

## T011H-TBAR-UHIVS / T011I-TBAR-USDI12

Sensore di pressione atmosferica ad alta accuratezza



Manuale d'uso e manutenzione

Versione firmware 1.0.0

## 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 sensore barometrico .....	9
3.2	Collegamenti elettrici .....	10
3.2.1	T011H-TBAR-UHIVS .....	10
3.2.2	T011I-TBAR-USDI12.....	11
3.3	Caratteristiche elettriche .....	12
3.3.1	Alimentazione (T011H-TBAR-UHIVS / T011I-TBAR-USDI12).....	12
3.3.2	RS – 485 (T011H-TBAR-UHIVS / T011I-TBAR-USDI12).....	13
3.3.3	SDI – 12 (T011I-TBAR-USDI12).....	13
3.3.4	Uscita analogica 4 – 20mA (T011H-TBAR-UHIVS / T011I-TBAR-USDI12).....	14
3.3.5	Uscita analogica 0 – 2V (T011H-TBAR-UHIVS).....	14
3.4	Etichetta identificativa .....	16
4.	Installazione e messa in funzione .....	17
5.	Funzionamento.....	18
5.1	Principio di funzionamento.....	18
5.2	Acquisizione e misure .....	18
5.3	Protocolli di comunicazione .....	19

5.3.1	Protocollo MODBUS.....	19
5.3.2	Protocollo SDI-12.....	21
5.3.2.1	Test sensore <a>!.....	21
5.3.2.2	Invio identificativo <a>!.....	21
5.3.2.3	Cambio indirizzo <a>A<b>!.....	22
5.3.2.4	Richiesta indirizzo corrente ?!.....	22
5.3.2.5	Comandi e procedure per la lettura delle misure.....	22
5.4	Uscita analogica 4 – 20mA.....	24
5.5	Uscita analogica 0 – 2V.....	24
6.	Cronologia delle revisioni.....	25
7.	Direttive di riferimento.....	26

# 1. Introduzione

---

Il manuale presenta importanti informazioni per l'uso e manutenzione dei sensori di pressione atmosferica T011H-TBAR-UHIVS e T011I-TBAR-USDI12. Consultare sempre il manuale prima di qualsiasi operazione sullo strumento.

## 1.1 Scopo e destinatari del manuale

---

Il manuale fornisce:

- Informazioni di sicurezza sui prodotti T011H-TBAR-UHIVS e T011I-TBAR-USDI12
- 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/pressione-atmosferica/>

## 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 i prodotti T011H-TBAR-UHIVS e T011I-TBAR-USDI12, saranno utilizzati indifferentemente i termini "TBAR - U", "TBAR", "sensore", "dispositivo", "barometro", "strumento", "prodotto".

## **2. Precauzioni e misure di sicurezza**

---

### **2.1 Destinazione d'uso**

---

Lo strumento è un barometro ad alta accuratezza, destinato alla misura di pressione atmosferica nell'intervallo 500 – 1100 mBar.

### **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 TBAR – U 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 come descritto 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 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.

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/pressione-atmosferica/> per i limiti di applicabilità. Si veda il capitolo tre per maggiori dettagli.

