

SELECCIÓN DE SENSORES PARA ADQUISICIÓN DE DATOS EN UNA MÁQUINA DE CNC PARA ANÁLISIS DE FALLAS

Pablo Antonio Arellano González, Ing.

Hernández Bolaños Miguel, M. en C.

Nilda Fabiola Encarnación Avalos, Ing.

Instituto Politécnico Nacional
CIDETEC

pabloaag@gmail.com

mbolanos@ipn.mx

fab-nil_34@hotmail.com

Resumen

En la industria dedicada a la manufactura las máquinas de control numérico computarizado son una parte fundamental. Los costos de producción se relacionan directamente con el estado de estas, por lo que el mantenimiento con un enfoque predictivo es una pieza clave, sin embargo para llegar a esto la generación de datos es primordial, además de dar un paso hacia la llamada Industria 4.0 donde la generación, almacenamiento y análisis de datos en sistemas basados en plataformas de cómputo en la nube están cambiando las formas de producción industrial, lo cual sería imposible sin la selección correcta de sensores los cuales describiremos en este artículo basados en la determinación de fallos más comunes en una máquina de control numérico computarizado..

Introducción

Actualmente dentro de la industria, las máquinas herramienta son una parte primordial ya que están íntimamente relacionadas con los costos y la productividad de una empresa. La gran importancia de mantener estas máquinas en las mejores condiciones y no solo en el sentido productivo, sino también en la seguridad, ya que al ser equipos que manipulan materiales a grandes velocidades o a grandes temperaturas, el riesgo para el personal es latente. Esto ha generado una gran variedad de estudios relacionados con técnicas de detección y diagnóstico de las condiciones de operación de maquinaria, [5] donde se ha buscado la colección de la

mayor cantidad de datos relacionados con la dinámica de trabajo, haciendo énfasis en algunas variables como son consumo energético, vibración, temperatura, sonido etc. esto con el propósito de analizarlas mediante diversas técnicas y lograr obtener indicadores que puedan ser útiles para el diagnóstico y predicción de posibles fallas [3] y así anticipar la posibilidad de interrupciones súbitas en el proceso productivo o incrementos en el riesgo de operación.

En este artículo se presentaran algunos de los sensores más utilizados para la colección de datos más representativos los cuales pudieran ser posteriormente caracterizados, estructurados y analizados mediante diversas técnicas; Cabe mencionar que los sensores son de costo asequible lo cual implica ciertas limitantes en comparación con sensores más sofisticados y por consiguiente de mayor costo, sin embargo, los principios bajo los que operan resultan suficientes para el fin y análisis para el que se estudian.

Descripción General de Sensores

Generalmente se le llama sensor a un dispositivo conformado por un conjunto de etapas interconectadas las cuales cumplen diversas funciones para poder entregar una medición lo más apegada a la naturaleza de la variable medida[2]. En este artículo generalizaremos su estructura en 3 etapas básicas figura 1 las cuales se describen a continuación.



Figura 1. Diagrama general de sensores.

Sensor, es la etapa que, interactúa con una variable en el medio que se quiere medir, el cual presenta un cambio en sus propiedades a medida que se da esta interacción es decir captan un cambio en el medio, lo cual es aprovechado para establecer una referencia paramétrica que posteriormente puede ser utilizada para diversos fines ya sea para su manipulación, registro, control etc.

Dentro de la estructura general, un sensor incluye en su siguiente etapa un transductor el cual se encarga de transformar la variación física del sensor en otro tipo de señal de salida, algunos ejemplos podrían ser: mecánica, eléctrica, neumática etc. Todo dependerá del tipo de procesamiento al que sea sometida dicha señal, en nuestro caso, las señales provenientes de los dispositivos de censado serán procesadas en una tarjeta electrónica por lo cual es de nuestro interés obtener una señal de salida en términos de voltaje y corriente.

Por tal motivo y para poder ser procesadas, las señales requieren de una última etapa llamada digitalización la cual se lleva a cabo por medio de un convertidor llamado CAD por sus siglas Convertidor Analógico Digital [6] el cual transforma la señal analógica proveniente de los

sensores sincretizándola en valores binarios, los cuales son adecuados para su procesamiento en tarjetas electrónicas.

