

# WISEPOWER



## WS-SHM

Multi sensore di monitoraggio  
per la salute delle strutture



Datasheet



**Energy Harvesting Technology**

## DESCRIZIONE GENERALE

I sensori WS-SHM forniscono un'affidabile, facile da montare e conveniente soluzione, progettata per il monitoraggio della salute strutturale statica e dinamica di grande strutture. Misurano:

- Accelerazioni dei 3 assi;
- Inclinazioni degli angoli polari con sensibilità di 0,02°;
- temperatura, con una sensibilità di 0,5°C.

Sono disponibili due versioni, una con e una senza sincronizzazione GPS.

La comunicazione dei dati può essere eseguita sfruttando:

- Zigbee (gateway necessario)
- LoRa
- Cellulare (4G-LTE, NB-IOT, 3G)
- WiFi

I dati vengono quindi impostati su un server remoto, resi disponibili per l'analisi.

I parametri operativi principali di WS-SHM sono riconfigurabili da remoto, ad esempio:

- il range di misura e ODR per l'acquisizione dei dati accelerometrici;
- l'asse/gli assi acquisire;
- il numero di campioni acquisire;
- la frequenza delle misure effettuate durante il giorno;
- la soglia ed il range per le accelerazioni di shock;
- la seconda soglia di shock per innescare un'acquisizione più lunga;
- il numero di campioni e l'ODR per l'acquisizione.

L'operatività di WS-SHM non necessita della

sostituzione della batteria, essendo alimentata da energia solare e vibrazionale.

WS-SHM è IP67, ROHS 3 e resistente ai raggi UV; in questo modo si adatta ad essere installato anche all'esterno senza alcuna aggiunta di protezione.

## CASI APPLICATIVI

WS-SHM è progettato per il monitoraggio della salute di grande strutture.

Il suo utilizzo è consigliato (ma non limitato) per il monitoraggio di:

- ponti, viadotti;
- condutture aeree;
- turbine eoliche;
- torri di telecomunicazioni;
- gasdotti;
- Strutture o monumenti storici/artistici.

In ognuno di questi casi, l'installazione di WS-SHM è facile e veloce; può essere fatta o con montaggio a vite (facoltativamente si può sfruttare un'apposita piastra di montaggio che garantisce planarità e stabilità su superfici ruvide) o semplicemente mediante incollaggio del sensore alla struttura.

In base al protocollo di comunicazione, può essere necessaria l'installazione di un gateway per il trasferimento di dati su un server dedicato. Quest'ultimo può essere cablato o auto-alimentato.

## SPECIFICHE TECNICHE

### Riferimenti del prodotto

WS-SHM - **PWR** - **COM** - **MO**

#### **PWR**- tecnologia di alimentazione

#### **COM**- Tecnologia di comunicazione Wi-Fi

**VibPV**: Energy Harvester vibrazionale non lineare  
+ Pannello solare integrato (1W) + Li-ion  
Batteria ricaricabile (2,6 Ah)

**ZB** : ZigBee Radio

**PV**: Pannello solare integrato (1W) + Li-ion  
Batteria ricaricabile (2,6 Ah)

**L.R** : LoRa Radio

**48V**: Alimentazione esterna di 48 V in input.

**CELL** : 4G/LTE- 3G-NB-IOT

**WIFI**: 802.11/b/g/n, TCP/IP

**MO** - **Opzione montaggio SM** - Coperchio con montaggio a vite

**SMO** - Coperchio con montaggio a vite ortogonale

**Esempio n°1**: **WS-SHM-VibPV-ZB-SM** , WS-SHM con harvester vibrazionale, pannello fotovoltaico, batteria ricaricabile, modulo ZigBee e coperchio con montaggio a vite.

**Esempio n°2**: **WS-SHM-PV-LR-SMO** , WS-SHM con pannello fotovoltaico e batteria ricaricabile, modulo LoRa coperchio con montaggio a vite.

### Caratteristiche Ambientali e Meccaniche

Involucro	Impermeabile
	Dimensioni in mm (LxWxH): 120x120x50 mm
	Peso In grammi: 500 g
Valutazione IP	IP67
Temperatura Operativa	-30 °C A +75 °C
Norme & Certificazioni Radio	Etichettatura Direttiva CE
	FCC/CI (Nord America)
	ETSI (Europa)
	ROHS - Direttiva 2002/95/CE

