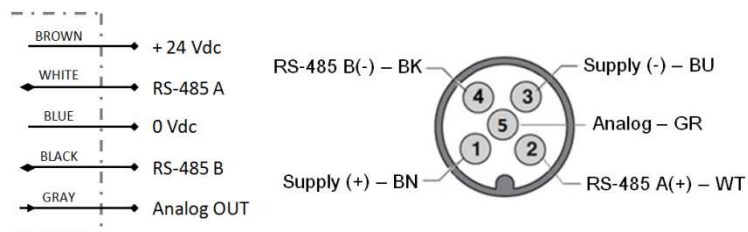


DESCRIZIONE GENERALE

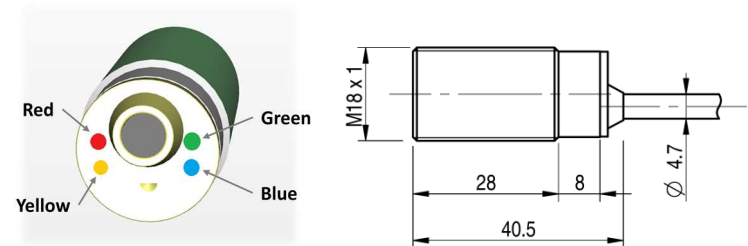
Sensore a tecnologia MEMS (*Micro Electro-Mechanical Systems*) per il monitoraggio di shock, vibrazioni ed inclinazione.

SCHEMI ELETTRICI DELLE CONNESSIONI



(La tipologia di uscita analogica può essere programmata mediante il Bus RS-485)

INTERFACCIA UTENTE - DIMENSIONI



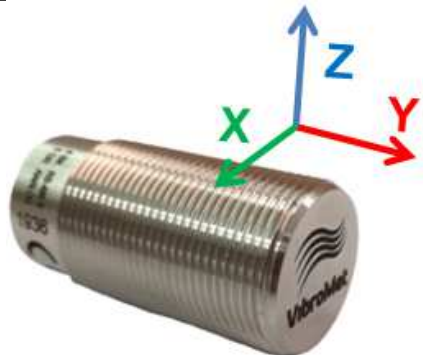
- LED **"Green"** indica il normale funzionamento del prodotto (*RUN*)
- LED **"Yellow"** indica la fase di scrittura e programmazione in memoria
- LED **"Blue"** indica il transito di pacchetti sul bus RS-485 (Toggle del LED → rilevato transito di un pacchetto)
- LED **"Red"** riporta l'interrupt dell'accelerometro (Toggle del LED → shock superiore alla soglia impostata)

Se all'avvio, durante il check di sistema, il sensore rileva un'anomalia, emette 10 lampeggi contemporanei dei LED **"Yellow, Red e Blue"**.

DATI TECNICI

| | |
|---------------------------------|---|
| Tensione di alimentazione | 24 Vdc +/- 20% |
| Consumo | < 1 W |
| Range operativo | +/- 16 g (MAX) |
| Risoluzione | 15,62 mg @ +/- 2 g |
| | 31,25 mg @ +/- 4 g |
| | 62,50 mg @ +/- 8 g |
| | 125 mg @ +/- 16 g |
| Numero assi di misura | 3 (X, Y, Z) |
| Campo di frequenza | 400 Hz (PRO-VIB-01) |
| | 1250 Hz (PRO-VIB-02) |
| Tecnologia | MEMS (<i>Micro Electro-Mechanical Systems</i>) |
| Uscita digitale | RS-485 (indirizzabile) |
| | 57600 Baud rate - 1 bit stop - no parità (<i>Modello 1</i>) 921600 Baud rate - 1 bit stop - no parità (<i>Modello 2</i>) |
| Risoluzione digitale | 16 bit @ RS-485 (in complemento a 2) |
| | 12 bit @ uscita analogica |
| Uscite analogiche tensione | 0..5 V / 0..10 V (<i>programmabile</i>) |
| Uscite analogiche corrente | 4..20 mA / 0..20 mA / 0..24 mA (<i>programmabile</i>) |
| Resistenza di carico (tensione) | 1k .. 1M Ohm |
| Resistenza di carico (corrente) | 100 .. 500 Ohm |
| Umidità | < 80 % non condensante |
| Range di temperatura | -25° C ... + 70° C |
| Temperatura immagazzinamento | -30° ... +90° C senza ghiaccio |
| Protezioni elettriche | Inversione di polarità sovratensioni impulsive |
| Grado di protezione meccanica | IP 67 (<i>EN60529</i>) |
| Materiale housing | GRILAMID + INOX AISI316-L |
| Conessioni | Cavo 5 poli Pig Tail M12 5 poli |
| Dimensioni | M18 |
| Peso | 100 gr. (<i>versione cavo</i>) |

