

### مقدمه



سنسور VibNode 356 یک شتاب‌سنج سه محوره ایده‌آل برای پایش وضعیت ماشین‌های دوار مطابق با استاندارد ISO-10816 با خروجی MODBUS و قابل اتصال به انواع PLC های استاندارد می‌باشد. خصوصیتی مانند قابلیت اطمینان بالا، دقت اندازه‌گیری، قابلیت شبکه‌سازی و انعطاف‌پذیری در توابع پردازشی داخلی، این سنسور را به بهترین انتخاب برای مانیتورینگ و حفاظت ارتعاشی ماشین‌های دوار تبدیل نموده است.

### ویژگی‌های مهم

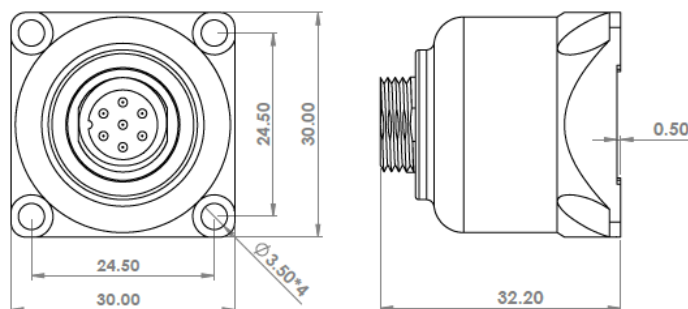
- استفاده از سنسور شتاب‌سنج مبتنی بر تکنولوژی MEMS با قابلیت اندازه‌گیری در سه جهت از فرکانس صفر تا ۱۰۰۰ هرتز
- محدوده اندازه‌گیری شتاب:  $\pm 40\text{ g}$
- کمیت‌های خروجی: شتاب با دقت  $0.01\text{ m/s}^2$  و سرعت با دقت  $0.1\text{ mm/s}$
- فیلترهای قابل تنظیم توسط کاربر: بالاگذر (2, 5, 10 Hz) و پایین‌گذر (100, 200, 500, 1000 Hz)
- محاسبه مقدار RMS شتاب و سرعت در محدوده زمانی حداقل  $0.5\text{ sec}$
- تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال با رزولوشن ۱۶ بیت در داخل سنسور و عدم نیاز به سیستم داده‌برداری آنالوگ
- امکان سفارش توابع پردازشی ویژه در داخل سنسور
- مقاوم در برابر نوسان یا افت ولتاژ تغذیه در محدوده ۱۰ تا ۳۰ ولت و حفاظت در برابر تغذیه معکوس
- قابلیت اتصال به هر نوع PLC یا HMI استاندارد با پشتیبانی شبکه MODBUS RTU
- تحمل دمای محیطی از ۲۰- تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد و پایداری حرارتی بسیار بالا

### کاربرد

- پایش وضعیت و حفاظت ارتعاشی ماشین‌های دوار طبق استاندارد ISO-10816

## نصب مکانیکی

سنسور دارای یک سطح مقطع مربعی است که چهار سوراخ به قطر  $3.5\text{ mm}$  برای نصب آن در نظر گرفته شده است. در محل مورد نظر، چهار سوراخ رزوه شده با استاندارد  $M3$  ایجاد نموده و سپس با در نظر گرفتن راستای  $X$  و  $Y$  و  $Z$ ، سنسور را بوسیله چهار عدد پیچ  $M3$  و واشر فنری نصب نمایید.



## نصب الکتریکی

بهتر است برای دستیابی به حداکثر کارایی سنسور، از کابل ۴ رشته شیلد دار استفاده شود که دو رشته سیم برای تامین تغذیه و دو رشته برای سیگنال دیجیتال است. شیلد کابل به بدنه کانکتور سنسور متصل شود و در سمت  $PLC$  رها باشد (یا برعکس) پین‌های شماره ۴ تا ۶ برای کاربرد داخلی است و نباید توسط کاربر استفاده شود. خریدار می‌تواند کابل با طول مورد نظر را در زمان خرید سنسور سفارش دهد. سمت دیگر کابل با  $PLC$  یا  $HMI$  در ارتباط است. خطوط دیتای  $D^+$  و  $D^-$  در سمت سنسور به طور متناظر به خطوط دیتا در سمت دیگر متصل می‌شود. مقاومت  $Termination$  به مقدار  $120\ \Omega$  اهم بین خطوط  $D^+$  و  $D^-$  در دو سمت کابل باید نصب شود. امکان سفارش این مقاومت در داخل سنسور در هنگام سفارش خرید سنسور وجود دارد.