## Specifiche sensori

### Accelerometro per SHM

Tecnologia dell'accelerometro	Tecnologia MEMS a bassa energia
Range di misura	$\pm 2 \text{ g} / \pm 4 \text{g} / \pm 8 \text{ g}$
Risoluzione	$3.9 \mu\text{g}/\text{digit} @ \pm 2 \text{g}$ , $7.8 \mu\text{g}/\text{digit} @ \pm 4 \text{g}$ , $15.6 \mu\text{g}/\text{digit} @ \pm 8 \text{g}$
Non-linearità tipica	$\pm 0,1\% \text{ FS}$
Variazione di sensibilità vs temperatura	$\pm 0,01\% / ^\circ\text{C}$ ( $-40^\circ\text{C}$ A $+125^\circ\text{C}$ )
Variazione del livello Zero-g vs temperatura	$\pm 0,02 \text{ mg}/^\circ\text{C}$ ( $-40^\circ\text{C}$ A $+125^\circ\text{C}$ )
Precisione offset Zero-g	$\pm 25 \text{ mg}$
Rumore densità spettrale @ BW 500Hz	$25 \mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$

### Accelerometro per Shock

Tecnologia dell'accelerometro	Basso energia MEMS tecnologia
Range di misura	$\pm 2 \text{ g} / \pm 4 \text{g} / \pm 8 \text{ g}$
Risoluzione	$1 \text{ mg}/\text{digit} @ \pm 2 \text{g}$ , $2 \text{ mg}/\text{digit} @ \pm 4 \text{g}$ , $4 \text{ mg}/\text{digit} @ \pm 8 \text{g}$
Non-linearità tipica	$\pm 0,5\% \text{ FS}$
Variazione di sensibilità vs temperatura	$\pm 0,05\% / ^\circ\text{C}$ ( $-40^\circ\text{C}$ A $+85^\circ\text{C}$ )
Variazione del livello Zero-g vs temperatura	$\pm 0,5 \text{ mg}/^\circ\text{C}$ ( $-40^\circ\text{C}$ A $+85^\circ\text{C}$ )
Precisione offset Zero-g	$\pm 50 \text{ mg}$ (asse Z) $\pm 35 \text{ mg}$ (assi X, Y)
Rumore spettrale densità @ BW 100Hz	$920 \mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$

### Temperatura

Range di misura	da $-40^\circ\text{C}$ A $+125^\circ\text{C}$
Precisione	$\pm 0,5^\circ\text{C}$

## Specifiche RF

### ZigBee<sup>®</sup>

Protocollo dello Stack	ZigBee <sup>®</sup>
Topologia WSN	Star
Rate dei dati	250 Kbit/s
Caratteristiche RF	ISM 2,4 GHz
Energia in TX	+8 dBm
Sensibilità del Ricevitore	-103 dBm
Range Massimo	600 m (Linea d'aria), 40 m (Non in Linea d'aria)

### LoRa<sup>™</sup>

Protocollo dello Stack	LoRa <sup>®</sup> - Tecnologia di modulazione
Topologia WSN	10937 bps
Rate dei dati	863.000 Mhz A 870.000 Mhz
Caratteristiche RF	+14 dBm
Energia in TX	-146 dBm
Sensibilità del Ricevitore	10 km (Linea d'aria), 3 km (Non in Linea d'aria)

### Cellulare

Tecnologia	4G LTE CAT-M1/NB-IoT
Bande Supportate	FDD-LTE B1/B3/B5/B8/B20/B28

### Wi - Fi

Protocollo dello Stack	IEEE 802.11b/g/n, TCP/IP
Velocità dati	Da 11 A 54 Mbps
Caratteristiche RF	Da 2.412 A 2.484 GHz

Energia in TX	Da 16 a 13 dBm
Sensibilità del Ricevitore	Da -90 dBm A -67dBm
<b>Opzioni RF</b>	
Portale ZigBee®	XGI-20CZ7-E00-W0 [Wifi + ETH0] XGI-20CZ7-EU7-W0 [Wifi + ETH0 + Cellulare]

<b>GPS (opzionale)</b>	
Tempo di acquisizione	<ul style="list-style-type: none"> <li>· &lt;1s (hot start, Outdoor)</li> <li>· &lt;30s (hot start, Indoor)</li> <li>· &lt;15s (max 32s) Open sky, Cold start</li> </ul>
Supporto del protocollo	NMEA 0183 (GGA, GLL, GSA, GSV, RMC, VTG)
Precisione di sincronizzazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>· &lt;100ns (Tipico)</li> <li>· &lt;800ns (Massimo)</li> </ul>
	· 1ms (non sincronizzato)

<b>Parametri di configurazione over-the-air (OTAC)</b>	
ODR SHM Accelerometro	da 31.25 Hz a 500 Hz
Intervallo d'acquisizione	da OGNI ora ad ogni 8 ore
Campioni A acquisire	da 1024 a 32768
Trasmissione dei dati	1 asse , 2 assi o 3 assi
Rilevamento soglia di shock	da 1,1 g a 8 g
Soglia di acquisizione post-shock	da 1,1 g a 8 g
Campioni da acquisire per il post-shock	da 1024 a 32768
ODR per il post-shock	da 31.25 Hz a 500 Hz