POSIZIONE ASSI



La direzione ed il verso degli assi di riferimento dell'accelerometro sono disposti come mostrato in figura: fare riferimento al logo sul fronte del sensore.

REGOLAZIONI

FUNZIONAMENTO

All'accensione, dopo aver fatto il check di sistema, il dispositivo richiama dalla memoria l'ultima configurazione salvata e si porta nello stato di normale funzionamento (*RUN*) segnalato dal lampeggio del LED **"Green"**.

L'uscita analogica, nella configurazione standard, riporta il valore delle accelerazioni rilevate sull'asse X con un fondo scala di 4 g mediante una tensione 0..10V.

NB. La risoluzione dell'uscita analogica è 12bit mentre la risoluzione del dato letto direttamente su RS-485 è 16bit (in complemento a 2).

NB. Il valore 0 g corrisponde a metà scala dell'uscita analogica (0..10V → 5V).

In questo stato è sempre possibile inviare un comando RS-485.

(Durante la configurazione del sensore, non è possibile effettuare il monitoraggio delle vibrazioni.)

PRIMA ACCENSIONE

Effettuare la prima configurazione del prodotto alimentando un solo sensore per volta in modo tale da indirizzare correttamente i dispositivi sul bus RS-485 e modificare il relativo indirizzo di nodo.

CONFIGURAZIONE STANDARD

La configurazione di default (*Factory*) del prodotto è la seguente:

- Numero di nodo (0)
- Asse di riferimento analogica (Asse X)
- Uscita analogica (TENSIONE con scala 0..10 V)
- Interrupt (OFF tutti disabilitati)
- Behavior (NORMAL)
- Fondo scala (1 → +/- 4 g)
- Soglia Shock (20 → 625 mg con fondo scala 4g)
- Durata Shock (1 → 2,5 msec)

AVVERTENZE GENERALI

Assicurarsi che la tensione di alimentazione sia correttamente stabilizzata.

Il sensore non deve essere connesso alla linea di alimentazione se quest'ultima è sotto tensione: ciò può causare il danneggiamento del dispositivo.

Nel caso in cui il rumore indotto dalle linee di potenza risulti superiore a quello previsto dalla normativa CE (immunità ai disturbi), separare i cavi del sensore dalle linee di potenza e di alta tensione ed inserire il cavo in una canalina metallica connessa a terra.

Non esporre il sensore ad acqua, vapore, acidi o solventi. Per la pulizia del sensore usare un panno umido e asciugare.

SINTASSI RS-485

Al fine di evitare collisioni e/o errori di comunicazione, tutti i comandi sono incapsulati in pacchetti. Questi ultimi si dividono in due categorie: pacchetti "a sintassi breve" e pacchetti a "sintassi estesa". Tipicamente i pacchetti "brevi" sono utilizzati per inviare comandi senza parametri (Es. comando di *ECHO*) mentre i pacchetti "estesi" contengono i parametri e sono protetti anche da una Checksum di controllo.

Per discriminare la tipologia del pacchetto, occorre riferirsi all'ottavo bit (MSB) del byte del "numero di Nodo". I pacchetti a "sintassi breve" hanno tale bit a "0" mentre i pacchetti a "sintassi estesa" hanno il bit a "1".

Dato che è possibile collegare al bus RS-485 più prodotti, al fine di identificarli in maniera univoca, occorre sempre assegnare loro un valore univoco del "numero di NODO".

