

EVALUACIÓN DE DEFORMACIÓN POR CARGAS DE IMPACTO

Barrón Barrientos Antonio (1), Diosdado de la Peña José Angel (2)

1 [Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [a.barronbarriento@ugto.mx]

2 [Departamento de Ingeniería Mecánica, División de Ingenierías, Campus Irapuato Salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [jose.diosdado@ugto.mx]

Resumen

El siguiente trabajo evalúa la factibilidad de medir microdeformaciones en intervalos de milisegundos. Las microdeformaciones ocurren cuando una masa choca con la celda de carga; para medir las deformaciones en cuestión de milisegundos se utilizó la tarjeta NI 9237 que tiene la capacidad de leer cincuenta mil muestras por segundo. Fue realizado un trabajo experimental que consistía en la ejecución de siete pruebas con diferente rango de masa, los resultados obtenidos fueron satisfactorios porque se cumplió con los objetivos del proyecto.

Abstract

The project proposed evaluate the factibility to measure micro deformations in milliseconds. The micro deformations occur when a mass strikes with load cell; to measure micro deformations in milliseconds was used the NI 9237 card that has the capacity to read fifty thousand samples per second. Was realized a experimental work that consisted in the execution of seven tests with different range of mass, the results obtained were satisfactory because the targets were fulfill.

Palabras Clave

Celda de carga; Microdeformación; Masa; Labview; Carga de impacto.

INTRODUCCIÓN

Los impactos son solicitaciones dinámicas de corta duración e intensidad elevada que, por su naturaleza, pueden producir daños importantes sobre las estructuras. [1]

Una de las funciones de las pruebas de impacto es conocer la tenacidad de un material, ésta se puede obtener con el instrumento “Péndulo de Charpy” el cual es un dispositivo en forma de péndulo creado por Augustin Georges Albert Charpy. [2]

Cuando una masa con una determinada velocidad impacta en una estructura, se produce una fuerza entre la superficie de contacto de ambos cuerpos durante un tiempo determinado, a partir de esta fuerza, la estructura y el proyectil sufren deformaciones y tensiones asociadas.

Este trabajo se centra en la medición de microdeformaciones que ocurren en intervalos de milisegundos en forma experimental, a partir de esto se hará la correlación entre la fuerza de impacto y la deformación de la pieza.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el proyecto se utilizó una tarjeta NI 9237 para la adquisición de los datos con una frecuencia de muestreo de cincuenta mil muestras por segundo, la tarjeta NI 9237 se coloca dentro de un chasis USB NI 9171. El objeto de estudio fue una celda de carga que soporta 5 kg, ésta se conecta a un módulo NI 9949. Flores (2015) recomienda hacer la siguiente conexión entre el módulo y la celda de carga:

Terminales de Screw Terminal Adaptor	Colores de conexión de RJ-50 Cable, 10 Pin-Modular
2	(+) Blanco (salida)
3	(-) Verde (salida)
6	(+) Rojo (excitación)
7	(-) Negro (excitación)
8	(+) Café (TEDS)
9	(-) Azul (TEDS)

IMAGEN 1: Diagrama de conexión entre la celda de carga y el módulo NI 9949

Las terminales que no se conectaron fueron 8 y 9 porque el sensor usado en IMAGEN 1 fue diferente al que se usó en este proyecto.

El módulo NI 9949 se conecta a la tarjeta por medio de un cable RJ-50, el chasis se conecta a la computadora por medio del cable Computadora-Chasis. Se empleó una prensa tipo “C” que es la encargada de mantener fija la celda de carga.

La IMAGEN 2 es la vista general de las conexiones que hay entre el equipo usado para realizar las pruebas.

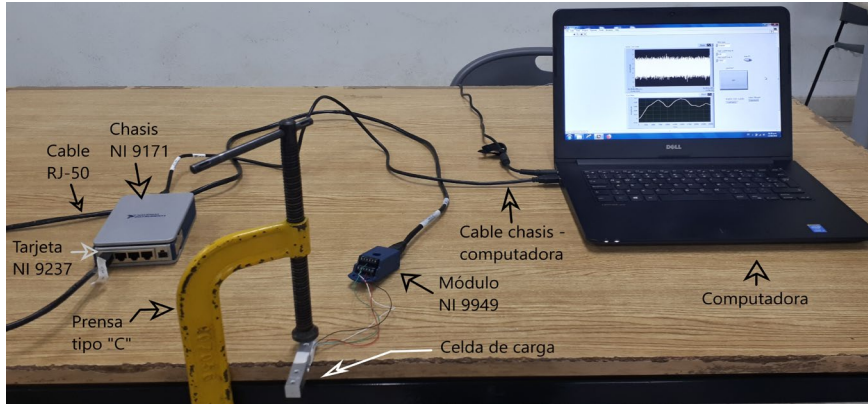


IMAGEN 2: Vista general de las conexiones

Instrumento virtual

Una vez hechas las conexiones de manera correcta en el equipo se creó un instrumento virtual (IV) en el software llamado Labview, este instrumento nos permite analizar la deformación que se produce a lo largo del eje de la celda de carga.