## **2.9 Smaltimento**

---



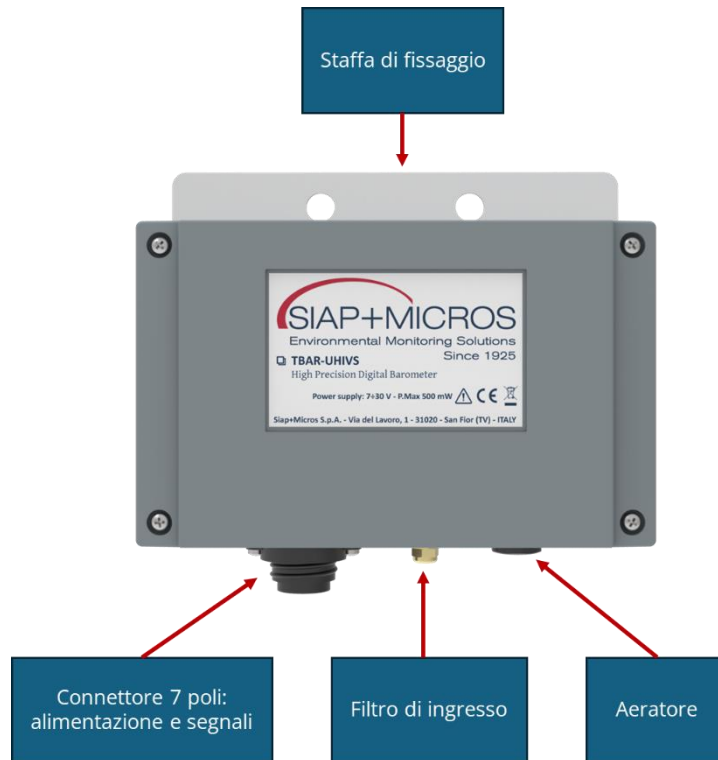
In conformità alla direttiva 2012/19/UE dell'Unione Europea sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE), questo prodotto deve essere smaltito portandolo in un punto di raccolta designato per il riciclaggio di apparecchiature elettriche ed elettroniche.

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 sensore barometrico

Il TBAR - U è un sensore di pressione atmosferica nell'intervallo 500 - 1100 mBar. 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 TBAR - U sono mostrate nella prossima figura.



**Figura 1: sensore di pressione atmosferica**

- **Connettore 7 poli di interfacciamento**

Su questo connettore si ha l'alimentazione e tutte le grandezze elettriche per l'interfacciamento.

- **Aeratore**

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

- **Filtro di ingresso**

Filtro che impedisce ad eventuali materiali estranei, quali sporcizia ed insetti, di entrare nella camera di misura della pressione.

- **Staffa di fissaggio**

Permette l'installazione su diverse tipologie di attacco ed è costituita da due fori del diametro di 10mm ed interasse di 52mm. La prossima figura 2 mostra le misure e gli ingombri del sensore in [mm].

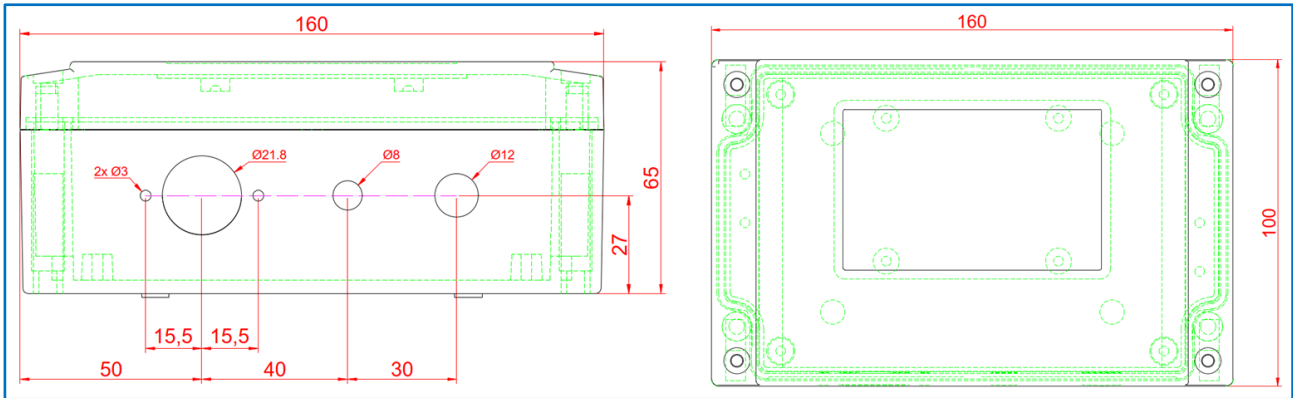


Figura 2: ingombri TBAR - U in [mm]

## 3.2 Collegamenti elettrici

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

### 3.2.1 T011H-TBAR-UHIVS

Il barometro T011H-TBAR-UHIVS presenta la misura in:

- Protocollo MODBUS su RS - 485
- Uscita analogia in tensione 0 - 2V
- Uscita analogica in corrente 4 - 20mA

Le connessioni elettriche sono mostrate nella prossima figura.

