

Desarrollo de interface de usuario para el análisis de vibraciones mecánicas desarrollada en LabVIEW

Development of a user interface for the analysis of mechanical vibrations developed in LabVIEW

SÁNCHEZ-TIZAPANTZI, Pedro†*, RODRÍGUEZ-GARCÍA, Fernando y HERNANDEZ-BLANQUEL, Paul Martin

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan C.P. 74120 Puebla.

ID 1^{er} Autor: *Pedro, Sánchez-Tizapantzi* / ORC ID: 0000-0001-5861-4724, Researcher ID Thomson: P-6723-2018, arXiv ID: pedro.sntz#1, CVU CONACYT ID: 445617

ID 1^{er} Coautor: *Fernando, Rodríguez-García* / ORC ID: 0000-0002-4621-1845, CVU CONACYT ID: 161277

ID 2^{do} Coautor: *Paul Martin, Hernandez-Blanquel* / ORC ID: 0000-0002-8164-9332, CVU CONACYT ID: 906207

Recibido: Septiembre 05, 2018; Aceptado: Noviembre 07, 2018

Resumen

Actualmente los software comerciales y específicamente los de análisis de vibración tienen costos muy elevados y no son adaptables para más módulos de uso específico, también existen versiones desarrolladas por empresas que realizan software y hardware en lenguaje gráfico tal es el caso de del software ABSignal ModalVIEW de la empresa National Instruments el cual está desarrollado en su software LabVIEW el cual está diseñado para ayudarle a adquirir fácilmente señales multicanal de sonido y vibración desde una máquina en ejecución o para obtener la carga estática o dinámica de una estructura al usar hardware de adquisición de datos, el cual tiene un costo de puro software de MX\$ 95,000, considerando usar el hardware que recomienda el cual supera los MX\$500,000. En este trabajo se desarrollara un software que adquiera y guarde señales de vibración para su post-procesamiento, haciéndolo a las necesidades que se requieran y hacerlo de manera que se pueda agregar cualquier modulo para futuras ampliaciones utilizando la plataforma de LabVIEW adaptando sensores de gama baja, obteniendo un software de costo muy bajo y de funcionalidad específica para aplicaciones académicas, de investigación y mantenimiento predictivo ya que la parte de hardware se hace mediante una tarjeta .

Vibracion, LabVIEW, Adquisición de datos

Abstract

Currently commercial software and specifically those of vibration analysis have very high costs and are not adaptable for more modules of specific use, there are also versions developed by companies that make software and hardware in graphic language, such is the case of ABSignal ModalVIEW software, from the company National Instruments, which is developed in its software LabVIEW and which is designed to help you easily acquire multichannel signals of sound and vibration from a running machine or to obtain the static or dynamic load of a structure when using hardware from data acquisition, which has a cost of pure software of MX \$ 95,000, considering using the recommended hardware which exceeds MX \$ 500,000. In this work we will develop a software that acquires and stores vibration signals for post-processing, doing it to the needs that are required and doing it so that any module can be added for future extensions using the LabVIEW platform, adapting range sensors low, obtaining a software of very low cost and specific functionality for academic applications, research and predictive maintenance.

Vibration, LabVIEW, Data acquisition

Citación: SÁNCHEZ-TIZAPANTZI, Pedro, RODRÍGUEZ-GARCÍA, Fernando y HERNANDEZ-BLANQUEL, Paul Martin. Desarrollo de interface de usuario para el análisis de vibraciones mecánicas desarrollada en LabView. Revista de Prototipos Tecnológicos. 2018. 4-14: 11-16.

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: pedro.sntz@itssmt.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Existe una diversidad de equipos para la recolección y análisis de vibraciones, los cuales pueden variar desde simples medidores de vibración global hasta especializados instrumentos de diagnóstico, que incluyen varias técnicas de análisis. El tipo de programación que se emplea es de flujo de datos y lo controlamos por medio del manejo del error mediante el software LabVIEW el cual constituye un sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos dentro de las ventajas que proporciona el empleo de LabVIEW para este tipo de aplicaciones son que se reduce el tiempo de desarrollo de la interface de usuario al menos de 4 a 10 veces, gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software, posibilidad de crear soluciones completas y complejas, integración un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.

En este proyecto atiende la meta Nacional III, México con Educación de Calidad plantea garantizar un desarrollo integral de todos los mexicanos para así contar con un capital humano preparado que sea fuente de innovación y mayor bienestar de la población, en la cual un objetivo asociado a la Meta Nacional III plantea hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible.