Al observar que la señal de deformación que se obtuvo inicialmente tenía mucho ruido, se aplicó un filtro Butterworth paso bajo. El filtro Butterworth paso bajo consiste en dejar pasar las señales de baja frecuencia y atenúa las señales de alta frecuencia, en este caso, el ruido es la señal de alta frecuencia. Por método iterativo, se determinó que la frecuencia de corte es de 0.0001 Hz.

Para las pruebas se usó el IV con filtro. Al iniciar las pruebas se activa el botón para activar el guardado de datos. Las pruebas consistían en dejar caer masas de valores de: 10 gr., 20 gr., 50 gr., 100 gr., 200 gr., 500 gr. y 1000 gr. en el extremo libre de la celda de carga, una vez terminada la prueba, se desactiva el botón para guardado de datos.

La tarjeta de adquisición de datos tiene una frecuencia de muestreo de cincuenta mil muestras por segundo, al registrar demasiadas muestras de microdeformaciones, el manejo de los datos es complicado. Para simplificar el empleo del gran volumen de datos, se sacó un promedio de los datos o microdeformaciones y se hizo una tabla comparativa.

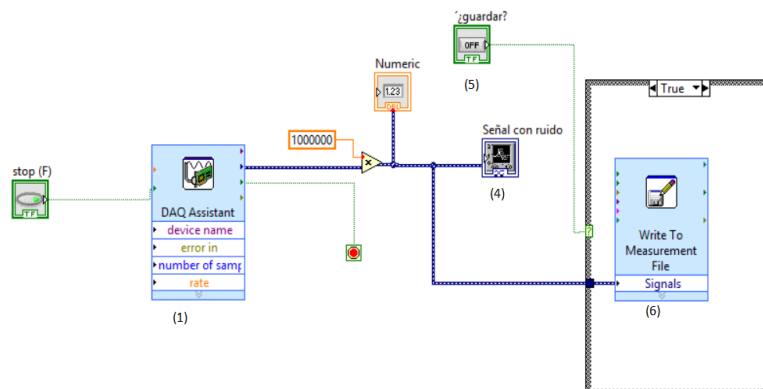


IMAGEN 3: Instrumento Virtual sin filtro

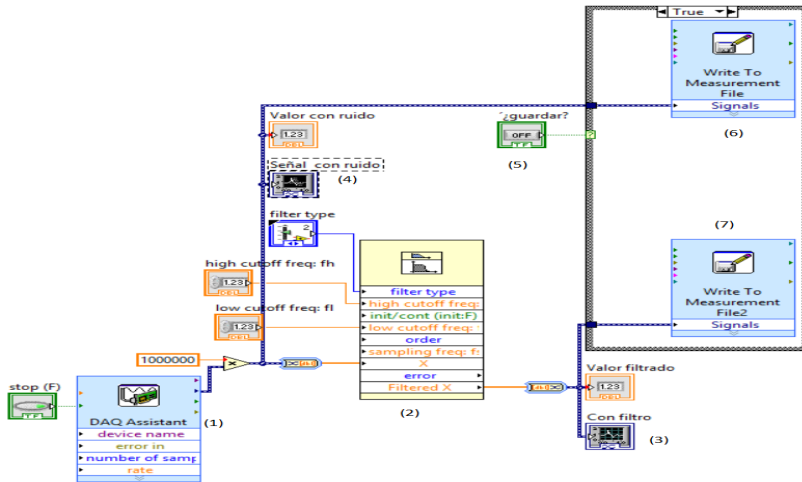


IMAGEN 4: Instrumento Virtual con filtro.

- 1) Asistente para la adquisición de datos.
- 2) Bloque de control para filtro Butterworth.
- 3) Pantalla que muestra la señal de deformación filtrada.
- 4) Pantalla que muestra la señal de salida con ruido.
- 5) Botón para activar el guardado de datos.
- 6) Bloque para guardar datos de la señal con ruido en un archivo de texto.
- 7) Bloque para guardar datos de la señal con filtro en un archivo de texto

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 es la comparativa del promedio de las microdeformaciones contra su respectiva masa.

Tabla 1: Relación masa- promedio de deformación

Masa [gr]	Promedio de Deformación [$\mu\epsilon$]
10	0.890807137
20	1.791753925
50	4.466403176
100	8.937607936
200	17.90837585
500	44.76917241
1000	89.49016722

Tabla 2: Relación masa-deformación

Masa [gr]	Deformación [$\mu\epsilon$]
10	0.893767018
20	1.788783143
50	4.473831516
100	8.948912139
200	17.89907338
500	44.74955712
1000	89.50036334

La columna denominada “deformación” de la Tabla 2 es el resultado de los valores ingresados de la columna llamada “masa” en la ecuación característica, dicha ecuación se obtuvo con los valores de la Tabla 1 por medio del método “regresión por mínimos cuadrados” [4]

La ecuación característica es de grado 1 y se muestra a continuación:

$$D = 0.089501612 \cdot M - 0.001249106 \quad (1)$$

donde D es microdeformaciones y M es la masa aplicada.