### Pin Assignment

- 1: GND
- 2:  $D^+$
- 3:  $D^-$
- 4: Do Not Connect
- 5: Do Not Connect
- 6: Do Not Connect
- 7:  $+10 \sim 30\text{ VDC}$



## پروتکل لایه فیزیکی

خروجی این سنسور مبتنی بر پروتکل MODBUS بر بستر RS485 می باشد که تنظیمات لایه فیزیکی آن در جدول زیر آورده شده است.

### پارامترهای باس ارتباطی بین سنسور و PLC

| مقدار      | عنوان پارامتر              |
|------------|----------------------------|
| 0xE0 (224) | آدرس سنسور روی باس         |
| RTU        | نوع مدباس                  |
| RS485      | نوع رابط فیزیکی            |
| 38400      | نرخ تبادل داده (Baud Rate) |
| 8          | طول داده (Data Bits)       |
| Even       | توازن (Parity)             |
| 1          | بیت پایان (Stop Bit)       |

## پروتکل لایه کاربردی

در این سنسور قابلیت تنظیم محدوده اندازه گیری شتاب بین دو گزینه  $\pm 10g$  یا  $\pm 40g$  با استفاده از فانکشن کد  $0x06$  مدباس تعبیه شده و مقدار پیش فرض آن  $\pm 40g$  است.

خروجی پردازش شدهی سنسور نیز با به کارگیری فانکشن کد  $0x04$  از شماره رجیستر مشخص شده در جدول راهنمای رجیسترها قابل دسترس می باشد. این خروجی بر اساس تنظیم انجام شده در رجیستر شماره ۳، عبارت است از مقدار  $RMS$  شتاب بر حسب  $m/s^2$  یا سرعت بر حسب  $mm/s$  که در بازه زمانی  $0.5$  ثانیه ای محاسبه می شوند.

همزمان با روشن شدن سنسور، اندازه گیری شتاب و پردازش آن در داخل سنسور آغاز می شود، ولی برای رسیدن به حالت پایدار و خروجی معتبر، خروجی پس از مدت زمان ۱۰ ثانیه به روز رسانی می شود و پس از آن هر  $0.5$  ثانیه به روز رسانی می گردد. همچنین با تغییر محدوده اندازه گیری، نوع خروجی یا مشخصات فیلتر (تغییر رجیسترهای ۲، ۳ یا ۴ بوسیله فانکشن کد  $06$ )، خروجی پس از مدت زمان ۱۰ ثانیه به روز رسانی خواهد شد. تغییر در رجیسترهای ۲، ۳ و ۴ در حافظه ی دائمی سنسور ثبت شده و پس از روشن شدن مجدد، آخرین تنظیمات انجام شده اعمال می شود.

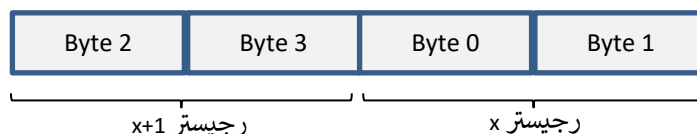


جدول راهنمای رجیسترهای سنسور

| فانکشن کد مدباس | جزئیات  | عملکرد  | آدرس رجیسترها |
|-----------------|---|---|---------------|
| 0x06            | 0x0000: محدوده $\pm 10g$<br>0x8000: محدوده $\pm 40g$  | تنظیم محدود اندازه‌گیری شتاب سنج  | 2             |
| 0x06            | 0: Velocity<br>1: Acceleration  | تنظیم خروجی شتاب یا سرعت  | 3             |
| 0x06            | 0: 1-100 Hz<br>1: 100 – 1000Hz<br>2: 1-500 Hz<br>3: 1-1000 Hz<br>4: 2- 100 Hz<br>5: 2-200 Hz<br>6: 2-500 Hz<br>7: 2- 1000 Hz<br>8: 5 – 100 Hz<br>9: 5- 200 Hz<br>10: 5- 500 Hz<br>11: 5- 1000 Hz<br>12: 10-100 Hz<br>13: 10-200 Hz<br>14: 10-500 Hz<br>15: 10-1000 Hz | تنظیم مشخصات فیلتر  | 4             |
| 0x03            | کانال x   | دریافت مقدار RMS سرعت/ شتاب<br>(Velocity: mm/s , Acceleration: m/s <sup>2</sup> ) | 7,8           |
| or              | کانال y   |   | 9,10          |
| 0x04            | کانال z   |   | 11,12         |



مقادیر *RMS* محاسبه شده در قالب یک عدد اعشاری ۳۲ بیتی در سنسور ذخیره می‌گردد. با توجه به اینکه رجیسترها در مدباس ۱۶ بیتی است، برای هر مقدار *RMS* دو رجیستر در نظر گرفته می‌شود که چیدمان آن بصورت زیر می‌باشد:



چیدمان داده ۳۲ بیتی خروجی سنسور در رجیسترها

در برنامه‌نویسی *PLC* با یک چرخش ۱۶ بیتی به سمت راست و یا چپ می‌توان بایت‌ها را بصورت منظم در قالب یک ۳۲ بیتی *Big-endian* و یا *Little-endian* تبدیل نمود.