Estado del arte

Comercialmente existe una diversidad de equipos para la recolección y análisis de vibraciones, los cuales pueden variar desde simples medidores de vibración global hasta especializados instrumentos de diagnóstico, que incluyen varias técnicas de análisis. Dentro de estos analizadores, los más comúnmente utilizados en la industria, se encuentran: el CSI-2120 y 2130 de la empresa Computacional System Incorporated, el CMVA 65 de la empresa SKF Condition Monitoring, el DCX-XRT y DCA-31 de la empresa DLI Engineering, el Snapshot de la empresa Bently Nevada y el Vibrotest 60 de la empresa Schenck Corporation.

Estos analizadores tienen como factor común su arquitectura cerrada y su alto precio (usualmente entre US\$12.000- US\$40.000). Se diferencian principalmente por el rango dinámico de sus conversores A/D, el número de canales de adquisición (simultáneos o multiplexados), resolución espectral, ancho de banda, velocidad de adquisición de datos, software de manejo de información, técnicas de análisis implementadas y sistema de protección y robustez frente a medios hostiles.

Marco teórico

Instrumentación.- Instrumentación se define como el arte y la ciencia de la medición y el control de las variables de proceso dentro de un área de producción o fabricación.

Definiciones usadas en la instrumentación: La terminología empleada se ha unificado con el fin de que los fabricantes, los usuarios y los organismos o entidades que intervienen directa o indirectamente en el campo de la instrumentación empleen el mismo lenguaje. Las definiciones de los términos empleados se relacionan con las sugerencias hechas por ANSI/ISA-S51.1-1979 (R 1993) aprobadas el 26 de mayo de 1995.

Definición y antecedentes de la instrumentación virtual: Muchas veces la realización de una medición requiere la intervención de varios instrumentos, unos generan estímulos sobre el dispositivo que se pretende medir y otros recogen la respuesta a estos estímulos. Este conjunto de instrumentos que hace posible la realización de la medición recibe el nombre de sistema de instrumentación. Todo sistema de instrumentación consta de instrumentos, un sistema de interconexión de los mismos y un controlador inteligente que gestiona el funcionamiento de todo el sistema y da las órdenes para que una medición se realice correctamente. El concepto de instrumentación virtual nace a partir del uso de la computadora personal PC, como una forma de reemplazar equipos físicos por software, permite a los usuarios interactuar con la computadora como si estuviesen utilizando un instrumento real. El usuario manipula un instrumento que no es real, se ejecuta en una computadora, tiene sus características definidas por software pero realiza las mismas funciones que un equipo real.

La idea es sustituir y ampliar elementos "hardware" por otros "software", y para ello se emplea un procesador que ejecute un programa específico. Este programa se comunica con los dispositivos para configurarlos y leer sus medidas. En muchas ocasiones el usuario final del sistema de instrumentación sólo ve la representación gráfica de los indicadores y botones de control virtuales en la pantalla del ordenador.

El concepto de instrumentación virtual implica: adquisición de señales, el procesamiento, análisis, almacenamiento, distribución y despliegue de los datos e información relacionados con la medición de una o varias señales, interface gráfica hombre-máquina, visualización, monitoreo y supervisión remota del proceso, la comunicación con otros equipos, etc.

Desarrollo y construcción de la plataforma de instrumentación

En esta sección se explica cada elemento, explicando su función y el motivo de su elección para la plataforma.

1) Equipo Rotodinámico simulador de fallas

Se trata de un equipo rotatorio que puede ser adaptado en diferentes configuraciones para propósitos educativos y de investigación, ya que simula de manera cercana el comportamiento real de la maquinaria rotatoria.

2) Sensor de proximidad

Para la plataforma de instrumentación se utilizó 2 sensores de proximidad inductivos ya que pueden detectar objetos metálicos que se acercan al sensor, sin tener contacto físico con los mismos. Los sensores de proximidad inductivos se clasifican en los siguientes tipos:

- El tipo de oscilación de alta frecuencia que utiliza la inducción electromagnética.
- El tipo magnético que emplea un imán.
- El tipo capacitancia que aprovecha los cambios en la capacidad eléctrica.



Figura 1 Sensor de proximidad inductivo
Fuente: www.directindustry.es, 2018

3) Dispositivo USB de adquisición de datos (DAQ)

El USB-6009 es un dispositivo DAQ multifunción que ofrece E/S analógicas, E/S digitales y un contador de 32 bits. El USB-6009 brinda funcionalidad básica para aplicaciones como registro de datos simple, medidas portátiles y experimentos académicos de laboratorio.

El dispositivo tiene una cubierta mecánica ligera y es energizado por bus para fácil portabilidad.