## Consumo @ 3 v

Durante acquisizione dati	da 3mA fino a 5mA
Durante ZigBee <sup>®</sup> TX	30mA @8dBm
Durante ZigBee <sup>®</sup> RX	10mA
Durante LoRa <sup>™</sup> TX	45 mA @14dbm
Durante LoRa <sup>™</sup> RX	10mA
Durante Cellulare TX	134 mA @23dBm
Durante Cellulare RX/Ascolto	18mA @3.3V
Durante modalità sleep (shock ON)	7 $\mu$ A

## Alimentazione

Energy harvesting	Controllo di precisione di voltaggio e corrente fornita dal pannello e dell'energy harvester.
Ricarica della batteria da fonti ambientali	Batteria Li-ion ricaricabile tramite fonte solare e vibrazionale con controllo di precisione: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protezione da OverVoltage, OverCurrent, corto circuiti e Undervoltage;</li> <li>• Monitoraggio della temperatura della batteria.</li> </ul>

## Componenti aggiuntivi

Comunicazione Zigbee	Gateway industriale Digi (0 equivalente) 4G/Ethernet Connessione + alimentazione.
Comunicazione Wifi	· Router 4G + alimentazione; · Ripetitore WiFi per ampia copertura.
Kit per il Gateway auto-alimentato	· Palo di montaggio e kit per pannello solare 80W (almeno) · Box Impermeabile · Batteria ricaricabile · Solare carica regolatore · Energia fornitura convertitore



## TEST INCLINOMETRICI

È stato eseguito un test, montando il sensore su una vite micrometrica con passo di  $0,02^\circ$ . L'inclinazione progressiva misurata dall'accelerometro era calcolata in gradi, applicando le seguenti regole geometriche all' RMS delle accelerazioni misurate sui 3 assi:

I risultati in tabella 1 mostrano le misure al variare di  $\Phi$  con  $\phi$  fisso, mentre nella tabella 2 le misure sono state effettuate facendo variare  $\phi$  con  $\Phi$  fisso. La misurazione prevede 1024 campioni con ODR = 500 Hz.

Dopo aver ripetuto il test con 32768 campioni, la sensibilità rispetto all'angolo di inclinazione si riduce a  $0,001$  gradi.

Ciò è dovuto al fatto che un'unica misura di RMS su un asse è data calcolando l'RMS dei campioni in una misurazione per lo stesso asse; perciò la precisione di una singola misura di rms aumenta al crescente del numero di campioni.

Tabella 1: Sensibilità test per inclinometro. 1024 campioni con ODR = 500Hz. Inclinazione  $\Phi$

Inclinazione sperimentale SU	misurato	Inclinazione sperimentale SU	misurato
$0,02^\circ \pm 0,005^\circ$	$0,023^\circ \pm 0,003^\circ$	$0,000^\circ \pm 0,005^\circ$	$0,0027 \pm 0,0015^\circ$
$0,04 \pm 0,005^\circ$	$0,040 \pm 0,003^\circ$	$0,000^\circ \pm 0,005^\circ$	$0,0017 \pm 0,0015^\circ$
$0,06 \pm 0,005^\circ$	$0,064 \pm 0,003^\circ$	$0,000^\circ \pm 0,005^\circ$	$0,0005 \pm 0,0015^\circ$
$0,08 \pm 0,005^\circ$	$0,085 \pm 0,003^\circ$	$0,000^\circ \pm 0,005^\circ$	$0,0016 \pm 0,0015^\circ$

Tabella 2: Sensibilità test per inclinometro. 1024 campioni con ODR = 500Hz. Inclinazione  $\phi$

Inclinazione sperimentale SU	misurato	Inclinazione sperimentale SU	misurato
$0,000^\circ \pm 0,005^\circ$	$-0,003^\circ \pm 0,003^\circ$	$0,060^\circ \pm 0,005^\circ$	$0,063 \pm 0,002^\circ$
$0,000 \pm 0,005^\circ$	$-0,002 \pm 0,003^\circ$	$0,080^\circ \pm 0,005^\circ$	$0,084 \pm 0,002^\circ$
$0,000 \pm 0,005^\circ$	$-0,001 \pm 0,003^\circ$	$0,10^\circ \pm 0,005^\circ$	$0,107 \pm 0,002^\circ$
$0,000 \pm 0,005^\circ$	$-0,007 \pm 0,003^\circ$	$0,12^\circ \pm 0,005^\circ$	$0,129 \pm 0,002^\circ$



Facoltativamente, e sotto attenta valutazione da parte di Il team tecnico di Wisepower, la personalizzazione del prodotto può essere discussa.

Per qualsiasi informazione aggiuntiva puoi contattarci a [info@wisepower.it](mailto:info@wisepower.it) oppure chiama il numero +39 075 584 7210.

L'ufficio tecnico di Wisepower è in Viale Zeffirino Faina 4, 06123, Perugia (PG).