

LoRaWAN Vibration Sensor

Nakorn.Three

LoRaWan Vibration Sensor



Vibration Sensor เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์สุขภาพของเครื่องจักร ใช้ในการทำ Preventive Maintenance

ISO 2372 เป็นตัว Standards ที่กำหนด Guidance สำหรับค่าความรุนแรงของการสั่นสะเทือน (Vibration Severity) สำหรับเครื่องจักรซึ่งทำงานที่ความถี่ 10 to 200 Hz (600 to 12,000 RPM)



VIBRATION SEVERITY PER ISO 10816						
Machine		Class I small machines	Class II medium machines	Class III large rigid foundation	Class IV large soft foundation	
	in/s mm/s					
Vibration Velocity Vrms	0.01 0.28					
	0.02 0.45					
	0.03 0.71			good		
	0.04 1.12					
	0.07 1.80					
	0.11 2.80		satisfactory			
	0.18 4.50					
	0.28 7.10		unsatisfactory			
	0.44 11.2					
	0.70 18.0					
	0.71 28.0		unacceptable			
	1.10 45.0					

Class I machines may be separate driver and driven, or coupled units comprising operating machinery up to approximately 15kW(approx 20hp).

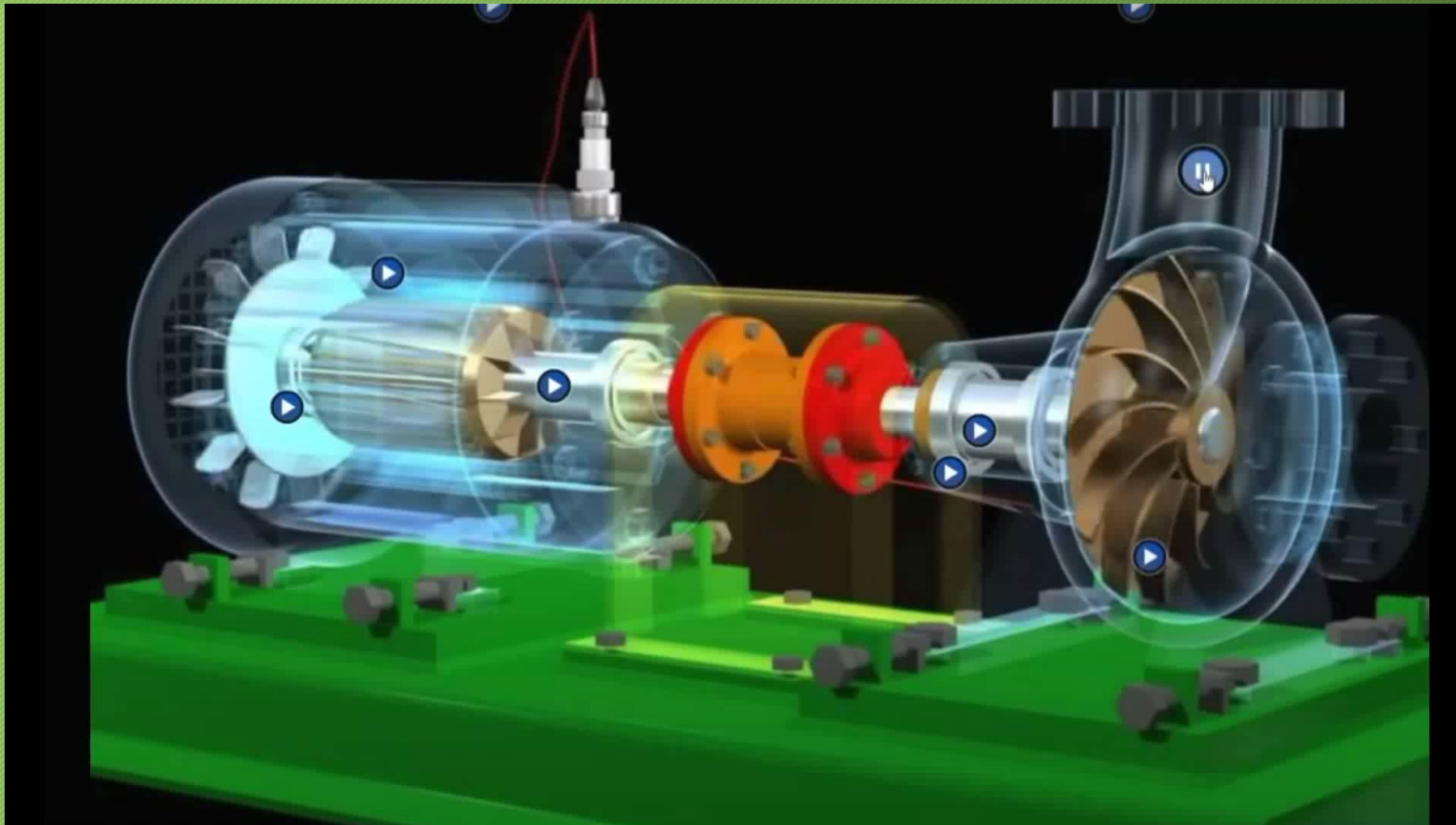
Class I machinery (electrical motors 15kW (20hp) to 75kW(100hp), without special foundation, or Rigidly mounted engines or machines up to 300kW (400hp) mounted on special foundations.

