

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	1
1.2.1. Objetivo general	1
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Alcances	2
2. Antecedentes generales	3
2.1. Paneles sándwich	3
2.2. Materiales celulares	4
2.3. Band gap fonónico	6
2.4. Teoría de materiales periódicos	7
2.4.1. Imposición de la periodicidad infinita	9
2.4.2. Imposición de la simetría	11
2.5. Optimización topológica	12
2.6. Algoritmos de optimización	14
3. Formulación	16
3.1. Modelación del panel tipo sándwich	16
3.1.1. Geometría	16
3.1.2. Modelación por el método de elementos finitos	18
3.2. Mallado y sensibilidad del diagrama de bandas	19
3.3. Condiciones de borde	22
3.4. Imposición de la simetría	22
3.4.1. Simetría vigas en el plano $x - y$	23
3.4.2. Simetría vigas dirección \hat{z}	24
3.5. Formulación de la optimización	25
3.6. Análisis de sensibilidad	27
3.6.1. Diferenciación de la frecuencia natural	27
3.6.2. Diferenciabilidad de los valores propios y la norma-P	29
3.7. Problema de mínimos locales	30
4. Resultados y discusión	31
4.1. Optimización band gap en enrejado de elementos tipo barra	31
4.1.1. Geometría y propiedades	31
4.1.2. Diagrama de bandas y estructura	33
4.1.3. Análisis con estructura finita	36

4.2. Optimización band gap Placa tipo sándwich	38
4.2.1. Geometría y propiedades	38
4.2.2. Diagramas de Bandas y estructura	38
5. Conclusión y trabajos futuros	43
Bibliografía	45
Anexo A. Cálculos realizados	48
A.1. Propiedades de área viga con sección circular	48
A.2. Cálculo derivadas del elemento viga	48