



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”
Multidisciplinario
21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Sistema electrónico para identificación de modificaciones en edificios en la UPIITA, IPN.

Florencia Jasso Acosta, Carlos Calleja Álvarez, Alberto Hernández Pérez*.

*Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional. Departamento de ingeniería, academia de electrónica. Avenida Instituto Politécnico Nacional #2508, Col. San Pedro Zacatenco. Delegación Gustavo A. Madero. C.P. 07360. México D.F.

fjassoa1000@gmail.com / ccallejajr@gmail.com / ahernandezpe@ipn.mx

Resumen

El siguiente trabajo pretende mostrar el desarrollo y validación de un prototipo electrónico para la detección de modificaciones en edificios de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA) e identificar desplazamientos angulares, orientado a los desplomes en construcciones y edificaciones después de suscitarse un sismo. Se realizó un trabajo de investigación y recaudación de datos, y con esto el diseño que permita alcanzar los objetivos trazados en el presente trabajo.

Palabras clave: desplazamientos, edificios, sismo, desplomos.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Abstract

The following paper aims to show the development and validation of an electronic prototype for the detection of changes in buildings of the Interdisciplinary Professional Unit of Engineering and Advanced Technologies (UPIITA) and identify angular displacements oriented crashes into buildings and buildings arise after one earthquake. A research and data collection was performed , and thus the design that would achieve the objectives outlined in this paper .

Keywords: displacement, buildings , earthquake , leanings .

I.- Introducción

Sabemos que la Ciudad de México se encuentra sobre lo que antiguamente era una zona de lagos, por lo que el suelo es fangoso y además, la interacción de cinco placas tectónicas provoca que el país presente una alta actividad sísmica. Estos factores pueden ocasionar desplomos o inclinaciones significativas en las construcciones. En los últimos años se ha podido comprobar que los edificios con desplome suelen originar vastos y complicados problemas que llegan hasta justificar su demolición. Los ejemplos de edificios inclinados en el la Ciudad de México son muy abundantes, la Catedral Metropolitana y la Torre Latinoamericana son algunos de ellos.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

En la mayor parte de los casos, no existe un monitoreo de los desplomes presentados en algún edificio o construcción a no ser que tenga un valor histórico, o que represente un peligro latente donde es evidente el daño presentado. Los métodos de revisión utilizados en estos casos los efectúan personas especializadas en reconstrucción y peritos urbanos que se encargan de realizar un análisis profundo de los daños superficiales e internos de las estructuras. En el caso de los edificios y viviendas en general, el método de revisión es la observación. Dicho método es subjetivo y no arroja resultados certeros sobre el estado del edificio.

Por ello, se propone una herramienta que ayude a la revisión de la integridad estructural de los edificios y pueda arrojar datos numéricos sobre el estado del inmueble y mantenga un historial de comportamiento referente a las inclinaciones.

II.- Metodología

El prototipo se compone de cuatro sistemas, cada uno con subsistemas y componentes correspondientes, según sean las necesidades a cubrir y la función que cada uno desempeñe.

2.1.- Sistema mecánico

Este es el encargado de resguardar al sistema electrónico, así como del adecuado posicionamiento de sensores. Este está compuesto por una base de metal que ayuda a disminuir el ruido generado por las imperfecciones de la superficie donde sea colocado [1] y del módulo en principal.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Para el diseño del módulo se toman en cuenta diversos factores: selección del material, condiciones climáticas y los esfuerzos que puede presentar debido a los componentes que contendrá en su interior.

2.2.- Sistema electrónico

Este sistema se encarga del control y regulación de los componentes electrónicos que lo componen, permitiendo implementar las condiciones necesarias y efectuar las mediciones.

En la selección de cada uno de los componentes que integra el sistema electrónico, se realizan pruebas y cálculos para observar las características de cada sensor y poder elegir al que satisfaga los objetivos de funcionamiento.

- ✓ Acelerómetro LSM303DLHC [2]: Acelerómetro con sensibilidad de 1 mg/LBS que permita medir ángulos en planos angulares requeridos por el sistema.
- ✓ Distanciómetro GP2Y0A60SZLF [3]: Sensor de medición de distancia que permitirá ajustar el módulo siempre en el mismo punto.
- ✓ Tarjeta de desarrollo Núcleo F411re [4]: Tarjeta de desarrollo y programación para microcontroladores de la línea STM32 que permita el control y regulación de todo el sistema.

2.3.- Sistema de procesamiento

Sistema encargado de transformar los datos para la visualización del usuario mediante una interfaz creada en LabVIEW® [5]. Esta interfaz permite una interacción, mostrando los datos previamente capturados, así como un historial de las medidas ordenadas en un historial llevado por mes y año. Este mostrará los



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

datos de manera numérica y gráfica, de tal manera que el usuario puede observar los cambios que tuvo el edificio de manera sencilla e intuitiva.

2.4.- Sistema de comunicación

La función principal es transferir los datos capturados por el módulo a la interfaz humano-máquina previamente descrita. Esta comunicación será mediante una tarjeta externa, la cual guarda los datos de la última medición tomada para posteriormente ser leída por la interfaz.

2.5.- Módulo de medición

Finalmente, los 4 sistemas se conjuntaron para formar al módulo de medición. El funcionamiento de este se compone de los siguientes pasos:

- a) Colocación del módulo en el punto a medir, a una distancia adecuada de las paredes con ayuda de los distanciómetros. Esta distancia será aproximadamente a 30cm de cada pared.
- b) Captura y medición de los ángulos en cada esquina (4 en total de un edificio).
- c) Lectura de la tarjeta externa por la interfaz.
- d) Visualización de los datos por medio del historial generado por la interfaz de usuario.