Class III machines are large prime movers and other large machinery with large rotating assemblies mounted on rigid and heavy foundation which are reasonably stiff in the direction of vibration .

Class IV includes large prime movers and other large machinery with large rotating assemblies mounted on foundations which are relatively soft in the direction of the measured vibration (i.e., turbine generators and gas turbines greater than 10MW (approx. 13500hp) output.

ตาม ISO Standards แล้ว Unit ที่ใช้งานคือ Vibration Velocity Vrms

LoRaWan Vibration Sensor (Example)

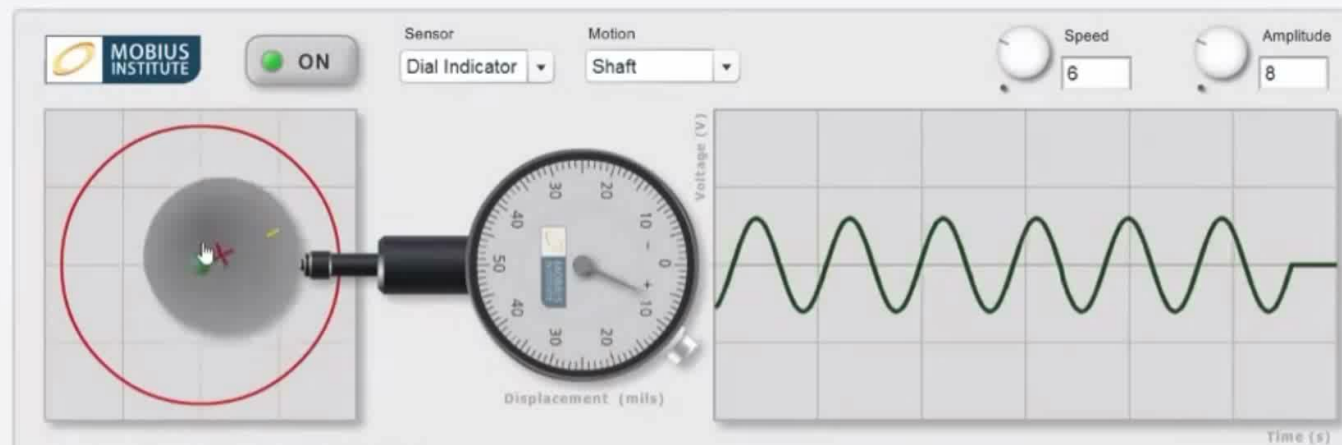


<https://www.youtube.com/watch?v=Vj1xmze3GlE>

LoRaWan Vibration Sensor (Time Domain)

