

PLANO DE ENSINO

1. *Disciplina*: EEL7210-Modelagem eletromagnética

Número de semanas: 18

Total de horas/aula: 72

2. *Professor*: Nelson SADOWSKI

3. *Objetivos*:

Aprendizado:

1. do eletromagnetismo aplicado à problemas de engenharia elétrica
2. de técnicas numéricas que permitam a solução dos problemas de eletromagnetismo em dispositivos eletromagnéticos de maneira geral.

4. *Conteúdo programático*:

1. Revisão de operadores matemáticos

- 1.1) Rotacional, divergente, gradiente
- 1.2) Teoremas da Divergência e de Stokes
- 1.3) Identidades matemáticas importantes

2. Equações de Maxwell e conceitos fundamentais

- 2.1) Equações de Maxwell
- 2.2) Relações constitutivas dos meios
- 2.3) Equações de Maxwell em baixas frequências
- 2.4) Fluxo magnético
- 2.5) Força magnetomotriz
- 2.6) Relutância
- 2.7) Indutância
- 2.8) Energia em um circuito magnético

3. Equações de tensão e força ou torque em dispositivos magnéticos

4. Cálculo analítico de circuitos magnéticos através da circulação do campo e da conservação do fluxo magnético

- 4.1) Estruturas com ímãs permanentes
- 4.2) Forças de origem magnética

5. O método do Tensor de Maxwell para o cálculo de forças

6. Introdução ao método de elementos finitos

6.1) O método de Galerkin – conceitos básicos

- 6.1.1) Estabelecimento de equações físicas
- 6.1.2) Discretização e modelagem por elementos finitos unidimensionais
- 6.1.3) Aplicação do método de resíduos ponderados
- 6.1.4) Aplicação do método de elementos finitos à um problema de eletrostática

6.2) Extensão do método de elementos finitos para problemas bi-dimensionais.

7. Aplicações estáticas do método de elementos finitos

- 6.1) Campos eletrostáticos: materiais dielétricos
- 6.2) Campos estacionários: materiais condutores
- 6.3) Campos magnéticos: potencial escalar
- 6.4) Campos magnéticos: potencial vetor

8. Utilização de softwares para o estudo de problemas de engenharia elétrica

8.1) Apresentação do software EFCAD para cálculo de campos eletromagnéticos em duas dimensões.

8.2) Estudo de diferentes casos:

- a) Cálculos eletrostáticos
- c) Cálculos magnetostáticos

5. Avaliação

O aluno será avaliado através de relatórios e trabalhos que deverão ser efetuados ao longo do semestre. A frequência do aluno às aulas entrará no cômputo da nota final.

Será aprovado o aluno que satisfizer as duas condições:

- a) obtiver média final maior ou igual a 6,0.
- b) obtiver frequência superior ou igual a 75%.

Terá direito à recuperação o aluno que:

- a) obtiver média final inferior a 6,0 mas maior ou igual a 3,0.
- b) obtiver frequência superior ou igual a 75%.

Obs.: A recuperação será feita sob forma de uma avaliação oral do aluno e/ou exame de utilização do software de cálculo de campos eletromagnéticos.

6. Bibliografia

Nathan Ida, João P.A. Bastos, Electromagnetics and Calculation of Fields, Second Edition, Springer Verlag, New York, 1997.

João Pedro A. Bastos, Nelson Sadowski, Electromagnetic Modeling by Finite Element Methods, Marcel Dekker, New York, 2003.

N.Sadowski, “EEL-7210 – Modelagem eletromagnética: Notas de Aula (versão 2.0)” (notas de aula), Agosto de 2017.

Cronograma Estabelecido no Plano de Ensino

Semestre 2019/2

EEL7210 - Modelagem Eletromagnética

Prof. Nelson SADOWSKI

Data Conteúdo Programático

05/ago Início das aulas: divulgação do plano de ensino e ementa
08/ago Equações de Maxwell e conceitos fundamentais
12/ago Equações de Maxwell e conceitos fundamentais: continuação
15/ago Materiais magnéticos moles e duros (ímas permanentes)
19/ago Força magnetomotriz, relutância e fluxo em dispositivos eletromagnéticos
22/ago Indutâncias e energia
26/ago Cálculo analítico de circuitos magnéticos
29/ago Equações de tensão, força e torque em dispositivos eletromagnéticos
02/set **Feriado (dia não letivo)**
05/set Cálculo de forças pelo métodos do Tensor de Maxwell
09/set Introdução ao Método de Elementos Finitos em 1D (MEF 1D)
12/set O Método dos Resíduos Ponderados (MRP)
16/set Associação do Método de MEF 1D com o MRP. Exemplo de aplicação
19/set Cálculo de campos eletrostáticos com o MEF 1D. Trabalho 1
23/set O Método de Elementos Finitos em 2D (MEF 2D)
26/set Cálculo de campos eletrostáticos com o MEF 2D. Trabalho 2
30/set Turma I: Apresentação do software EFCAD para o cálculo com o MEF 2D
03/out Turma I: Cálculo de campos eletrostáticos para um capacitor. Trabalho 3
07/out Turma II: Apresentação do software EFCAD para o cálculo com o MEF 2D
10/out Turma II: Cálculo de campos eletrostáticos para um capacitor. Trabalho 3
14/out Turma I: Cálculo de campos eletrostáticos para um automóvel. Trabalho 4
17/out Turma I: Cálculo de campos eletrostáticos para um isolador tipo pino. Trabalho 5
21/out Turma II: Cálculo de campos eletrostáticos para um automóvel. Trabalho 4
24/out Turma II: Cálculo de campos eletrostáticos para um isolador tipo pino. Trabalho 5
28/out **Feriado (dia não letivo)**
31/out Turma I: O potencial vetor magnético e o MEF 2D para problemas magnéticos
04/nov Turma II: O potencial vetor magnético e o MEF 2D para problemas magnéticos
07/nov Turma II: Cálculo de campos eletromagnéticos em um circuito C.
11/nov Turma I: Cálculo de campos eletromagnéticos em um contactor. Trabalho 6
14/nov Turma I: Cálculo de campos eletromagnéticos em um alto-falante. Trabalho 7
18/nov Turma II: Cálculo de campos eletromagnéticos em um contactor. Trabalho 6
21/nov Turma II: Cálculo de campos eletromagnéticos em um alto-falante. Trabalho 7
25/nov Confecção de trabalho pelos alunos
28/nov Entrega dos trabalhos pelos alunos
02/dez Divulgação das notas finais
06/dez Término do período letivo