float è rappresentato dalla sequenza di 4 byte ABCD, con A byte più significativo e D byte meno significativo, la sua rappresentazione swapped float sarà nell'ordine **CDAB**. Poiché i registri MODBUS sono a 16 bit, questo significa che nel registro di indice inferiore si troverà la coppia di byte meno significativa **CD** e, nel registro successivo, la coppia di byte più significativa **AB**.

Di seguito la tabella dei registri con la mappa delle grandezze di misura.

Registro	# registri - tipo dato	Tipo misura	Significato misura	Unità di misura	Decimali suggeriti
1	2 - Swapped Float	Misura principale	Distanza	[mm]	2
3	2 - Swapped Float	Qualità misura	Qualità del segnale	---	0
5	2 - Swapped Float	Qualità misura	Tilt	[°]	3
7	2 - Swapped Float	Uso interno	NON USARE	---	---
9	2 - Swapped Float	Uso interno	NON USARE	---	---
11	2 - Swapped Float	Uso interno	NON USARE	---	---
13	2 - Swapped Float	Diagnostico	Tensione alimentazione	[V]	2
15	2 - Swapped Float	Diagnostico	Temperatura interna	[°C]	1
17	2 - Swapped Float	Diagnostico	Umidità interna	[%]	1
19	2 - Swapped Float	Diagnostico	Versione firmware	---	0
21	2 - Swapped Float	Uso interno	NON USARE	---	---
23	2 - Swapped Float	Uso interno	NON USARE	---	---
25	2 - Swapped Float	Uso interno	NON USARE	---	---
27	2 - Swapped Float	Qualità misura	Numero di echi in misura	---	0
29	2 - Swapped Float	Qualità misura	Numero di echi in filtraggio	---	0

5.3.2 Protocollo SDI-12

Il sensore supporta il protocollo standard SDI – 12, specifiche 1.4, sul pin 3 del connettore sette poli come spiegato al capitolo tre. Per maggiori informazioni sul protocollo, fare riferimento alle specifiche dello standard SDI – 12 disponibili sul sito <https://www.sdi-12.org/specification>.

L'indirizzo di chiamata SDI – 12 del TLR35 è **L**, codifica ASCII dell'indirizzo MODBUS 21. In generale, gli indirizzi sono convertiti in ASCII utilizzando i numeri da '0' a '9', le lettere dell'alfabeto maiuscole, da 'A' a 'Z', seguite da quelle minuscole, da 'a' a 'z', per un totale di 62 possibili indirizzi. Ecco come l'indirizzo MODBUS 21 corrisponde all'indirizzo SDI – 12 L.

Nel seguito si utilizzerà la convenzione di indicare con:

- <CR> il carattere di ritorno carrello espresso in esadecimale come 0x0D
- <LF> il carattere di nuova riga espresso in esadecimale come 0x0A

Le risposte ai comandi terminano con la sequenza <CR><LF>.

Nel seguito i comandi sono illustrati con l'indirizzo generico indicato con **<a>**. Nella pratica, questo deve essere sostituito con l'indirizzo del sensore L.

5.3.2.1 Test sensore <a>!

Il comando **<a>!** può essere utilizzato per verificare la presenza del sensore sul BUS. Il sensore risponde al comando con

<a><CR><LF>

5.3.2.2 Invio identificativo <a>!!

Il comando **<a>!!** può essere utilizzato per richiedere un identificativo del sensore. Il sensore risponde al comando con

<a>14*SMSpa*TLR35*110 <CR><LF>

L'interpretazione della risposta al comando è la seguente:

- **<a>**: l'indirizzo del sensore.
- **14**: è la versione di specifica SDI – 12 1.4
- **SMSpa**: identifica il costruttore SIAP+MICROS S.p.A.
- **TLR35** è il nome generico del prodotto
- **110** è la versione firmware 1.1.0

5.3.2.3 Cambio indirizzo <a>A!

Lo standard prevede il comando <a>A! per cambiare l'indirizzo del sensore da <a> a . La risposta al comando prevede il nuovo indirizzo.

