



ANÁLISIS DEL EFECTO DEL MÓDULO DE POISSON EN LAS FRECUENCIAS NATURALES DE UN ÁLBE DE COMPRESOR

Delia Saucedo^a, Higinio Juárez^a

^aUnidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato, IPN, Silao de la Victoria, Gto., saucedo.dell@gmail.com, hijuarez@ipn.mx

RESUMEN

En el siguiente trabajo de investigación se destaca la importancia del módulo de Poisson en un análisis modal por medio de elemento finito de un alabe de compresor axial para obtener las primeras frecuencias naturales. Siempre que la frecuencia natural de la vibración de una máquina o de una estructura coincide con la frecuencia de la excitación externa se presenta un fenómeno conocido como resonancia, el cual conduce a deflexiones y fallas excesivas. Se parte de un modelo en CAD del álabe, el tipo de material es una aleación de titanio Ti-6Al-4V, sin embargo su módulo de Poisson se encuentra en un rango de 0.3-0.36, esto para un análisis modal representa una variación considerable al obtener las frecuencias naturales. Este análisis es importante ya que posteriormente se harán una prueba experimental para conocer las frecuencias experimentales y compararlas con las de simulación.

1. INTRODUCCIÓN

En turbinas y compresores, las vibraciones provocan grandes fallas mecánicas. Aún no han sido posible evitar totalmente dichas fallas a consecuencia de las vibraciones en álbes. En todas estas situaciones, el componente de la estructura o máquina sometido a vibración puede fallar debido a fatiga del material producida por la variación cíclica del esfuerzo inducido. Además, la vibración provoca un desgaste más rápido de las partes de la máquina como cojinetes y engranes e incluso produce ruido excesivo. En máquinas, la vibración puede aflojar los sujetadores, como las tuercas. En procesos de corte de metal, la vibración puede provocar rechinidos, lo cual conduce a un acabado deficiente de la superficie. Siempre que la frecuencia natural de la vibración de una máquina o de una estructura coincide con la frecuencia de la excitación externa se presenta un fenómeno conocido como *resonancia*, el cual conduce a deflexiones y fallas excesivas, por ello la importancia de este estudio [1].

2. TEORÍA

Las frecuencias naturales de vibración de álbes, han sido ampliamente estudiadas en forma teórica y experimental a nivel mundial. Por otro lado, se han efectuado estudios de elemento finito relacionados con múltiples cargas dinámicas a las que se someten los álbes, tales como las condiciones fluctuantes del flujo, las altas temperaturas y las variaciones de las frecuencias naturales debido al cambio de empotramiento de la raíz de los álbes [2].

Por lo común un sistema vibratorio incluye un medio para almacenar energía potencial (resorte o elasticidad), un medio para conservar energía cinética (masa o inercia) y un medio por el cual la energía se pierde gradualmente (amortiguador). La vibración de un sistema implica la



transformación de su energía potencial en energía cinética y de ésta en energía potencial, de manera alterna.

Un análisis modal determina las características de vibración (frecuencias naturales y modos de vibración) de una estructura o un componente de la máquina. Es común utilizar el Método de Elemento Finito (FEM Finite Element Method) para desarrollar el análisis de manera numérica [3].

3. SIMULACIÓN NUMÉRICA

A partir del modelo en CAD se realiza el análisis modal para obtener las frecuencias naturales a partir del método de elemento finito. Se utiliza el paquete Ansys Workbench:

- *Modelo en CAD*

Se usa la geometría de Solidworks y se agrega un análisis modal en Ansys Workbench ilustrado en la Figura 1.

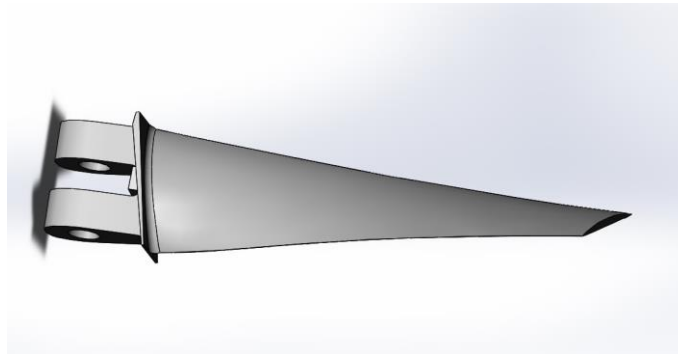


Figura 1. Geometría en CAD del álabo

- *Propiedades del material*

Como se muestra en la Figura 2, se agregan las propiedades que definen el material del que está hecho el álabo, variando el Módulo de Poisson de 0.3 a 0.36

Properties of Outline Row 4: TI-6Al-4V			
	A	B	C
1	Property	Value	Unit
2	Density	4430	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
6	Isotropic Elasticity		
7	Derive from	Young's M...	
8	Young's Modulus	1.14E+11	Pa
9	Poisson's Ratio	0.34	

Figura 2. Propiedades del material

- *Discretización*

Se crea una malla hexaédrica para discretizar los elementos, mostrada en la Figura 3, teniendo un total de 53486 elementos. De forma predeterminada por el paquete ANSYS Workbench, se usa el elemento SOLID186.

