

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS SOMETIDOS A VIBRACIONES

Morello, Nicolás - Marino, Marcos

Tutor: Ing. Tais, Carlos

Grupo de Investigación en Tecnología de la Maquinaria Agrícola.
Universidad Tecnológica Nacional.
Facultad Regional Villa María
Av. Universidad 450 Villa María. Argentina.

e-mail: morello137@arnet.com.ar. - markus_marino22@hotmail.com

Palabras claves: dinámica lineal, elementos finitos, vibraciones en circuitos electrónicos.

Resumen. *Se presenta un estudio sobre el comportamiento dinámico de componentes electrónicos, similares a los utilizados en dispositivos de control en equipos electromecánicos, sometidos a vibraciones. A tal fin, se utiliza como herramienta de resolución numérica un software comercial de cálculo basado en el método de los elementos finitos apropiado a los requerimientos que se manifiestan en el problema. El software proporciona como resultados, los valores de los campos de tensiones y desplazamientos. Se analizan las ventajas de esta metodología de cálculo mediante la cual podrían detectarse puntos críticos en los circuitos, prevenir fallas y evaluarse posibilidades de rediseño estructural.*

1 Introducción

En su aspecto básico, el presente trabajo consiste en obtener la respuesta dinámica de los componentes electrónicos de un circuito al ser sometidos a diferentes pulsos de aceleraciones (vibraciones). Estos últimos representan cierta excitación para el sistema sacando al mismo de su equilibrio inicial y son característicos del medio donde funcionan los dispositivos, por ejemplo: sistemas de sensado y adquisición de datos en maquinaria agrícola.

A tal fin, se realiza una comparación entre los valores de tensiones y deformaciones que presenta el sistema en las diferentes situaciones.

El modelo que es analizado corresponde a un tablero de circuito simplificado, cuya estructura esta representada en la Figura 1. La información necesaria sobre datos constructivos es obtenida de bibliografía especializada [1].

El conocimiento de la respuesta dinámica de componentes electrónicos es fundamental para asegurar su confiabilidad en ambientes de trabajo como son las aplicaciones de automatización en máquinas y herramientas.

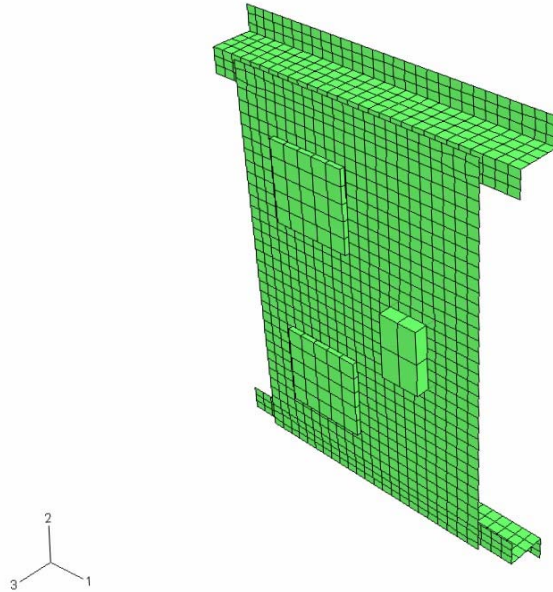


Figura 1: Diseño de la estructura del circuito a estudiar.

2 Metodología

Con el objetivo de detectar zonas críticas o vulnerables a los efectos generados por las vibraciones en circuitos como el considerado, se plantea el trabajo en dos etapas.

En la primera de ellas y a los fines de conocer las frecuencias naturales del sistema, se define un procedimiento de análisis que extraiga los 20 primeros modos de vibración que caracterizan dinámicamente el sistema estructural en estudio y presentan una mayor influencia en su comportamiento dinámico. Los valores de frecuencias que se extraen se utilizan en la parte restante del trabajo, al configurarse los análisis pertinentes.

En una segunda etapa y con el objetivo de conocer las tensiones y desplazamientos que experimenta el modelo, se definen los análisis dinámicos consistentes en la aplicación de dos excitaciones. Un pulso en diente de sierra y otro derivado de este último, lo cual permite obtener una comparación directa entre resultados.

La simulación se realiza utilizando el software, ABAQUS 6.7 [2], el cual presenta la posibilidad de especificar adecuadamente las características particulares de los materiales empleados en el diseño de la estructura, las restricciones geométricas y los movimientos de las bases que suponen la excitación del sistema.

3 Desarrollo

3.1 Diseño

Se propone para el análisis un diseño cuya geometría consta de un tablero con sus componentes electrónicos incorporados. Por simplificación se propone modelizar el tablero como un sólido isotrópico.

Las propiedades de los materiales empleados en su construcción son extraídas de literatura específica [1] [3] y se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Propiedades elásticas del material utilizado.