SINTASSI COMANDO BREVE

| Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 | Byte 5 |
|--------|--------|---------|---------|--------|
| 0x25 h | 0x76 h | node n° | command | 0x65 h |

- Byte 1 → Start (0x25)
- Byte 2 → Start (0x76)
- Byte 3 → Selezione tipologia di comando e numero di nodo
- Byte 4 → Comando
- Byte 5 → End (0x65)

SINTASSI COMANDO ESTESO

| Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 | Byte 5 | Byte 6 | Byte 7 | Byte 8 |
|--------|--------|---------|---------|--------|--------|----------|--------|
| 0x25 h | 0x76 h | node n° | command | data 1 | data 0 | Checksum | 0x65 h |

- Byte 1 → Start (0x25)
- Byte 2 → Start (0x76)
- Byte 3 → Selezione tipologia di comando e numero di nodo
- Byte 4 → Comando
- Byte 5 → Byte 1 (MSB) del dato
- Byte 6 → Byte 0 (LSB) del dato
- Byte 7 → Checksum
- Byte 8 → End (0x65)

CHECKSUM

Per calcolare la Checksum occorre sommare i primi sei bytes del pacchetto ed inviare solo il byte meno significativo del risultato:

Es. $0x25 + 0x76 + 0x80 + 0x50 + 0x00 + 0x01 = 0x16C \rightarrow 0x6C$

ACKNOWLEDGE

In generale, il sensore risponde con un *ACK* ad un comando solo se quest'ultimo è andato a buon fine. L'*ACK* è composto da 2 bytes: il primo byte è 0x40 mentre il secondo byte è proprio il comando inviato.

Es. Comando (*ECHO*): $0x25 0x76 0x00 0x28 0x65 \rightarrow 0x40 0x28$ (*ACK*)

ELENCO COMANDI RS-485

Durante il normale funzionamento del prodotto (*RUN*) è sempre possibile inviare dei comandi RS-485 al prodotto purché il bus di comunicazione RS-485 sia libero.

COMANDI A SINTASSI ESTESA (HEX)

- (0x70) SET del valore inviato come “numero di nodo”.

Es. 0x25 0x76 0x80 0x70 0x00 0x01 0x8C 0x65 → 0x40 0x70 (ACK)

NB. I numeri di nodo possono variare nel range “0..126”.

- (0x36) SET del valore di soglia dell’accelerometro (0..127)
- (0x37) SET del valore minimo di durata dell’interrupt riconosciuto (0..127)
- (0x38) SET del valore di fondo scala dell’accelerometro (0..3)

NB. I possibili valori di fondo scala dell’accelerometro sono:

- 0 → +/- 2 g
- 1 → +/- 4 g
- 2 → +/- 8 g
- 3 → +/- 16 g

Es. SET del valore di fondoscala a +/- 2 g:

0x25 0x76 0x80 0x38 0x00 0x00 0x53 0x65 → 0x40 0x38 (ACK)

(Per mantenere in memoria i parametri occorre sempre inviare il comando di salvataggio)

COMANDI A SINTASSI BREVE (HEX)

- (0xAA) Salvataggio della configurazione attuale del prodotto
- (0xBB) Richiamo ultima configurazione salvata
- (0xBC) Ripristino configurazione *Factory*
- (0x4D) GET modello sensore (*reserved*)
- (0x4E) GET revisione hardware sensore (*reserved*)

NB. Il ripristino della configurazione *Factory* riporta il prodotto ai valori di default e sovrascrive tutte le configurazioni salvate.