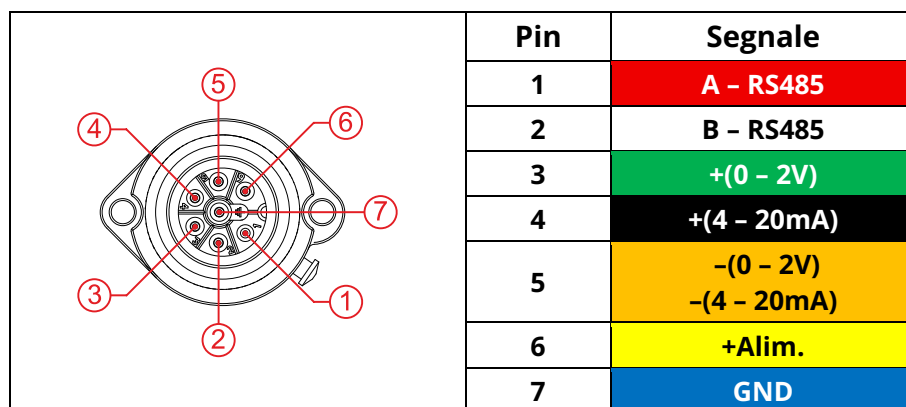


Figura 3: connessioni elettriche T011H-TBAR-UHIVS

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:

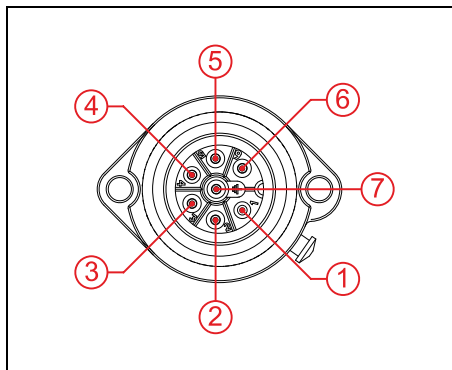
1. Pin 1: **A - RS485**, positivo della RS - 485, riferito alla massa GND del pin 7.
2. Pin 2: **B - RS485**, negativo della RS - 485, riferito alla massa GND del pin 7.
3. Pin 3: **+(0 - 2V)**, positivo dell'uscita in tensione 0 - 2V, riferito al pin 5.
4. Pin 4: **+(4 - 20mA)**, positivo dell'uscita in corrente 4 - 20mA, riferito al pin 5.
5. Pin 5: **-(0 - 2V) / -(4 - 20mA)**, negativo delle uscite in tensione e corrente.
6. Pin 6: **+Alim.**, positivo di alimentazione (intervallo di tensioni continue 7V ÷ 30V  $\overline{\overline{\overline{\quad}}}$ ).
7. Pin 7: **GND**, negativo dell'alimentazione e riferimento di tensione per i livelli elettrici ai pin 1, 2.

### 3.2.2 T011I-TBAR-USDI12

Il barometro T011I-TBAR-USDI12 presenta la misura in:

- Protocollo MODBUS su RS - 485
- Protocollo SDI - 12
- Uscita analogica in corrente 4 - 20mA

Le connessioni elettriche sono mostrate nella prossima figura.

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

**Figura 4: connessioni elettriche T011I-TBAR-USDI12**

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 4:

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, riferito al pin 5.

5. Pin 5: **-(4 - 20mA)**, negativo dell'uscita in corrente 4 - 20mA.
6. Pin 6: **+Alim.**, positivo di alimentazione (intervallo di tensioni continue  $7V \div 30V$   $\overline{\overline{\overline{\quad}}}$  ).
7. Pin 7: **GND**, negativo dell'alimentazione e riferimento di tensione per i livelli elettrici ai pin 1, 2.