Material	Propiedad	Valor
Aluminio	Módulo de elasticidad, E	1.e07 MPa
	Coeficiente de Poisson, μ	0.3
Tablero	Módulo de elasticidad, E	8.e05 MPa
	Coeficiente de Poisson, μ	0.275
Chips1	Módulo de elasticidad, E	100 MPa
	Coeficiente de Poisson, μ	0.2
Chips2	Módulo de elasticidad, E	1.2.e06 MPa
	Coeficiente de Poisson, μ	0.3

3.2 Análisis inicial

El modelo descrito anteriormente es sometido a un análisis de frecuencias propias, solicitando la extracción de los primeros 20 valores.

Las condiciones de vínculo son impuestas en los soportes. Cada una de ellas representa la restricción del movimiento en los seis grados de libertad que poseen cada uno.

Para la presente configuración, se considera que el modelo no está sometido a ningún estado de cargas.

3.3 Análisis dinámicos

Con el conocimiento de los modos calculados en el punto anterior se calcula la respuesta del sistema a una excitación dinámica mediante los procedimientos de descomposición modal y análisis espectral [4].

3.3.1 Análisis transitorio

A los fines de obtener la respuesta transitoria de la estructura ocasionada por un pulso de aceleración, se realiza un análisis dinámico mediante el método de descomposición modal.

Es de interés el conocimiento del valor máximo, como así también su ubicación, tanto de la tensión de Von Mises como el desplazamiento que alcanzará la estructura durante el tiempo que dura la simulación.

La aceleración es representada mediante un pulso en forma de diente de sierra con una amplitud de 80g con una duración de $20 \cdot 10^{-3}$ segundos, aplicada en cada soporte.

El método de descomposición modal utiliza los modos de vibración extraídos anteriormente por lo que las condiciones de vínculo a aplicarse son las mismas con las que se obtuvieron los modos de vibración.

3.3.2 Análisis espectral

Con el propósito de obtener la respuesta del tablero de circuito frente a un espectro particular de cargas, se efectúa un análisis de respuesta espectral.

A los fines de realizar una comparación directa de los resultados con el caso estudiado previamente, el espectro de cargas es derivado del mismo impulso en diente de sierra utilizado anteriormente. Este espectro representa lo que normalmente se denomina como una especificación de diseño.

Puesto que la definición se hace de tal manera que las aceleraciones tengan valores mayores en los rangos de frecuencias más elevados, es de esperar obtener resultados más conservadores respecto al análisis del punto 3.3.1.

Las condiciones de vínculo, al igual que antes, son derivadas del análisis detallado en el punto 3.2

4 Análisis de resultados

Del análisis inicial del modelo se obtienen los valores de las primeras 20 frecuencias naturales que posee el sistema y sus valores se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Primeras 20 frecuencias naturales del sistema.

Modo N ^o	Frecuencia (Hz)	Modo N ^o	Frecuencia (Hz)
1	102.40	11	969.64
2	228.73	12	1124.1
3	331.46	13	1144.9
4	410.73	14	1166.9
5	489.24	15	1249.7
6	591.16	16	1315.7
7	626.57	17	1464.5
8	646.42	18	1565.6
9	873.91	19	1677.1
10	956.42	20	1683.8

Los resultados de la Figura 2 muestran el campo de tensiones de Von Mises y desplazamientos máximos que alcanza la estructura en el análisis dinámico transitorio mediante el método de descomposición modal.

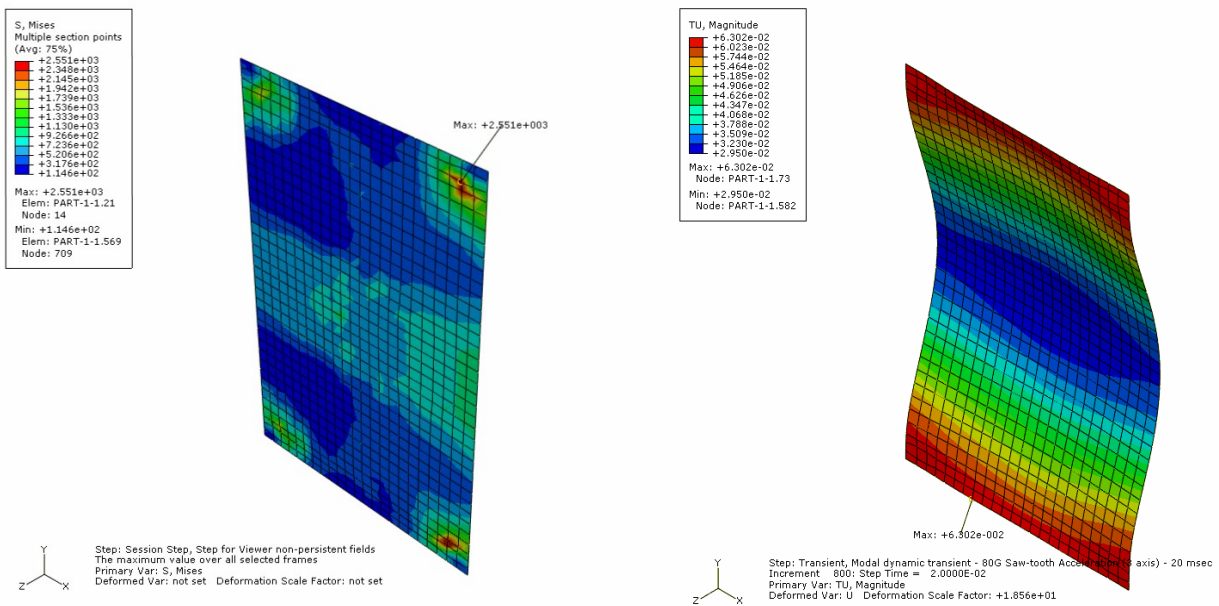


Figura 2: Estado de tensiones y desplazamientos en el modelo obtenidos del análisis transitorio.