Vibration Basics

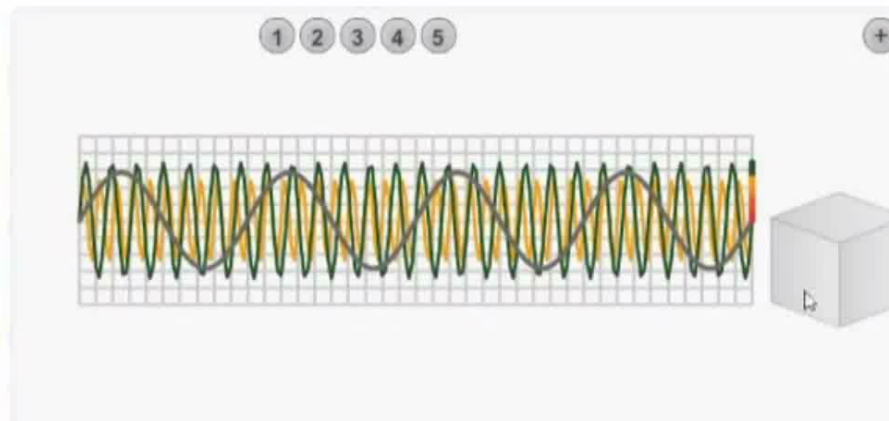
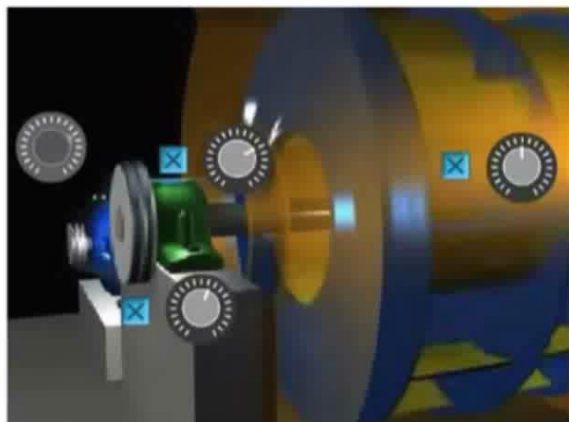
- A waveform comes from the sensor (e.g. accelerometer)
- A single motion generates a sine wave with a single frequency and amplitude
- Vibration from additional components adds additional frequencies



LoRaWan Vibration Sensor (Frequency Domain)

Spectrum analysis

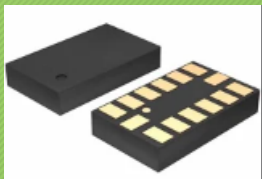
- The spectrum is generated from the waveform
- *In basic terms*, each component generates a single frequency
- The spectrum makes each source of vibration easier to see
- [Harmonics and sidebands tell us that the motion is more complex.]



LoRaWan Vibration Sensor

- Vibration Sensor เราสามารถใช้เทคนิคการวัดได้หลายแบบ ตั้งแต่การใช้ MEMS, Piezoelectric sensor, Strain Gauge, Capacitive Sensor, Magnetic Sensor แต่ที่พบว่ามีการใช้งานในอุตสาหกรรม คือ MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems)

MEMS Accelerometers



ST , ADI

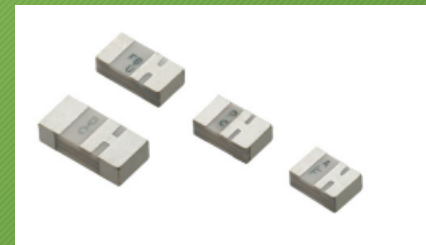
Murata

Exp. ADXL345, LIS2DW12, SCA3300,
Output g (Gravity)