<CR><LF>

È importante notare che il cambio indirizzo ha effetto anche sul protocollo MODBUS. Ad esempio, se si effettua il cambio di indirizzo da 'L' a 'A', l'indirizzo MODBUS cambia da 21 ('L') a 10 ('A').

5.3.2.4 Richiesta indirizzo corrente ?!

Nel caso non si conosca l'indirizzo del sensore, è possibile utilizzare il comando ?! a cui il sensore risponde con il suo indirizzo.

<a><CR><LF>

Il comando può essere utilizzato solo se c'è un unico sensore sul bus SDI – 12.

5.3.2.5 Comandi e procedure per la lettura delle misure

Il protocollo SDI – 12 prevede diverse tipologie di comandi per la richiesta delle misure per i quali si rimanda direttamente alla specifica dello standard. In questa sede si descriverà piuttosto il raggruppamento delle misure e le sequenze di comandi necessari per ottenere le misure stesse.

Poiché lo standard impone un limite massimo di byte che può comporre la risposta, le misure sono state suddivise in tre blocchi distinti:

1. **Blocco principale.** Contiene le misure principali ossia:
 - a. Distanza
 - b. Qualità del segnale
 - c. Tilt
 - d. Tensione di alimentazione
2. **Blocco diagnostico.** Contiene le principali misure diagnostiche:
 - a. Temperatura interna
 - b. Umidità interna
 - c. Versione firmware
3. **Blocco filtraggio echi.** Contiene le misure indicative degli echi in filtraggio:
 - a. Echi ricevuti in misura
 - b. Echi utilizzati in filtraggio

I comandi di interrogazione generalmente prevedono due fasi distinte:

1. Comando preliminare di richiesta esecuzione misura (comandi <a>M!, <a>M1!, ... <a>M9!, <a>C!, <a>C1!, ... <a>C9!, <a>MC!, <a>MC1!, ... <a>MC9!, <a>CC!, <a>CC1!, ... <a>CC9!).
2. Comando di richiesta dati misurati (comandi <a>D0! ... <a>D9!).

La tipologia di comandi che è possibile utilizzare, quindi, dipende fortemente dalla struttura dei blocchi di misura all'interno del sensore. Per il TLR35, coi blocchi visti sopra, si hanno sostanzialmente tre metodi differenti per leggere i valori misurati.

COMANDO DI INIZIO MISURAZIONE SINGOLO E RECUPERO SEQUENZIALE DELLE MISURE

Questa modalità prevede l'invio di un unico comando di inizio misurazione cui possono seguire tre comandi distinti di recupero dei blocchi come illustrato di seguito.

- Comando di inizio misura <a>M! o in alternativa <a>C! a cui il sensore risponde sempre con:

<a>0009<CR><LF>

ad indicare nove misure totali disponibili subito.

- Comando di recupero del primo blocco <a>D0! a cui il sensore risponde sempre con:

<a><distanza><qualità><tilt><alimentazione><CR><LF>

- Comando di recupero del secondo blocco <a>D1! a cui il sensore risponde sempre con:

<a><temperatura><umidità><firmware><CR><LF>

- Comando di recupero del terzo blocco <a>D2! a cui il sensore risponde sempre con:

<a><echi misura><echi filtraggio><CR><LF>

Per includere un CRC di controllo, dare i comandi di inizio misurazione <a>MC! o <a>CC!.

Riportiamo un esempio di sequenza:

→ <a>M!

← <a>0009<CR><LF>

→ <a>D0!

← <a><distanza><qualità><tilt><alimentazione><CR><LF>

→ <a>D1!

← <a><temperatura><umidità><firmware><CR><LF>

→ <a>D2!

← <a><echi misura><echi filtraggio><CR><LF>

Si è utilizzato <a>M! ma lo stesso vale per <a>C!, <a>MC! , <a>CC!.

COMANDI DI INIZIO MISURAZIONE E RECUPERO DELLE MISURE PER BLOCCO

I blocchi di misura possono essere richiesti anche con coppie di comandi appositi di richiesta di un singolo blocco. Sono supportati i seguenti comandi.