Se utilizó para las entradas analógicas de los proximetros y acelerómetro.



Figura 2 Dispositivo USB de adquisición de datos
Fuente: www.ni.es, 2018

4) Acelerómetro

El Acelerómetro ADXL335 GY61 es un sensor analógico de 3 grados de libertad. El sensor tiene un rango de +/-3g. Esta tarjeta funciona a 3.3V y se utilizó para adquirir señales de vibración en los soportes del equipo.

Algunas de sus especificaciones son:

- 3 ejes de sensado.
- Salida analógica.
- Bajo consumo: 350uA.
- Voltaje de trabajo: 1.8V a 3.6V.

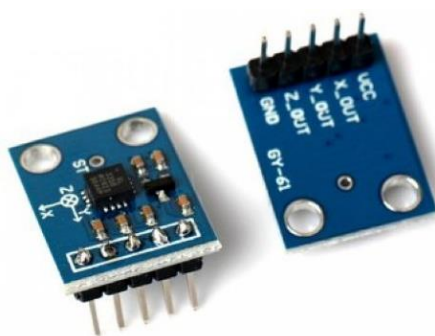


Figura 3 Acelerómetro

Fuente: www.microside.com, 2018

5) Sensor de barrera infrarroja

Es un sensor de medición de distancia, que se basa en un sistema de emisión/recepción de radiación lumínica en el espectro de los infrarrojos (menor que las ondas de radio y mayor que la luz). Este se utilizó para medir la velocidad del equipo.

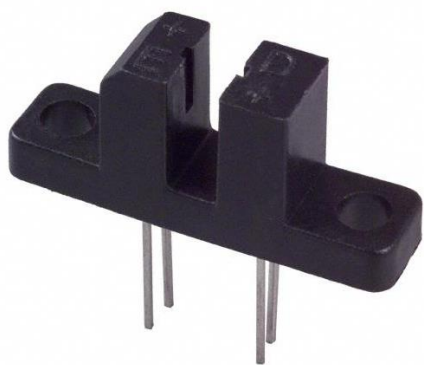


Figura 4 Sensor de barrera infrarroja

Fuente: www.microside.com, 2018

Metodología

La interface de usuario esta diseñada para que se pueda agregar o modificar cualquier modulo para futuras y diversas aplicaciones.

Recordemos que LabVIEW constituye un sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos.

- Panel Frontal

En la siguiente figura puede observar el panel frontal, esta es la interface del usuario para el control y monitoreo de los diversos sensores.

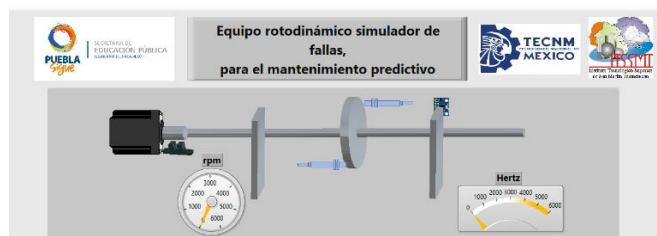


Figura 5 Panel frontal superior

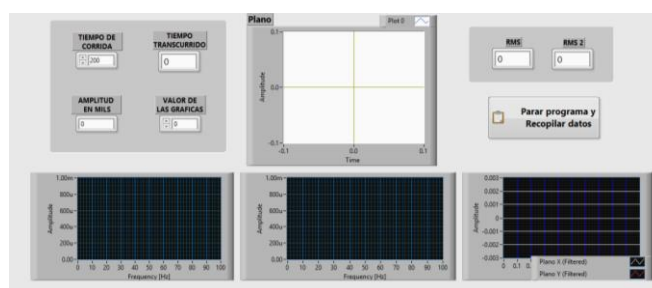


Figura 6 Panel frontal inferior

El diagrama de bloques se puede ver en la figura 7 donde se describen sus componentes.

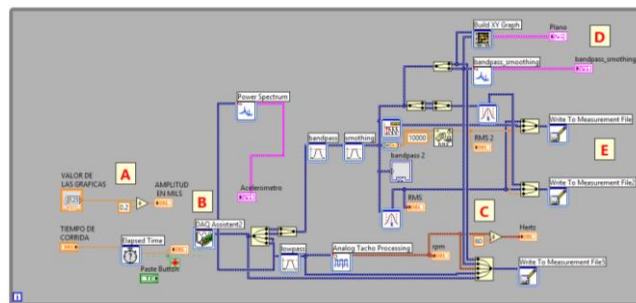


Figura 7 Diagrama de bloques del panel frontal

Descripción del diagrama de bloques (Fig. 7):

- A) En esta parte se encuentran los controles como el valor de las gráficas, tiempo de corrida y el paro del programa para guarda los datos.
- B) En esta sección se adquieren las señales que se requieren para completar el programa.
- C) En esta sección nos encontramos con indicadores, los cuales muestran valores de las señales adquiridas.
- D) Se muestran las gráficas para la comparación de señales.
- E) Aquí se muestra el guardado de todos los datos adquiridos mediante los sensores.