III.-Resultados



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”
 Multidisciplinario
 21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Tras efectuarse distintas pruebas se obtuvieron los siguientes resultados:

3.1.- Error estacionario

Prueba de la inclinación tomando la medición en un punto sin alteración de horizontalidad. Estos errores se observan en la figura 1, y figura 2.



Figura 1. Error estacionario en Plano XZ

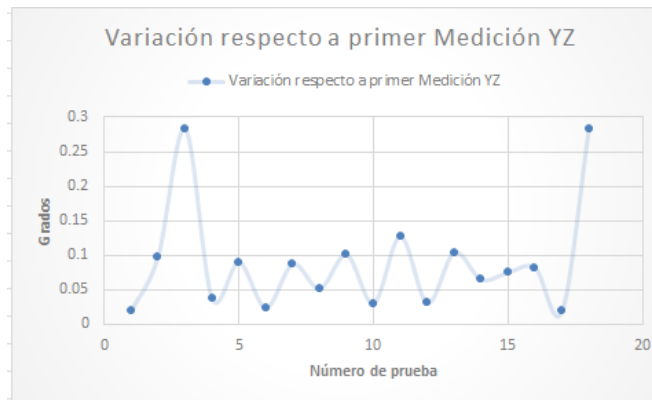


Figura 2. Error estacionario en Plano YZ

Los errores respectivos se observan en la siguiente tabla 1.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Tabla 1. Error estacionario

Errores en Plano XZ	Errores en Plano YZ
Variación Promedio: 0.0333°	Variación Promedio: 0.0816°
Variación Mínima: 0.0032°	Variación Mínima: 0.0190°
Variación Máxima: 0.1343°	Variación Máxima: 0.2830°

Dicho valor se considera aceptable según el reglamento de construcción del Distrito Federal [6] que menciona que ángulo mínimo que se debe poder medir es del 5% de la edificación, con lo que se calculó que se debía tener una resolución mayor a $0^{\circ} 17' 11''$, lo que equivale a aproximadamente 0.2863° .

Respecto al posicionamiento se logró que el sistema tuviera un error de ± 1 cm, a diferentes condiciones de incidencia solar. Las mediciones compensadas varían de forma lineal como se muestra en la figura 3.

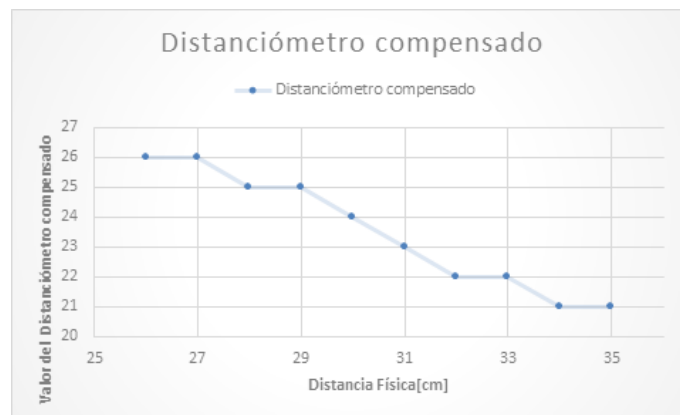


Figura 3. Variación del valor obtenido en el distanciómetro tras compensación cerca del punto de posicionamiento propuesto.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

IV.- Conclusiones

Como resultado de la investigación, el diseño y la construcción del prototipo es posible concluir que la solución planteada al problema en la subjetividad de la revisión de los edificios o infraestructuras después de suscitarse un sismo es viable y puede ser aplicada para apoyar con datos numéricos al usuario ya que se pudo comprobar que la resolución del acelerómetro cumple con las especificaciones de ángulos de inclinación posibles en edificios según el Reglamento del Distrito Federal.

Por otro lado, al realizar las pruebas nos pudimos percatar que las vibraciones del ambiente afectan a las mediciones capturadas. Esto es a causa de la sensibilidad del acelerómetro y la cimentación del suelo, sin embargo en las pruebas en la azotea de un edificio, las vibraciones no afectan a las mediciones, por lo que podemos decir que las vibraciones del ambiente no afectaran al módulo.

Por último, las pruebas presentadas abren el camino para mejorar la resolución del acelerómetro, los materiales de construcción y el modo de medición, ya que es posible mantener uno o varios módulos fijos en la parte superior de cualquier infraestructura con los cambios pertinentes, para un monitoreo continuo.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

V.- Bibliografía.

- [1] Heinz Hinnen ; Martin Gassner; Ernst Muller. The secrets of inclination measurement. Winterthur, 2015.
- [2] STMicroelectronics. Data Sheet: Technical Data LSM303DLHC. 2013, Disponible en: <http://goo.gl/C7ixjY>.
- [3] Sharp. Data Sheet: Technical Data GP2Y0A21YK0F. 2015, Disponible en: <http://goo.gl/JaV4Gj>.
- [4] STMicroelectronics. NUCLEO-F411RE. 2015, Disponible en: <http://goo.gl/qxZN2K>.
- [5] National Instruments Corporation. National Instruments. 2014, Disponible en: <http://goo.gl/sylJjt>.
- [6] Asamblea Legislativa del Distrito Federal. Reglamento de construcciones para el Distrito Federal. Distrito Federal, 2004.