### مثال درخواست و پاسخ در پروتکل MODBUS

#### فرمت پیام و پاسخ آن در فانکشن کد 04

| درخواست 0x04             |           | پاسخ 0x04      |           |
|--------------------------|-----------|----------------|-----------|
| Field Name               | RTU (hex) | Field Name     | RTU (hex) |
| Header                   | None      | Header         | None      |
| Slave Address            | 01        | Slave Address  | 01        |
| Function                 | 04        | Function       | 04        |
| Starting Address Hi      | 00        | Byte Count     | 04        |
| Starting Address Lo      | 00        | Data Hi        | 00        |
| Quantity of Registers Hi | 00        | Data Lo        | 06        |
| Quantity of Registers Lo | 02        | Data Hi        | 00        |
| Error Check Lo           | 71        | Data Lo        | 05        |
| Error Check Hi           | CB        | Error Check Lo | DB        |
| Trailer                  | None      | Error Check Hi | 86        |
| Total Bytes              | 8         | Trailer        | None      |
|                          |           | Total Bytes    | 9         |

#### فرمت پیام و پاسخ آن در فانکشن کد 06

| درخواست 0x06        |           | پاسخ 0x06       |           |
|---------------------|-----------|-----------------|-----------|
| Field Name          | RTU (hex) | Field Name      | RTU (hex) |
| Header              | None      | Header          | None      |
| Slave Address       | 11        | Slave Address   | 11        |
| Function            | 06        | Function        | 06        |
| Register Address Hi | 00        | Coil Address Hi | 00        |
| Register Address Lo | 01        | Coil Address Lo | 01        |
| Write Data Hi       | 00        | Write Data Hi   | 00        |
| Write Data Lo       | 03        | Write Data Lo   | 03        |
| Error Check Lo      | 9A        | Error Check Lo  | 9A        |
| Error Check Hi      | 9B        | Error Check Hi  | 9B        |
| Trailer             | None      | Trailer         | None      |
| Total Bytes         | 8         | Total Bytes     | 8         |

توجه: در پیام‌های فوق، کد کنترل خطا از نوع *CRC16-Modbus* می‌باشد.



| Specification                  | Unit              | Model   |             |
|--------------------------------|-------------------|---|-------------|
|                                |                   | VibNode 354                                     | VibNode 356 |
| Measurement Directions         | ---               | X , Y , Z                                       |             |
| Measurement Range              | g                 | ± 2/4/8   | ± 10/20/40  |
| Minimum Frequency              | Hz                | 2 , 5 , 10                                      |             |
| Maximum Frequency (-3dB)       | Hz                | 1000  |             |
| Time Block                     | Sec               | 0.5   |             |
| Sensitivity (on lower range)   | Counts/g          | 14563   | 2913        |
| ADC Resolution                 | bits              | 16  |             |
| Noise Density (on lower range) | $\mu g/\sqrt{Hz}$ | 20  | 80          |
| Broadband Resolution           | g                 | 0.0008  | 0.003       |
| Mounted Resonance Frequency    | Hz                | > 5000  |             |
| Non-Linearity                  | %                 | 0.1   |             |
| Transverse Sensitivity         | %                 | < 5   |             |
| Operating Temperature          | °C                | -20 ~ +70                                       |             |
| Storage Temperature            | °C                | -40 ~ +85                                       |             |
| Temperature Sensitivity        | % / °C            | ± 0.01  |             |
| Electrical Output              | ---               | RS485   |             |
| Output Protocol                | ---               | MODBUS  |             |
| Output Quantity                | ---               | Acceleration / Velocity                         |             |
| Processing Techniques          | ---               | Bandpass filter, Integration, RMS               |             |
| Analog Output (Optional)       | ---               | 3 channels, 0~10 V                              |             |
| Digital Output (Optional)      | ---               | 3 channels, open collector to 30 V, max. 100 mA |             |
| Maximum Cable Length           | m                 | 1200  |             |
| Maximum No. of nodes           | ---               | 250   |             |
| Power Supply                   | VDC               | 15 ~ 30   |             |
| Power Consumption              | mA @ 24 VDC       | 25  |             |
| Size                           | mm                | 30(L) × 30(W) × 33(H)                           |             |
| Weight                         | gr                | 80  |             |
| Case Material                  | ---               | Stainless Steel                                 |             |
| Mounting                       | ---               | 4 × Ø3.5 mm                                     |             |
| IP Rating                      | ---               | IP 65   |             |

