Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Engenharia
Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha, Belo Horizonte MG CEP: 31.270-901
Fone: (31) 3409 5145

EMENTA

PROFESSOR: Antonio Ferreira Avila

DISCIPLINA: Tópicos Especiais III - Mecânica de Metamateriais
CÓDIGO: EMA867
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: (X) Engenharia de Manufatura e Materiais
CARGA HORÁRIA: 45 horas
CRÉDITOS:3

EMENTA:
O curso tem como objetivo o estudo e projeto de metamateriais. Esses materiais são materiais fabricados pelo homem e que apresentam propriedades que não são encontradas na natureza. O método de elementos finitos será utilizado como uma ferramenta no projeto dessa nova classe de materiais, onde a estrutura é o componente mais importante para definição das propriedades mecânicas e físicas. Um estudo comparativo dos diferentes tipos de metamateriais, suas características mecânicas, aplicações e suas limitações serão estabelecidas

PROGRAMA:

SEMANA 1:
Matéria lecionada: Apresentação do curso. Introdução. Metamateriais: definição, tipos e aplicações.

SEMANA 2:
Matéria lecionada: Revisão dos conceitos fundamentais de Mecânica dos Materiais Compósitos: teoria clássica de laminação, critérios de falha. Exercícios extra-classe.

SEMANA 3:
Matéria lecionada:Revisão dos conceitos do método de elementos finitos. Estudo de casos e estudo comparativo das soluções numéricas e analíticas

SEMANA 4:
Matéria lecionada: Metamateriais mecânicos baseados em Origami. Conceitos Básicos, formulação matemática: Miura-Ori e Tesselation origami. Exercícios extra-classe.

SEMANA 5:
Matéria Lecionada:Metamateriais Mecânicos Baseados em Origami. Estruturas tubulares. .Conceitos Básicos, formulação matemática: Tashi-Miura, Kresling, water-bomb origami.Exercícios extra-classe.

SEMANA 6:
Matéria Lecionada:Metamateriais Mecânicos Baseados em Origami. Aplicações, projetos via método de elementos finitos.Impressora 3D e seus usos fabricação de metamateriais.

SEMANA 7:

Matéria Lecionada:Metamateriais mecânicos baseados em Krig ami. Conceitos Básicos, formulação matemática: Isobe-Okumura, Shyu, Bertoldi kirigami. Exercícios extra-classe.

SEMANA 8:
Matéria Lecionada:Metamateriais mecânicos baseados em Krig ami. Conceitos Básicos, formulação matemática: Huang-Bartlett, Rafsanjani-Bertoldi, Tang-Yin, Nakajima kirigami. Exercícios extra-classe.

SEMANA 9:
Matéria Lecionada: Metamateriais Mecânicos Baseados em Kirigami. Aplicações, projetos via método de elementos finitos.Utilização de Impressora 3D/fabricação de protótipos

SEMANA 10:
Matéria lecionada: Metamateriais mecânicos baseados em estruturas bidimensionais AUX-HEX de parâmetros negativos. Conceitos Básicos, formulação matemática: Masters-Evans, Gibson-Ashby, Tang, Wang. Exercícios extra-classe.

SEMANA 11:
Matéria lecionada: Metamateriais mecânicos baseados em estruturas tridimensionais AUX-HEX de parâmetros negativos. Conceitos básicos, formulação matemática: Wang, Cheng, Gao. Exercícios extraclasse. Utilização de Impressora 3D/fabricação de protótipos.

SEMANA 12:
Matéria Lecionada: Metamateriais mecânicos baseados em AUX-HEX formulation. Aplicações, projetos via método de elementos finitos.

SEMANA 13:
Matéria lecionada: Metamateriais mecânicos baseados em estruturas tridimensionais Chiral de parâmetros negativos. Conceitos básicos, formulação matemática: Mousanezhad. Exercicios extra-classe.Utilização de Impressora 3D/fabricação de protótipos.

SEMANA 14:
Matéria lecionada: Metamateriais mecânicos baseados em estruturas tridimensionais Anti-Chiral, e suas diferenças para as estruturas chiral. Conceitos básicos, formulação matemática Simulação via Método de Elementos Finitos.

SEMANA 15:
Matéria lecionada: Seminários apresentados pelos alunos. Fechamento do curso.

SISTEMA DE AVALIAÇÃO:

Exercícios extra-classe: 30 pontos;
Apresentação de seminários em sala: 25 pontos
Simulações via método de elementos finitos: 25 pontos
Preparação de protótipos via impressora 3D: 20 pontos

BIBLIOGRAFIA:

1.Teik-Cheng Lim, Mechanics of Metamaterials with Negative Parameters. Springer, 2020.

2.B. Banerjee, An Introduction to Metamaterials and Waves in Composites. CRC Press, 2011.

3.R. Lakes, Composites and Metamaterials. World Scientific Press, 2020.

4. Daniel, I. M. and Ishai, O., 'Engineering Mechanics of Composite Materials', 2nd edition, Oxford University Press, Oxford, 2009

5. Nature Reviews Materials.Acesso: http://www.periodicos.capes.gov.br

6. Materials Letters. Acesso: http://www.periodicos.capes.gov.br

7. Applied Materials Today. Acesso: http://www.periodicos.capes.gov.br

8. Journal of Additive Manufacturing. Acesso: http://www.periodicos.capes.gov.br

9. Scientific Reports.Acesso: http://www.periodicos.capes.gov.br

10. Journal of Thin Structures. Acesso: http://www.periodicos.capes.gov.br

11. Journal of the Mechanics and Physics of Solids. Acesso: http://www.periodicos.capes.gov.br

12. International Journal of Mechanical Sciences. Acesso: http://www.periodicos.capes.gov.br

13. Composites Science and Technology: Acesso: http://www.periodicos.capes.gov.br

14. Composites Structures. Acesso: http://www.periodicos.capes.gov.br

15. Composites Part A: Acesso: http://www.periodicos.capes.gov.br

16. Composites Part B: Acesso: http://www.periodicos.capes.gov.br

DESCRIÇÃO DE OBJETIVOS E COMPATIBILIDADE COM AS LINHAS DE PESQUISA O PPGMEC:

Os objetivos gerais da disciplina são de fornecer ao aluno de pós-graduação os conceitos básicos para dimensionamento, usos, e limitações de uma nova classe de materiais compósitos, os metamateriais. A disciplina insere-se na linha de pesquisa de comportamento mecânico e novos materiais. Uma experiência inovadora no processo de aprendizagem e consolidação dos conceitos apresentados foi o desenvolvimento de uma plataforma/estratégia multidisciplinar onde o aluno tem condição de ter acesso não somente as soluções analíticas, mas também soluções numéricas via método de elementos finitos e resultados experimentais via impressora 3D. Quando possível, os resultados experimentais são obtidos através de ensaios mecânicos dos protótipos fabricados via impressora 3D e testados no laboratório de mecânica de compósitos coordenador pelo Prof. Antonio Avila. Caso não seja possível obter os resultados experimentais, o aluno pode ter acesso a resultados experimentais através de papers publicados e disponíveis via capes.periodicos.gov.br. O aluno passa então a entender as limitações e aplicabilidade de cada um dos métodos (analítico, experimental e numéricos).