



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Coordenadoria Geral de Pós-Graduação *Stricto Sensu*



## PLANO DE ENSINO

|   |                       |   |
|---|-----------------------|---|
| <b>Unidade Universitária:</b><br>Escola de Engenharia   |                       |   |
| <b>Programa de Pós-Graduação:</b><br><b>Ciências e Aplicações Geoespaciais</b>  |                       |   |
| <b>Curso:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Mestrado Acadêmico <input type="checkbox"/> Mestrado Profissional <input checked="" type="checkbox"/> Doutorado  |                       |   |
| <b>Disciplina</b><br>Eletrodinâmica   |                       |   |
| <b>Professor(es):</b><br>Sérgio Szpigel   |                       |   |
| <b>Observação:</b> Disciplina obrigatória para o mestrado, onde o aluno poderá optar em cursar esta ou Geoprocessamento de acordo com a linha de pesquisa e optativa para o Doutorado.<br><br>O curso de Ciências e Aplicações Geoespaciais é um curso multidisciplinar englobando pesquisas em Física Solar, Relações Solares Terrestres, Astronomia, Física de partículas entre outros. As disciplinas do curso refletem esta multidisciplinaridade e necessitam muitas vezes de mais de um docente, especialista em tópicos distintos da mesma disciplina. |                       |   |
| <b>Carga horária:</b><br>48 horas   | <b>Créditos</b><br>04 | <input checked="" type="checkbox"/> Obrigatória<br><input checked="" type="checkbox"/> Optativa<br><input type="checkbox"/> Eletiva |
| <b>Ementa:</b><br><br>Fundamentos da Eletrostática. Soluções de Problemas Eletrostáticos. Campo Eletrostático em Meios Materiais. Magnetostática. Campo Magnetostático em Meios Materiais. Equações de Maxwell. Ondas Eletromagnéticas  |                       |   |



**Conteúdo Programático:**

1. Fundamentos da Eletrostática
  - 1.1 - Carga elétrica. Lei de Coulomb. Condutores e isolantes.
  - 1.2 - Campo elétrico. Potencial elétrico.
  - 1.3 - Lei de Gauss e aplicações.
  - 1.4 - Dipolo elétrico. Expansão multipolar de campos elétricos. Função Delta de Dirac.
2. Soluções de Problemas de Eletrostática
  - 2.1 - Equação de Poisson. Equação de Laplace.
  - 2.2 - Soluções da equação de Laplace em uma dimensão.
  - 2.3 - Soluções da equação de Laplace em duas dimensões em coordenadas esféricas.
  - 2.4 - Soluções da equação de Laplace em duas dimensões em coordenadas cilíndricas.
  - 2.5 - Soluções da equação de Laplace em duas dimensões em coordenadas retangulares.
  - 2.6 - Soluções da equação de Poisson.
3. Campo Eletrostático em Meios Materiais
  - 3.1 - Polarização. Campo externo e no interior de um meio dielétrico.
  - 3.2 - Lei de Gauss em dielétrico. Deslocamento elétrico.
  - 3.3 - Susceptibilidade elétrica e constante dielétrica.
  - 3.4 - Condições de contorno sobre os vetores de campo.
  - 3.5 - Problemas de valores de contorno que envolve dielétricos.
  - 3.6 - Expansão multipolar elétrica.
4. Magnetostática
  - 4.1 - Indução Magnética e força magnética
  - 4.2 - Força de Lorentz
  - 4.3 - Lei de Biot-Savart
  - 4.4 - Potencial escalar e potencial vetor magnético. "Gauge" de Coulomb.
  - 4.5 - Lei de Ampère
  - 4.6 - Expansão multipolar magnética.
  - 4.7 - Força e torque sobre um dipolo magnético.
5. Campo Magnetostático em Meios Materiais
  - 5.1 - Campos magnéticos macroscópicos.
  - 5.2 - Magnetização.
  - 5.3 - Relação entre B e H.
  - 5.4 - Meios lineares e não-lineares
  - 5.5 - Condições de Fronteira. Conservação da indução magnética perpendicular.
  - 5.6 - Equações de Maxwell para campos independentes do tempo.
6. Equações de Maxwell
  - 6.1 - Lei de Faraday
  - 6.2 - Indutância.
  - 6.3 - Lei de Ampere-Maxwell.
  - 6.4 - Equação de continuidade;
  - 6.5 - Equações de Maxwell no vácuo;
  - 6.6 - Equações de Maxwell na matéria;
  - 6.7 - Condições de contorno.
  - 6.8 - Leis de conservação.
7. Ondas Eletromagnéticas
  - 7.1 Equação de onda.
  - 7.2 Ondas em uma dimensão.
  - 7.3 Ondas eletromagnéticas no vácuo.
  - 7.4 Energia eletromagnética: vetor de Poynting.