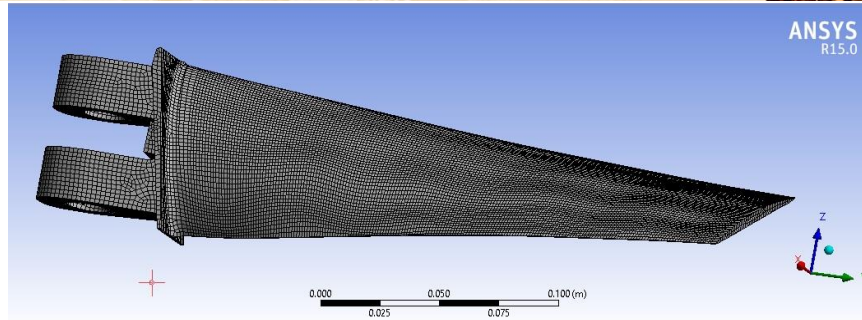


Figura 3. Discretización de elementos

• *Reestringir desplazamiento*

En la raíz del ábabe se restringe el movimiento ilustrado en color azul en la Figura 4, para simular el empotramiento.

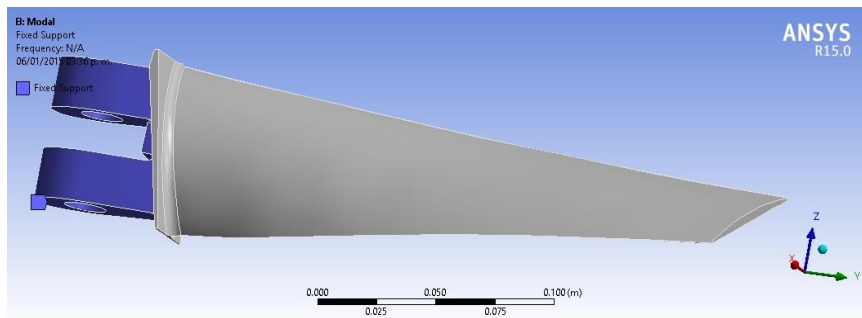


Figura 4. Restricciones en desplazamiento

• *Resolver análisis*

Se resuelven las ecuaciones en forma numérica por el paquete ANSYS Workbench, para el análisis modal; teniendo como resultado las frecuencias naturales del ábabe.

4. RESULTADOS

Se tienen los resultados de las frecuencias obtenidas al variar el módulo de Poisson (ν),

Tabla 1. Comparación de resultados

Modo	Frecuencias Naturales [Hz]	
	$\nu = 0.3$	$\nu = 0.36$
1	82.859	83.399
2	265.5	277.38
3	607.4	626.26
4	757.22	790.06
5	1347	1404.6
6	1541.4	1597.9

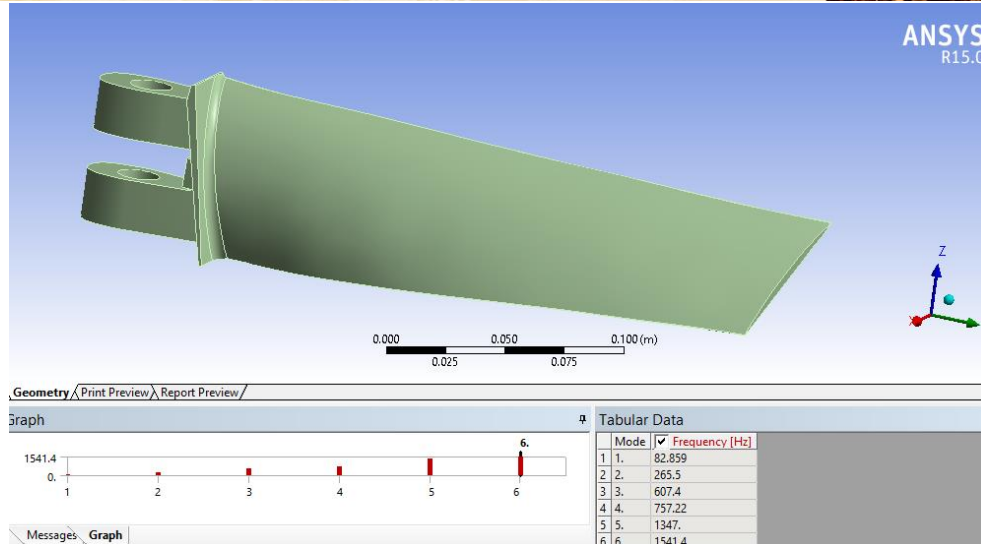


Figura 5. Resultados de análisis modal $\nu = 0.3$

5. CONCLUSIONES

Después de la comparación de resultados se observa, una diferencia que va desde 0.65% al 4.47% en las frecuencias naturales de simulación numérica, esto al variar el módulo de Poisson. Dado que nuestro material era un material isotrópico, el módulo o coeficiente de Poisson representaba la razón entre el alargamiento longitudinal producido dividido entre el acortamiento de la una longitud en un plano perpendicular; es decir es un cociente de deformaciones. Y un análisis modal implica directamente la geometría y el material (rigidez y masa), el coeficiente Poisson para este álabe representa estos porcentajes de variación.

Para trabajos futuros es importante considerar dicha variación del Poisson en las frecuencias naturales; ya que si se requiere hacer una comparación con una prueba experimental de vibración, nuestro porcentaje de error puede aumentar debido a este factor. Sin embargo se debe tener en cuenta que otros factores pueden intervenir al momento de calcular las frecuencias naturales ya sean de simulación o experimentales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Singiresu S. Rao. "Mechanical Vibrations". Prentice Hall, fifth edition.
2. S. G. Rama , A. K. Aijaz. "Turbomachinery Desing and Theory". Marcerl Dekker Inc., 2003.
3. ANSYS Help Documentation. ANSYS v15.
4. MAI Metallurgical Associates. "Failure Analysis of Turbine Blades", <http://metassoc.com/site/servies/failure-analysis/failure-analysis-of-turbine-blades/>.