### **3.3 Caratteristiche elettriche**

---

In questo paragrafo si descrivono le caratteristiche elettriche dei segnali ai connettori sette poli delle due tipologie di barometro, 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
- Uscita analogica 0 - 2V

#### **3.3.1 Alimentazione (T011H-TBAR-UHIVS / T011I-TBAR-USDI12)**

---

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

- Intervallo di tensioni di funzionamento  $7V \div 30V$   $\overline{\overline{\overline{\quad}}}$ .
- Per i consumi si faccia riferimento alle specifiche tecniche.

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'innescio nominale in corrente continua: 75V.
- Tensione d'innescio impulsiva in corrente continua:  $< 400V @ 100 V/\mu s$ ,  $< 700V @ 1 kV/\mu s$ .
- Protezione da sovracorrente: 3kA (8/20  $\mu s$  e 10 funzionamenti in protezione), 3.5kA massimo (1 funzionamento 8/20  $\mu s$ ).
- Protezione da scariche elettrostatiche: sino a 18 kV; IEC 61000-4-2 level 4, IEC 61000-4-5 (surge) IPP = 3A (8/20  $\mu s$ ).
- 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 (T011H-TBAR-UHIVS / T011I-TBAR-USDI12)**

---

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 sensore. 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 sensore. 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/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: ESD: IEC 61000-4-2, ±30kV per scarica in contatto, ±30kV per scarica in aria. EFT: IEC 61000-4-4, 50A (5/50ns). Fulminazione: IEC 61000- 4-5, 19 A (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.

### **3.3.3 SDI – 12 (T011I-TBAR-USDI12)**

---

La linea dati SDI – 12 è presente al pin 3 del connettore sette poli del T011I-TBAR-USDI12.

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

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

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,  $\pm 30\text{kV}$  per scarica in contatto,  $\pm 30\text{kV}$  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 (T011H-TBAR-UHIVS / T011I-TBAR-USDI12)***

---

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 sensore mentre la corrente è proporzionale al segnale misurato come spiegato al capitolo cinque.

Il carico massimo dipende dalla tensione di alimentazione del sensore:

- 250  $\Omega$  @ Valim > 11V  $\text{---}$
- 200  $\Omega$  @ 10V < Valim  $\leq$  11V  $\text{---}$
- 150  $\Omega$  @ Valim  $\leq$  10V  $\text{---}$

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/ $\mu\text{s}$ , < 700V @ 1 kV/ $\mu\text{s}$ .
- Protezione da sovracorrente: 3kA (8/20  $\mu\text{s}$  e 10 funzionamenti in protezione), 3.5kA massimo (1 funzionamento 8/20  $\mu\text{s}$ ).
- Protezione da scariche elettrostatiche: sino a 18 kV; IEC 61000-4-2 level 4, IEC 61000-4-5 (surge) IPP = 3A (8/20  $\mu\text{s}$ ).
- 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.

### ***3.3.5 Uscita analogica 0 – 2V (T011H-TBAR-UHIVS)***

---

L'uscita analogica 0 – 2V è presente ai pin 3 (positivo) e 5 (negativo) del connettore sette poli del T011H-TBAR-UHIVS.

La tensione presente sulla linea è proporzionale al segnale misurato come spiegato al capitolo cinque.

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/ $\mu\text{s}$ , < 700V @ 1 kV/ $\mu\text{s}$ .

- Protezione da sovracorrente: 3kA (8/20  $\mu$ s e 10 funzionamenti in protezione), 3.5kA massimo (1 funzionamento 8/20  $\mu$ s).
- Protezione da scariche elettrostatiche: sino a 18 kV; IEC 61000-4-2 level 4, IEC 61000-4-5 (surge) IPP = 3A (8/20  $\mu$ 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.

### 3.4 Etichetta identificativa

Nella parte superiore del sensore si trova l'etichetta identificativa che riportiamo nella prossima figura nelle due versioni di barometro T011H-TBAR-UHIVS e T011I-TBAR-USDI12.