Más adelante se explica cada parte del panel frontal de forma independiente para comprender su estructura de programación.

- Monitoreo de sensores

En esta sección se monitorean los valores adquiridos por los sensores, su comportamiento y los cambios que presenten a través de su funcionamiento.

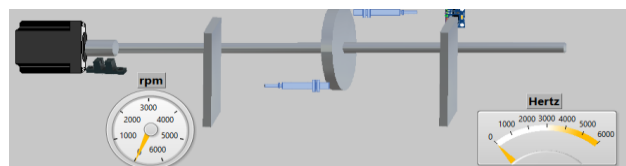


Figura 8 Monitoreo de sensores

En la figura se puede observar donde se encuentran colocados, también de donde provienen las señales.

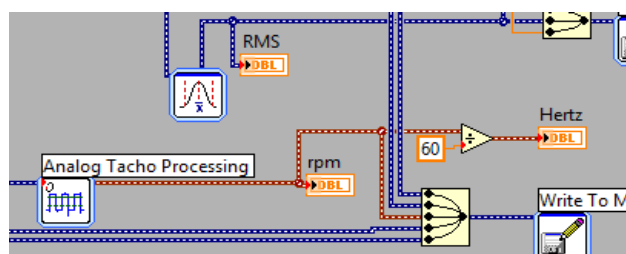


Figura 9 Diagrama de bloques del monitoreo de sensores

- Indicadores y controladores

En esta sección se muestran (Fig. 10) los indicadores que tenemos, como son el tiempo transcurrido, la amplitud y los RMS.

También encontramos algunos controles como el tiempo de corrida, valor de las gráficas, y el paro del programa para guardar los datos.



Figura 10 Indicadores y controladores

En la figura 11 se muestra el diagrama de bloques de los indicadores y controladores, su localización y conexión.

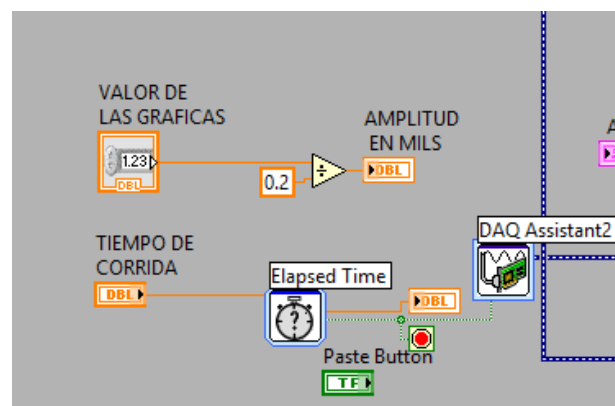


Figura 11 Diagrama de bloques de indicadores y controladores

- Gráficas de datos

Se puede observar en la figura 12 las gráficas que muestran las señales adquiridas y así lograr una comparación entre ellas, como también observar el comportamiento, orbitas y frecuencias de nuestro sistema.

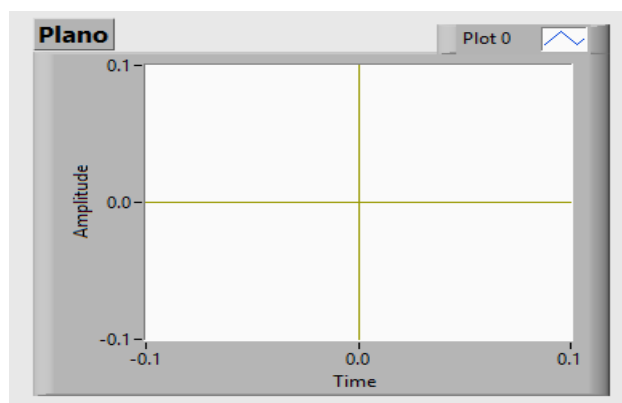


Figura 12 Gráfica de orbitas

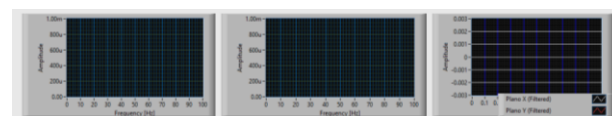


Figura 13 Gráfica de frecuencias y comportamiento

El diagrama de bloques de las gráficas se puede observar en la siguiente figura (Fig. 14) donde se muestran las líneas de las señales adquiridas por la tarjeta de adquisición de datos.