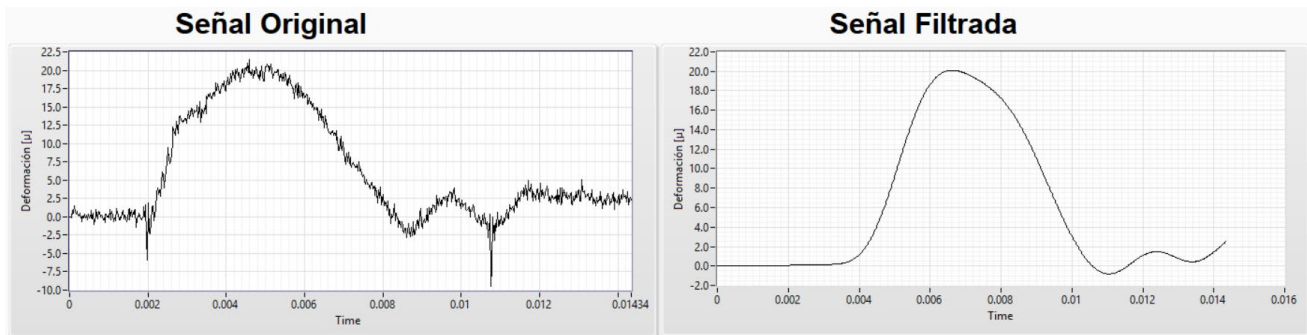


IMAGEN 5: Señal de impacto con ruido (señal original) y señal de impacto filtrada

Para conocer qué masa provocó la microdeformación que se muestra en la gráfica de señal filtrada, se despeja M de la ecuación (1) y se multiplica por la gravedad (9.81 m/s^2). La gráfica de la señal filtrada nos muestra que son $20 \mu\epsilon$, aplicando lo que se dijo anteriormente, la masa que provoca esa microdeformación es de 223.473 gr. ó 2.1922 N.

Se recomienda que se construya una estructura para montar la celda de carga, la estructura se puede construir usando prototipado rápido. Para lograr que la prensa tipo “C” sujetará la carga, se requería de dos personas, una para sujetar la celda a la mesa y otra para ajustar la prensa, este procedimiento era incómodo y requería de bastante tiempo. La estructura debe estar sobre el suelo o sobre una base firme, si está en un lugar inestable, los resultados se pueden contaminar porque la celda de carga es sensible a las vibraciones.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados, se demostró que es posible la medición de microdeformaciones en milisegundos y se logró la correlación entre las mediciones obtenidas y la fuerza que la está generando.

De acuerdo con los resultados mostrados, la respuesta de salida de la celda de carga será lineal.

Este tipo de estudio es de utilidad en la industria automotriz porque permite analizar la deformación presentada en la carrocería de los automóviles en intervalos muy cortos, con base a esto se puede decidir con mayor certeza los puntos de la estructura que se tienen que reforzar o cambiar para mejorar la seguridad de los pasajeros.

REFERENCIAS

- [1] Goicolea, J. M. (2000). Estructuras sometidas a impacto, pp. 01-15. Recuperado de <http://w3.mecanica.upm.es/~goico/ead2000.pdf>
- [2] Ortega, Y. (2006). Prueba de impacto: ensayo Charpy. Revista Mexicana de Física E, 52(1), pp. 51-57. Recuperado de https://rmf.smf.mx/pdf/rmf-e/52/1/52_1_51.pdf
- [3] Flores Hernández, J. F. (2015). Apéndice. Diseño e implementación de un instrumento virtual para evaluar las FRF y obtener los parámetros modales con Labview 2014 (p. 154). Distrito Federal.
- [4] Chapra, S. C., Canale, R. P. (2007). Regresión por mínimos cuadrados. Métodos numéricos para ingenieros (pp. 470-471). México: McGr.aw-Hill.
- [5] Beer, F. P. (et. al) (2012). Energy Methods. Mechanics of Materials (pp. 700-701). Nueva York: McGr.aw-Hill.
- [6] Diosdado De la Peña, J. A., González Capetillo, J. M., Plascencia Mora, H., & Balvántin García, A. de J. (2018). Strain measurement due to impact in a split Hopkinson pressure bar. International Journal For Research In Applied And Natural Science (ISSN: 2208-2085), 4(5), pp. 01-10. Recuperado de <https://gnpublication.org/index.php/ans/article/view/616>
- [7] Esquivel Villegas, L & R. Quintero Barrientos, D & A. Diosdado De la Peña, J & Balvántin, Antonio & A. Limon Leyva, P. (2018). Integration of Numerical, Theoretical & Experimental Methods for the Calculation and Measurement of Strains in an Experimental Stress Analysis Lecture. Experimental Techniques, pp. 01-10. doi: 10.1007/s40799-018-0232-7