- Recupero del primo blocco con comando di inizio misura <a>M1! o in alternativa <a>C1! a cui il sensore risponde sempre con:

<a>0004<CR><LF>

ad indicare quattro misure totali disponibili subito (il primo blocco). Per richiedere i dati del primo blocco, far seguire il comando <a>D0! cui il sensore risponderà con:

<a><distanza><qualità><tilt><alimentazione><CR><LF>

- Recupero del secondo blocco con comando di inizio misura <a>M2! o in alternativa <a>C2! a cui il sensore risponde sempre con:

<a>0003<CR><LF>

ad indicare tre misure totali disponibili subito (il secondo blocco). Per richiedere i dati del secondo blocco, far seguire il comando <a>D0! cui il sensore risponderà con:

<a><temperatura><umidità><firmware><CR><LF>

- Recupero del terzo blocco con comando di inizio misura <a>M3! o in alternativa <a>C3! a cui il sensore risponde sempre con:

<a>0002<CR><LF>

ad indicare due misure totali disponibili subito (il terzo blocco). Per richiedere i dati del terzo blocco, far seguire il comando <a>D0! cui il sensore risponderà con:

<a><echi misura><echi filtraggio><CR><LF>

Per includere un CRC di controllo, dare i comandi di inizio misurazione <a>MC1!, <a>MC2!, <a>MC3! o <a>CC1!, <a>CC2!, <a>CC3!.

Riportiamo un esempio di sequenza:

→ <a>M1!

← <a>0004<CR><LF>

→ <a>D0!

← <a><distanza><qualità><tilt><alimentazione><CR><LF>

→ <a>M2!

← <a>0003<CR><LF>
→ <a>D0!
← <a><temperatura><umidità><firmware><CR><LF>
→ <a>M3!
← <a>0002<CR><LF>
→ <a>D0!
← <a><echi misura><echi filtraggio><CR><LF>

COMANDI DI RECUPERO DELLE MISURE SENZA COMANDO DI INIZIO MISURAZIONE

I blocchi di misura possono essere richiesti anche con comandi singoli in un solo passaggio.

- Recupero del primo blocco con comando **<a>R0!** a cui il sensore risponde con:
<a><distanza><qualità><tilt><alimentazione><CR><LF>
- Recupero del secondo blocco con comando **<a>R1!** a cui il sensore risponde con:
<a><temperatura><umidità><firmware><CR><LF>
- Recupero del terzo blocco con comando **<a>R2!** a cui il sensore risponde con:
<a><echi misura><echi filtraggio><CR><LF>

Per includere un CRC di controllo, dare i comandi <a>RC0!, <a>RC1!, <a>RC2!.

Riportiamo un esempio di sequenza:

→ <a>R0!
← <a><distanza><qualità><tilt><alimentazione><CR><LF>
→ <a>R1!
← <a><temperatura><umidità><firmware><CR><LF>
→ <a>R2!
← <a><echi misura><echi filtraggio><CR><LF>

Come imposto dallo standard SDI - 12, all'interno di ogni blocco la separazione tra le misure è data dal loro segno. Non è presente nessun altro carattere separatore.

5.4 Uscita analogica 4 - 20mA

L'uscita analogica in corrente del TLR35 riporta in analogico la sola misura di distanza con la corrispondenza:

4mA → 0mm

20mA → 35000mm

L'uscita analogica è a 14 bit sui 25mA di fondo scala e questo si traduce in una risoluzione dell'uscita di circa 3.3mm sul dato di misura di distanza.

Se il valore di distanza misurata risultasse, per qualche motivo, inferiore al minimo fisico, 0mm, l'uscita assumerebbe il valore di 4mA.

Se il valore di distanza misurata risultasse, per qualche motivo, superiore al massimo fisico, 35000mm, l'uscita assumerebbe il valore di 20mA.

In caso di errore di misura, l'uscita in corrente assumerà il valore di 22mA per segnalare l'anomalia.

6. Cronologia delle revisioni

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


<i>Versione</i>	<i>Data</i>	<i>Aggiornamenti</i>
<i>1</i>	<i>02/02/2026</i>	<i>Prima versione del documento.</i>

Tutte le informazioni contenute in questo documento sono quelle attuali al momento della stampa. SIAP+MICROS S.p.A. si riserva il diritto di cambiarle senza alcun preavviso.