Variables y Sensores

Vibración

Algunos autores definen a la vibración como un cambio abrupto y repetitivo de posición con respecto a un punto de referencia, [2] ocasionada generalmente por la dinámica de trabajo del equipo, la vibración puede ser el resultado de diversas causas como fuerzas desequilibradas, contacto de elementos en movimiento con partes estáticas, deslizamientos etc. Cada elemento en un equipo puede presentar su propia vibración la cual caracteriza dicha parte del equipo lo cual es aprovechado para la revisión de su comportamiento de operación.

Para el censado de la vibración se propone un sensor acelerómetro ya que es un instrumento que hace la medición de la aceleración de acuerdo con su masa y gravedad, en el mercado se encuentran comúnmente diversos tipos, como capacitivo, cristal piezoeléctrico, piezoresistivo, mecánico y térmico. En este trabajo nos concentraremos principalmente en los de tipo capacitivo y piezoeléctrico, por sus características las cuales son afines a la aplicación propuesta.

Como ejemplo de acelerómetros tenemos el sensor MMA7361 figura 2 capacitivo el cual puede hacer una medición en 3 ejes X, Y, Z el voltaje de operación es de 3.3V – 5V, con una sensibilidad dependiendo de la configuración que se haga en el pin GS estas pueden ser de ± 1.5 g. (800mV/g) o ± 6 g. (260mV/g), cuenta con un pin llamado SL el cual configura el reposo del sensor mientras no esté en uso, la salida de la señal en sus tres ejes es analógica.

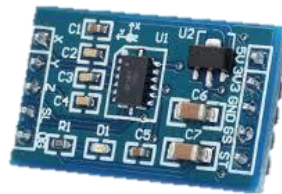


Figura 2. Acelerómetro MMA7361 LCSoft.

En el caso de acelerómetros de cristal piezoeléctrico el MPU6050 figura 3 es un sensor que cuenta con mediciones en tres ejes X,Y,Z además de un giroscopio que añade tres grados más de libertad que bien pueden ser útiles para añadir variables adicionales. La precisión del giroscopio es de 2g, 4g, 8g, 16g un voltaje de operación de 3.3V-5.0V, un convertidor digital de 16bits y comunicación I2C.



Figura 3. Acelerómetro MPU-6050 Sparkfun.

Temperatura

Es una magnitud referida a la sensación física de calor o frío, propiamente la temperatura nos permite establecer una escala de medida de cuanta cantidad de energía térmica tiene un cuerpo, dentro de la instrumentación, la temperatura es una de las medidas más comunes e importantes ya que por medio de esta se pueden inferir ciertos comportamientos en equipos, [2] existen diversas formas de medir la temperatura de un cuerpo tales como la variación en volumen, la variación de resistencia de un semiconductor, la fuerza electromotriz de la unión de dos metales distintos, la intensidad de radiación emitida por un cuerpo etc. Lo cual nos lleva a una gran variedad de sensores que trabajan bajo estos principios de los cuales podemos destacar, termómetro de vidrio, termistores, termopares, pirómetros de radiación ópticos de los cuales se derivan los pirómetros infrarrojos, fotoeléctricos, de dos colores, radiación total etc. Algunas de las consideraciones que se deben tomar para la elección de un sensor de temperatura son: sensibilidad, rango de trabajo, precisión, resolución, tiempo de respuesta, entre otras.

De acuerdo con lo anterior y acorde con la aplicación propuesta el sensor MLX-90614 figura 4 el cual utiliza el espectro infrarrojo para la detección de calor en objetos sin la necesidad de estar en contacto físico, [1] cuenta con una precisión de 0.5°C y un rango de operación entre -70°C a 380°C, alimentado por 4.5V a 5.5V y otra versión de 2.6V a 3.6V, comunicación I2C resolución de 10 bits.



Figura 4. Sensor de Óptico de temperatura MLX-90614 Sparkfun.

Corriente eléctrica

La corriente eléctrica en su definición más básica está dada por el flujo de electrones a través de un conductor con la cual dispositivos como motores transforman la energía eléctrica en energía mecánica, ya que la corriente eléctrica induce un campo magnético el cual es aprovechado por bobinas para generar una fuerza electromotriz, la corriente que alimenta a motores está estrechamente relacionada con el desempeño del trabajo, así que generalmente existen variaciones en su comportamiento.