Figura 5: etichetta T011H-TBAR-UHIVS



Figura 6: etichetta T011I-TBAR-USDI12



## 5. Funzionamento

---

### 5.1 Principio di funzionamento

---

Il sensore utilizza un elemento sensibile basato sulla tecnologia TERPS (Trench Etched Resonant Pressure Sensor), cioè un sensore di pressione risonante in silicio. Questa tecnologia è impiegata per ottenere elevata accuratezza e stabilità nel tempo.

Il principio di funzionamento è di tipo risonante: la pressione applicata agisce su una struttura meccanica in silicio che include un elemento risonante. La deformazione indotta dalla pressione modifica lo stato di tensione meccanica del risonatore e, di conseguenza, ne varia la frequenza di risonanza. La misura della pressione viene quindi ricavata a partire da questa variazione di frequenza. Un sensore di temperatura, ed una estesa procedura di calibrazione, permette di compensare gli effetti della temperatura sull'intervallo di funzionamento del sensore.

A differenza dei sensori piezoresistivi tradizionali, nei quali si misura una variazione di resistenza elettrica, la tecnologia TERPS sfrutta una struttura risonante ottimizzata per fornire prestazioni di accuratezza e stabilità superiori rispetto alle tecnologie di misura della pressione più comuni.

La misura di pressione viene aggiornata in uscita ogni secondo ma ha un tempo di integrazione di venti secondi per garantire l'accuratezza di misura riportata nelle specifiche tecniche.

La misura è restituita in uscita come:

- Valore digitale in protocollo standard MODBUS (T011H-TBAR-UHIVS / T011I-TBAR-USDI12)
- Valore digitale in protocollo SDI - 12 (T011I-TBAR-USDI12)
- Uscita analogica in corrente 4 - 20mA (T011H-TBAR-UHIVS / T011I-TBAR-USDI12)
- Uscita analogica in tensione 0 - 2V (T011H-TBAR-UHIVS)

### 5.2 Acquisizione e misure

---

La misura di pressione viene acquisita con cadenza di un secondo 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 pressione, il sensore acquisisce una serie di misure diagnostiche. Di seguito si danno i dettagli sulle varie misure disponibili.

- **Pressione [mBar]**  
È la misura principale del sensore, espressa in mBar.
- **Temperatura interna [°C]**  
Misura della temperatura interna al sensore, espressa in °C.

- **Umidità interna [%]**

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

- **Tensione alimentazione [V]**

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

## **5.3 Protocolli di comunicazione**

---

Il sensore rende disponibile le proprie misure in

- MODBUS, nella versione T011H-TBAR-UHIVS.
- MODBUS ed SDI - 12, nella versione T011I-TBAR-USDI12.

### **5.3.1 Protocollo MODBUS**

---

Il sensore, nelle due versioni T011H-TBAR-UHIVS e T011I-TBAR-USDI12, supporta il protocollo standard MODBUS veicolato sulla RS - 485. 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 TBAR - U è **5**.

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	<b>Pressione</b>	[mBar]	2
3	2 - Swapped Float	Diagnostico	<b>Temperatura interna</b>	[°C]	1
5	2 - Swapped Float	Misura ripetuta	<b>Pressione</b>	[mBar]	2
7	2 - Swapped Float	Misura ripetuta	<b>Temperatura interna</b>	[°C]	1
9	2 - Swapped Float	Diagnostico	<b>Umidità interna</b>	[%]	1
11	2 - Swapped Float	Uso interno	<b>NON USARE</b>	---	---
13	2 - Swapped Float	Diagnostico	<b>Tensione alimentazione</b>	[V]	2
15	2 - Swapped Float	Uso interno	<b>NON USARE</b>	---	---
17	2 - Swapped Float	Uso interno	<b>NON USARE</b>	---	---
19	2 - Swapped Float	Uso interno	<b>NON USARE</b>	---	---

Per motivi di compatibilità con altri sensori barometrici SIAP+MICROS, le misure dei registri 1 e 3 sono ripetute ai registri 5 e 7 rispettivamente.