- (0x80) SET uscita analogica in tensione con scala 0..10 V
- (0x81) SET uscita analogica in tensione con scala 0..5 V
- (0x82) SET uscita analogica in corrente con scala 4..20 mA
- (0x83) SET uscita analogica in alta impedenza
- (0x84) SET uscita analogica in corrente con scala 0..20 mA
- (0x85) SET uscita analogica in corrente con scala 0..24 mA

- (0x46) SET del behavior NORMAL
- (0x47) SET del behavior TOGGING
- (0x48) SET del behavior IMPULSE

- (0x28) Comando di ECHO

- (0x34) SET dello stato di interrupt su RS-485 ON
- (0x44) SET dello stato di interrupt su RS-485 e ANALOGICA ON
- (0x45) SET dello stato di interrupt su ANALOGICA ON
- (0x35) SET dello stato di interrupt OFF

- (0x90) SET uscita analogica su valori di accelerazione dell’asse X
- (0x91) SET uscita analogica su valori di accelerazione dell’asse Y
- (0x92) SET uscita analogica su valori di accelerazione dell’asse Z

- (0x30) GET dello stato di interrupt:
0x00 → OFF
0x01 → ON RS-485
0x02 → ON ANALOGUE OUT
0x03 → ON ANALOGUE + RS-485

- (0x4A) GET asse di riferimento per l’uscita analogica:
0x00 → Asse X
0x01 → Asse Y
0x02 → Asse Z

- (0x4B) GET tipologia dell’uscita analogica:
0x00 → Alta Impedenza
0x01 → Tensione con scala 0..5 V
0x02 → Tensione con scala 0..10 V
0x03 → Corrente con scala 4..20 mA
0x04 → Corrente con scala 0..20 mA
0x05 → Corrente con scala 4..24 mA

- (0x4C) GET tipologia di behavior:
0x00 → NORMAL
0x01 → TOGGING
0x02 → IMPULSE

- (0x31) GET valore di soglia dell’accelerometro (0..127)
- (0x32) GET valore minimo durata dell’interrupt riconosciuto (0..127)
- (0x33) GET del valore di fondo scala dell’accelerometro (0..3)

Questi comandi di GET rispondono con un ACK seguito da 1 byte che contiene il valore richiesto.

Es. GET SOGLIA → 0x40 0x23 (= 35 decimale)

- (0x39) GET dei valori di picco positivi
- (0x3A) GET dei valori di picco negativi

- (0x3B) GET dei valori medi (su di una finestra di 1024 campioni)

Il GET dei valori risponde con un ACK seguito da 6 bytes che contengono i valori delle accelerazioni registrate. I primi 2 bytes di dato (16 bit espressi in complemento a 2) sono riferiti all’asse X, i successivi 2 bytes all’asse Y ed i restanti 2 all’asse Z:

GET PICCO POSITIVO → 0x40 0x00 0x01 0x00 0x02 0x00 0x03
(X=1, Y=2, Z=3)

Ogni lettura dei valori di picco (positivi o negativi) resetta il valore della relativa variabile al fine di ricalcolare il dato a partire dall’ultima interrogazione.

- (0x50) GET CONTINUO dei valori dei 3 assi
- (0x55) GET BURST di 1000 dati dei valori dei 3 assi

NB. Il comando “CONTINUO” interrompe la comunicazione bidirezionale con il sensore e satura il bus RS-485 con i dati di accelerazione al massimo della frequenza di campionamento del sensore: 400Hz. Per ripristinare la comunicazione occorre spegnere e riaccendere il sensore.

- (0x51) GET dei valori correnti di accelerazione dei 3 assi

- (0x52) GET dei valori correnti di accelerazione dell’asse X
- (0x53) GET dei valori correnti di accelerazione dell’asse Y
- (0x54) GET dei valori correnti di accelerazione dell’asse Z

Il GET di tali valori sono per gestioni a polling a bassa frequenza e quando sono riferiti al singolo asse (X o Y o Z) il comando risponde con un ACK seguito da 2 bytes i quali contengono i valori delle accelerazioni registrate:

Es. GET VALORI ASSE X → 0x40 0x00 0x01 (X = 1)

- (0x59) GET temperatura accelerometro

Il GET del valore di temperatura risponde con un ACK seguito da 1 byte che contiene il valore richiesto in complemento a 2 e 0x00 corrisponde a 25°C. I valori limite sono -40°C e +85°C.

Es. GET TEMPERATURA → 0x40 0x0A (= +35 °C)

INTERRUPT (Soglia e Durata)

La funzione di “*interrupt*” lavora in maniera continuativa e tutti i valori entro la frequenza di campionamento (400 Hz) sono comparati con i parametri di “*soglia*” e “*durata*”. Se un’accelerazione supera la “*soglia*” impostata per un tempo superiore alla “*durata*” viene generato l’allarme.