Los resultados correspondientes al análisis espectral pueden ser observados en la Figura 3.

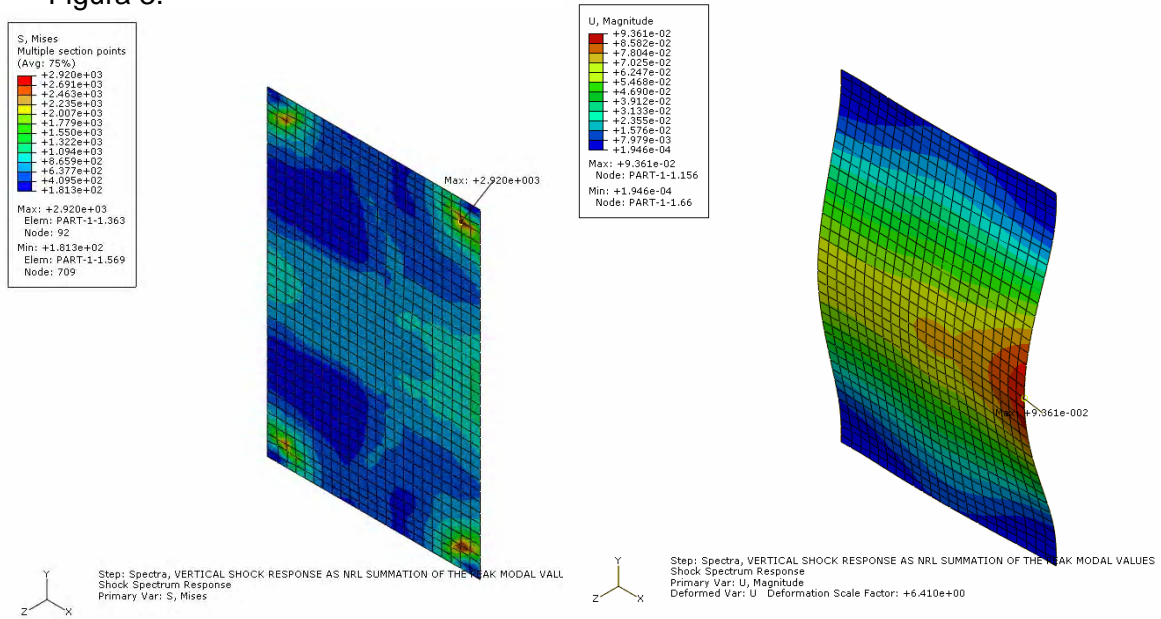


Figura 3. Estado de tensiones y desplazamientos en el modelo obtenidos del análisis espectral.

La excitación del circuito fue definida en base al mismo impulso, de modo que la comparación que en ambos casos se realiza es directa.

Las leyendas correspondientes permiten visualizar el valor y la ubicación de los respectivos valores máximos y mínimos de tensiones y desplazamientos. Esta información corresponde a los valores máximos alcanzados durante el período completo de duración de la simulación.

De las figuras anteriores puede visualizarse que la distribución de tensiones presenta una tendencia similar en ambas situaciones, aunque es de notar que la magnitud de la misma es levemente mayor en el análisis espectral. Esto último se predijo al momento de configurar la simulación y es totalmente deseable para el caso de utilizar este procedimiento de cálculo como herramienta para evaluación de diseños.

5 Conclusiones

De acuerdo a las tareas desarrolladas y a los resultados mostrados se puede concluir que:

- Los valores de tensiones y desplazamientos resultaron ser superiores en el análisis espectral frente al transitorio. Por lo que el primero resulta en una estimación más conservadora de las variables analizadas.
- Abaqus resultó ser una herramienta informática apropiada para evaluar el desempeño dinámico de los componentes electrónicos aquí empleados. Es de destacar que el tiempo necesario para el procesamiento de datos resultó breve en todos los casos analizados utilizando recursos de hardware standards.
- Un procedimiento de análisis como el aquí expuesto permite detectar zonas críticas en diseños de componentes electrónicos. Utilizándose estos

resultados en un proceso de rediseño, sería posible incrementar la eficiencia de funcionamiento y vida útil en tales componentes.

6 Referencias

- [1] YOUNG, E., *Principles and applications of electrical engineering*. Prentice Hall. (2000)
- [2] ABAQUS Inc., *Linear Dynamics with Abaqus*, (2007).
- [3] FAIRES, V. M., *Diseño de elementos de máquinas*, Ed. Limusa. (1982)
- [4] BALACHANDRAN, B., MAGRAB, E., *Vibraciones*, Thomson. (2006)