Los medidores de corriente se clasifican generalmente en dos grandes grupos,, los que miden corriente en alimentaciones eléctricas de tipo continua y los que miden alimentaciones en alterna, dentro de estas clasificaciones también se tienen las sub clasificaciones de sensores invasivos y no invasivos estos últimos requieren intervenir el medio de alimentación para poder ser instalados mientras que los no invasivos pueden realizar la medición externamente sin intervenir físicamente en el medio de alimentación.

Para medir alimentación alterna existen sensores como el KY0137 figura 5 el cual se encuentra clasificado como no invasivo, tiene un voltaje de operación de 5V, y una capacidad de medición de corriente de 5 A en frecuencias dentro del rango 20Hz ~20KHz.

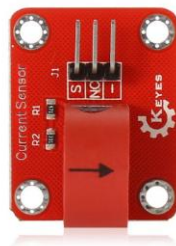


Figura 5. Sensor de corriente FRS KEYES.

Así como también el sensor ACS712 el cual en sus diferentes modelos tiene rangos de medición de 5, 20, 30 Amperios y hasta 30V, el funcionamiento es bajo el efecto Hall, el cual hace la detección del campo magnético inducido por el paso de la corriente a través de los bornes de conexión, puede ser utilizado en corriente continua o alterna, el voltaje de operación del sensor es de 4.5V a 5.5V, y una sensibilidad de 66 mV/A entrega una señal de salida analógica.

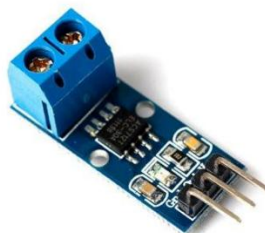


Figura 6. Sensor de corriente ACS712.

Conclusiones

Dentro de la variedad de sensores de bajo costo presentes en el mercado se pueden encontrar diversas alternativas para la medición y registro de variables, pero antes es necesario definir las magnitudes a medir como primer paso, esto dependerá del tipo de falla que se quiera diagnosticar, para esto existe actualmente una gran diversidad de trabajos al respecto en la academia, en este artículo se definieron como variables a medir la vibración, temperatura y corriente, esto basado en nuestros objetivos que tiene que ver con los defectos de operación más comunes en máquinas de control numérico computarizado las cuales de acuerdo con diversos artículos están estrechamente relacionadas con las magnitudes elegidas [3].

Sin embargo, una vez calibrados y caracterizados dichos dispositivos pudimos observar que la fiabilidad en las mediciones se encuentra limitadas a ciertos rangos y hasta cierta precisión, esto debido a su construcción y diseño de fábrica lo cual nos encamino a tener una particular atención en la caracterización de dichos dispositivos para poder obtener respuestas lo suficientemente confiables para representar el fenómeno que se pretende medir. Finalmente teniendo en cuenta estas observaciones, consideramos que las respuestas registradas nos ayudaron a establecer los límites de la calidad en los datos provenientes de los sensores, siendo esto de gran valor para su posterior análisis.

Referencias

- [1] Adafruit Industries (2019, Enero) Accelerometers, Recuperado: Marzo 14, 2019 de <https://www.adafruit.com/?q=accelerometer>
- [2] Creus Sole Antonio, (2011) Instrumentación Industrial, (8° Edición). Edit. Alfaomega, México D.F.
- [3] Marcus Varanis Anderson, Langone Silva, Pedro Henrique, Ayres Brunetto, Rafael Ferreira Gregolin, Artículo, Universidade Federal do Grande Dourados, Brazil, (2015, Septiembre), Instrumentation for mechanical vibrations analysis in the time domain and frequency domain using the Arduino platform.
- [4] Ramón Pallás Areny (2009), Sensores y Acondicionadores de Señal, (4° Edición). Edit. Alfaomega.
- [5] Jae-Yong Lee, Dae-Hee Lee, Jeung-Hyun Park, Joon-Hee Park, IEEE, (2017, Noviembre) Artículo, Study on sensing and monitoring of sewing machine for textile stream smart manufacturing innovation.
- [6] Texas Instrument (2019, Enero) Data Converters, Recuperado: Marzo 17, 2019 de <https://www.ti.com/data-converters/adc-circuit/overview.html>