## 5.3.2 Protocollo SDI-12

---

Il protocollo SDI – 12 è presente sulla sola versione T0111-TBAR-USDI12 del sensore e supporta lo standard SDI – 12, specifiche 1.4. 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 TBAR – U è '**5**', versione ASCII dell'indirizzo MODBUS 5. 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.

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 '5'.

### 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\*TBARUH\*100 <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.
- **TBARUH** è il nome generico del prodotto
- **100** è la versione firmware 1.0.0

### 5.3.2.3 **Cambio indirizzo <a>A<b>!**

---

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

<b><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 '5' a 'A', l'indirizzo MODBUS cambia da 5 ('5') 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 descriveranno i comandi supportati dal sensore di pressione T011I-TBAR-USDI12.

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!)

Il sensore di pressione prevede due metodi distinti per ottenere i valori delle misure:

1. Comando di inizio misure e comando di recupero misure
2. Comando di recupero misure senza comando di inizio misurazione

#### **COMANDO DI INIZIO MISURAZIONE E RECUPERO DELLE MISURE**

Questa modalità prevede l'invio di un unico comando di inizio misurazione cui segue il comando di recupero delle misure come illustrato di seguito.

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

<a>0004<CR><LF>

ad indicare quattro misure totali disponibili subito.

- Comando di recupero misure **<a>D0!** a cui il sensore risponde sempre con:

**<a><pressione><temperatura><umidità><alimentazione><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>0004<CR><LF>**

→ **<a>D0!**

← **<a><pressione><temperatura><umidità><alimentazione><CR><LF>**

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

### **COMANDI DI RECUPERO DELLE MISURE SENZA COMANDO DI INIZIO MISURAZIONE**

Le misure possono essere richieste anche con comandi singoli in un solo passaggio.

- Recupero della misura con comando **<a>R0!** a cui il sensore risponde con:

**<a><pressione><temperatura><umidità><alimentazione><CR><LF>**

Per includere un CRC di controllo, dare il comando **<a>RC0!**.

Riportiamo un esempio di sequenza:

→ **<a>R0!**

← **<a><pressione><temperatura><umidità><alimentazione><CR><LF>**

Come imposto dallo standard SDI - 12, 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 è presente su entrambe le versioni di sensore e riporta in analogico la sola misura di pressione con la corrispondenza:

4mA → 500mBar

20mA → 1100mBar

L'uscita analogica è a 14 bit sui 25mA di fondo scala e questo si traduce in una risoluzione dell'uscita di circa 0.06mBar sul dato di misura di pressione.

Se il valore di pressione misurata risultasse, per qualche motivo, inferiore al minimo fisico, 500mBar, l'uscita assumerebbe il valore di 4mA.

Se il valore di pressione misurata risultasse, per qualche motivo, superiore al massimo fisico, 1100mBar, 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.

## **5.5 Uscita analogica 0 – 2V**

---

L'uscita analogica in tensione è presente sulla sola versione T011H-TBAR-UHIVS del sensore e riporta in analogico la sola misura di pressione con la corrispondenza:

0V → 500mBar

2V → 1100mBar

L'uscita analogica è a 14 bit sui 2.5V di fondo scala e questo si traduce in una risoluzione dell'uscita di circa 0.05mBar sul dato di misura di pressione.

Se il valore di pressione misurata risultasse, per qualche motivo, inferiore al minimo fisico, 500mBar, l'uscita assumerebbe il valore di 0V.

Se il valore di pressione misurata risultasse, per qualche motivo, superiore al massimo fisico, 1100mBar, l'uscita assumerebbe il valore di 2V.

In caso di errore di misura, l'uscita in tensione assumerà il valore di 2.2V per segnalare l'anomalia.

## ***6. Cronologia delle revisioni***

---

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

<b><i>Versione</i></b>	<b><i>Data</i></b>	<b><i>Aggiornamenti</i></b>
<i>1</i>	<i>16/03/2026</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 sensore 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)