7. Direttive di riferimento

Le direttive di riferimento per il TLR35-IS12 sono:

- 2014/30/EU The Electromagnetic Compatibility Directive (EMC)
- 2014/53/EU The Radio Equipment Directive (RED)
- 2014/35/EU The Low Voltage Directive (LVD)
- 2011/65/EU The Restriction of Hazardous Substances Directive (RoHSD)

EU Declaration of Conformity (DoC)	
Manufacturer: SIAP+MICROS S.p.A. Via del Lavoro, 1 – 31020 S. Fior (TV) – Italy https://www.siapmicros.com/en/	
This declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer.	
Object of the declaration:	
Model / Description TLR35-IS12 RADAR sensor for distance measurement, range 0+35m, MODBUS, SDI – 12 and analogue current output	Product Code / Model PSM-T064A-TLR35-IS12
The object of the declaration described above is in conformity with the relevant Union harmonization legislation: <ul style="list-style-type: none"> - 2014/30/EU The Electromagnetic Compatibility Directive (EMC) - 2014/53/EU The Radio Equipment Directive (RED) - 2014/35/EU The Low Voltage Directive (LVD) - 2011/65/EU The Restriction of Hazardous Substances Directive (RoHSD) 	
The following harmonized standards and technical specifications have been applied:	
ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (Article 3.1b):	
EN 61326-1	Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements - General requirements
EFFECTIVE AND EFFICIENT USE OF RADIO SPECTRUM (Article 3.2):	
ETSI EN 302 729 V2.1.1:2016	Short Range Devices (SRD); Level Probing Radar (LPR) equipment operating in the frequency ranges 6 GHz to 8,5 GHz, 24,05 GHz to 26,5 GHz, 57 GHz to 64 GHz, 75 GHz to 85 GHz; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of the Directive 2014/53/EU
HEALTH & SAFETY (Article 3.1a):	
EN 61010-1:2010	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use; Part 1: General requirements
EN IEC 62311	Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)
RoHS:	
EN IEC 63000	Technical documentation for the assessment of electrical and electronic products with respect to the restriction of hazardous substances
Date 02/02/2026	CEO Alex Stevanin 

8. Allegato A: stazioni radioastronomiche

La seguente tabella elenca le coordinate delle stazioni radioastronomiche che, in ottemperanza ai requisiti della norma ETSI EN 302 729 V2.1, impongono limiti all'installazione in loro prossimità. Per un dettaglio di tali limiti si riveda il capitolo quattro sull'installazione e messa in funzione.

Paese	Nome della stazione	Latitudine	Longitudine
Germania	Effelsberg	50°31'32" N	06°53'00" E
Finlandia	Metsähovi	60°13'04" N	24°23'37" E
	Tuorla	60°24'56" N	24°26'31" E
Francia	Plateau de Bure	44°38'01" N	05°54'26" E
	Floirac	44°50'10" N	00°31'37" W
Italia	Medicina	44°31'14" N	11°38'49" E
	Noto	36°52'34" N	14°59'21" E
	Sardinia	39°29'50" N	09°14'40" E
Polonia	Krakow Fort Skala	50°03'18" N	19°49'36" E
Regno unito	Cambridge	52°09'59" N	00°02'20" E
	Damhall	53°09'22" N	02°32'03" W
	Jodrell Bank	53°14'10" N	02°18'26" W
	Knockin	52°47'24" N	02°59'45" W
	Pickmere	53°17'18" N	02°26'38" W
Russia	Dmitrov	56°26'00" N	37°27'00" E
	Kalyazin	57°13'22" N	37°54'01" E
	Pushchino	54°49'00" N	37°40'00" E
	Zelenchukskaya	43°49'53" N	41°35'32" E
Svezia	Onsala	57°23'45" N	11°55'35" E
Svizzera	Bleien	47°20'26" N	08°06'44" E
Spagna	Yebes	40°31'27" N	03°05'22" W
	Robledo	40°25'38" N	04°14'57" W
Ungheria	Penc	47°47'22" N	19°16'53" E

Fare riferimento al sito <https://www.craf.eu/> per informazioni aggiornate sulla lista delle stazioni radioastronomiche.