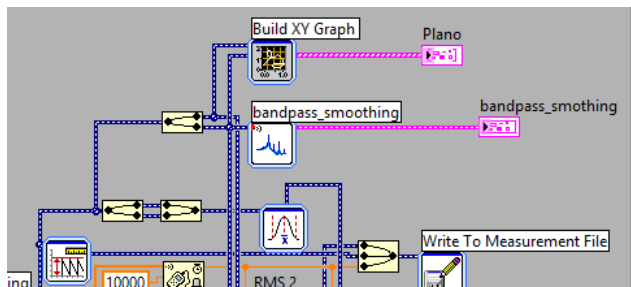


Figura 14 Diagrama de bloques de las gráficas de datos

Resultados

Para validar los resultados se hicieron corridas para encontrar la frecuencia natural de un equipo rotodinamico el cual se desarrolló en el ITSSMT con lo que se pudo validar su modelado matemático, en la figura 14 se muestra los resultados de los datos adquiridos los cuales coinciden con el modelo que se tiende del equipo el cual arrojo que la primer frecuencia natural es de 2,802 rpm O 46 Hz.

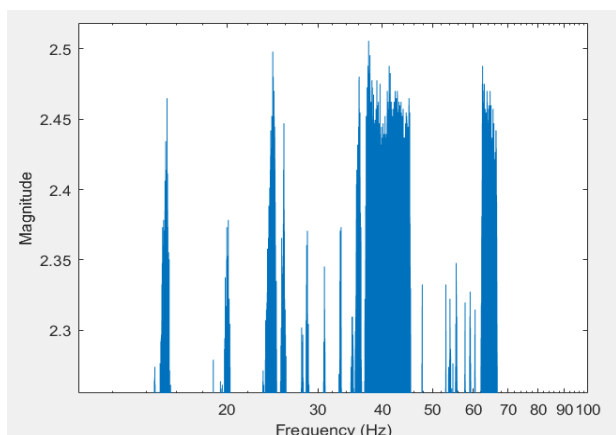


Figura 15 Espectro de frecuencias

Conclusiones

Se demuestra que se puede lograr con una buena programación en una plataforma no necesariamente especializada, resultados confiables para análisis y post-procesamiento de señales.

Se implementó una interface de usuario que es de fácil acceso a los datos para post-procesarlos a conveniencia del que realiza test y que sobre todo es escalable y modulable gracias a los Sub VI implementados.

Referencias

Cooper William D. 1991, Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición. Prentice Hall.

Harris, C. M. Shock and vibration handbook. McGraw Hill, N.Y., (1988).

ISO. "Mechanical Vibration-Evaluation of Machine Vibration by Measurements on Non-Rotating Parts-ISO 10816-3". ISO. Switzerland. 1998.

Lajara Vizcaíno José Rafael, Pelegrí Sebastián José. 2012, LabVIEW: Entorno gráfico de programación, Marcombo.

S. Booksh. "Virtual Instrumentation". Proceedings of National Technical Training Symposium and 26th. Annual Meeting. Pittsburgh, Pennsylvania, USA, pp. 53-64. June 2002.

Skf.com. (2018). Herramientas de medición de vibración SKF. [online] consultar en: <http://www.skf.com/mx/products/condition-monitoring/basic-condition-monitoring-roducts/vibration-measurement-tools/index.html> [Accessed 10 april. 2018].

Spectraquest.com. (2018). SpectraQuest Inc.,: Air Bubble and Cavitation Vibration Signatures of a Centrifugal Pump. [online] consultar en: https://spectraquest.com/technote_display/?tech_note_id=22 [Accessed 10 april. 2018].

T. Butcher. "10 Questions to ask when selecting your sound and vibration measurement system". January 2006. Fecha de Consulta: febrero 2018. http://www.ni.com/academic/instructor/m_eche_dynamics_vibration.htm

Tony R. Kuphaldt. 2014, Lessons In Industrial Instrumentation. Version 2.03 (development) Creus Sole A. 1997, Instrumentacion Industrial. Alfaomega marcombo.

White, G. (2018). Introducción al Análisis de Vibraciones. 1st ed. [ebook] Azima DLI, pp.70-98. Available at: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/40509240/290210174-Glen-White-nalisis-de-Vibraciones.pdf>