Piezoelectric



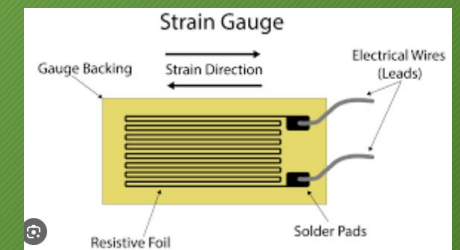
TE



Murata

Exp LDT0 output mV/g

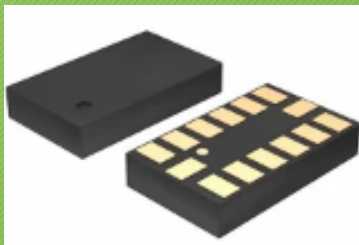
Strain Gauge



LoRaWan Vibration Sensor

- MEMS & Piezoelectric Output วัดเป็นค่า g
- MEMS ใช้ BUS I2C หรือ SPI สามารถอ่านค่า g ได้โดยตรง แต่ Piezoelectric ต้องมีการแปลงสัญญาณ mV
- ใช้วิธีการวัดแบบอื่นเช่นต้องมีการกระบวนการแปลงข้อมูลที่มากขึ้นเพื่อให้ได้ค่าที่ต้องการ เช่น การสั่นของแม่เหล็ก การเปลี่ยนแปลงค่า R ของ Strain Gauge

MEMS
Accelerometers



LoRaWan Vibration Sensor

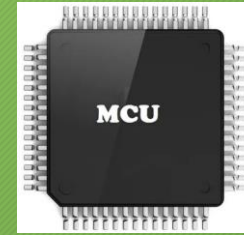
เป้าหมายของการออกแบบ

- Acceleration 3-axis, $\pm 2, \pm 4, \pm 8, \pm 16g$
- วัดค่าเป็น g, Velocity mm/s, in/s
- กำหนดค่า **Hysteresis** สำหรับแจ้งเตือน
- ส่งค่ามาวิเคราะห์ **Frequency Domain, Time Domain**
- อุปกรณ์ทำงานด้วย **Battery** อายุการใช้งาน 10ปี (สำหรับการทำงานแจ้งเตือน)
- วิธีการสื่อสารสำรองเพื่ออ่านค่ามาวิเคราะห์ **Frequency Domain, Time Domain**

LoRaWan Vibration Sensor

- MCU & Circuit รวม Module สื่อสารทั้งหมดกินไฟต่ำ ใช้ Battery

MCU ต้องเป็น Arm Cortex Source ต้องใช้ library ของ Standard ของ ผู้ผลิต การทำงานต้องทำงาน Sleep mode เพื่อให้กินไฟต่ำ



- Battery Li Metal 3V 2.4Ah

หากจำเป็นต้องใช้วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้าจาก Battery ต้องเป็นวงจรกินไฟต่ำ



- Sensor MEMS Sensor Acceleration 3 axis

- LoRaWan Module

ภาคส่งสัญญาณ RF ต้องใช้ควมถี่ตาม กสทช. กำหนด 920-925 Mhz กำลังส่ง สามารถตั้งได้ 50/100 mW

- ต้นแบบ Circuit และ source code เพื่อใช้พัฒนาสินค้า

LoRaWan Vibration Sensor

- Develop Board สำหรับ MCU STmicro
- Develop Board สำหรับ IKS01A3 (Chip LIS2DW12)
- STM32IDE (IDE Compiler)
- STM32CubeMx (initialization code generator)
- สั่งผลิต PCB และส่งให้นำไปประกอบทดสอบ
- สั่ง Part IC และวัสดุ ที่จำเป็น
- ขอ Training need กับ Supplier STmicroelectronic

FFT REF.

- DSP on STM32
<https://www.youtube.com/watch?v=3WF4CGKoMas>
- **An Animated Introduction to Vibration Analysis by Mobius Institute**
<https://www.youtube.com/watch?v=Vj1xmze3GLE>
- STM32F4 FFT example
<https://stm32f4-discovery.net/2014/10/stm32f4-fft-example/>
- **CMSIS-DSP**
https://arm-software.github.io/CMSIS_5/DSP/html/index.html