DURATA

Il valore di “*durata*” è selezionabile su 128 livelli (0..127) con uno step di circa **2,5 msec**.

Es. Per ottenere un allarme da un’accelerazione che superi la “*soglia*” per un tempo maggiore di 30 msec occorre impostare il valore di “*durata*” a 12:

30 msec / 2,5 msec = 12

SOGLIA

Dato che l’accelerometro può essere programmato con 4 differenti valori di fondo scala (2g, 4g, 8g e 16g) ed il valore di soglia è a 128 livelli, lo step di risoluzione viene calcolato dividendo il valore di fondo scala per 128:

- 2g → 2000mg / 128 = **15,625** mg
- 4g → 4000mg / 128 = **31,25** mg
- 8g → 8000mg / 128 = **62,5** mg
- 16g → 16000mg / 128 = **125** mg

Es. Per ottenere un allarme da un’accelerazione che superi la “*soglia*” di 2g con fondo scala di 4g:

2000 mg / (risoluzione a 4g) = livello → 2000 mg / 31,25mg = **64** (decimale)

Il LED “*Red*” del trasmettitore viene acceso ad ogni evento di “*interrupt*”. Quest’ultimo può essere associato o meno all’invio di un pacchetto di allarme su bus RS-485.

INTERRUPT SU RS-485

NB. Affinché gli allarmi vengano propagati sul bus, occorre abilitare una delle seguenti gestioni degli interrupt:

- interrupt abilitato solo su RS-485
- interrupt abilitato su RS-485 e ANALOGICA

(fare riferimento all’elenco comandi RS-485)

NB. Occorre però tenere presente che se il sistema venisse configurato con valori di allarme troppo bassi, questi ultimi verrebbero generati in maniera continuativa sino a saturare il bus RS-485.

Es. Pacchetto di allarme su RS-485 → 0x40 0x00 0x3C (ACK + NODO + 0x3C)

Ogni allarme su bus RS-485 genera un pacchetto composto da un **ACK** seguito dal numero di **NODO** del sensore ed il byte **0x3C** (= *alarm*).

INTERRUPT CON USCITA ANALOGICA

L’uscita analogica del sensore possiede tre differenti modalità di funzionamento:

- NORMAL
- TOGGING
- IMPULSE

Nelle modalità di TOGGING ed IMPULSE, l’uscita analogica non riporta l’andamento delle vibrazioni ed opera solo con il livello minimo ed il livello massimo della propria configurazione.

Es. Uscita configurata in TENSIONE 0..10 V:

- minimo → 0 V
- massimo → 10 V

NB. Affinché gli allarmi vengano propagati sull’uscita analogica occorre prima scegliere il behavior desiderato (TOGGING o IMPULSE) e poi abilitare una delle seguenti gestioni degli interrupt:

- interrupt abilitato solo su ANALOGICA
- interrupt abilitato su RS-485 e ANALOGICA

(fare riferimento all’elenco comandi RS-485)

NORMAL

L’uscita analogica non propaga nessun allarme e segue il normale andamento delle accelerazioni indipendentemente dall’abilitazione o meno dell’interrupt su ANALOGICA.

TOGGING

Ogni accelerazione che supera il valore di “*soglia*” e di “*durata*”, provoca la condizione di allarme e quindi, lo stato dell’uscita viene alternativamente commutato fra valore “*minimo*” e valore “*massimo*”.

IMPULSE

In questo behavior, l’uscita analogica è sempre sul valore “*minimo*”. Ad ogni superamento del valore di “*soglia*” e “*durata*”, l’uscita viene commutata al valore “*massimo*” e mantenuta “*alta*” per almeno 5msec per poi ritornare al valore “*minimo*”.

NB. Tale behavior limita la frequenza di riconoscimento degli allarmi.

Es. Due allarmi consecutivi con un intervallo temporale inferiore ai 5msec non potranno essere entrambi riportati in uscita.