7.5 - Ondas eletromagnéticas na matéria  
7.6 - Absorção e dispersão  
7.7 - Polarização.

### Critério de Avaliação

Segundo Regulamento Geral da Pós-Graduação Stricto Sensu, Art. 98:

- A – excelente: corresponde às notas no intervalo entre os graus 9 e 10;
- B – bom: corresponde às notas no intervalo entre os graus 8 e 8,9;
- C – regular: corresponde às notas no intervalo entre os graus 7 e 7,9;
- R – reprovado: corresponde às notas no intervalo entre os graus 0 e 6,9”

### Bibliografia:

#### Bibliografia Básica

Griffiths, D. J., Introduction to Electrodynamics, 3a ed., Prentice-Hall, 1999.

Jackson, J. D., Classical Electrodynamics, Wiley, 1998.

#### Bibliografia Complementar

Kraus, J. D., Eletromagnetics with applications, 5a ed., McGraw-Hill, 1999.

Machado, K. D., Teoria do Eletromagnetismo, Editora UEPG, 2000.

Marion, J. B. e Heald, M. A., Classical Electromagnetic Radiation, 3a ed., Dover, 1995.

### CRONOGRAMA (Preenchimento opcional)

| ENCONTRO  | TEMA(S) DA AULA   |
|-----------|---|
| 1ª SEMANA | Apresentação do Plano de Ensino<br>1. Fundamentos da Eletrostática<br>1.1 - Carga elétrica. Lei de Coulomb. Condutores e isolantes.<br>1.2 - Campo elétrico. Potencial elétrico.<br>1.3 - Lei de Gauss e aplicações.<br>1.4 - Dipolo elétrico. Expansão multipolar de campos elétricos. Função Delta de Dirac.  |
| 2ª SEMANA | 2. Soluções de Problemas de Eletrostática<br>2.1 - Equação de Poisson. Equação de Laplace.<br>2.2 - Soluções da equação de Laplace em uma dimensão.<br>2.3 - Soluções da equação de Laplace em duas dimensões em coordenadas esféricas  |
| 3ª SEMANA | 2.4 - Soluções da equação de Laplace em duas dimensões em coordenadas cilíndricas.<br>2.5 - Soluções da equação de Laplace em duas dimensões em coordenadas retangulares.<br>2.6 - Soluções da equação de Poisson.  |
| 4ª SEMANA | 3. Campo Eletrostático em Meios Materiais<br>3.1 - Polarização. Campo externo e no interior de um meio dielétrico.<br>3.2 - Lei de Gauss em dielétrico. Deslocamento elétrico.<br>3.3 - Susceptibilidade elétrica e constante dielétrica.<br>3.4 - Condições de contorno sobre os vetores de campo.<br>3.5 - Problemas de valores de contorno que envolve dielétricos.<br>3.6 - Expansão multipolar elétrica. |



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Coordenadoria Geral de Pós-Graduação *Stricto Sensu*



|            |  |
|------------|--|
| 5ª SEMANA  | 4. Magnetostática<br>4.1 - Indução Magnética e força magnética<br>4.2 - Força de Lorentz<br>4.3 - Lei de Biot-Savart<br>4.4 - Potencial escalar e potencial vetor magnético. "Gauge" de Coulomb.<br>4.5 - Lei de Ampère<br>4.6 - Expansão multipolar magnética.<br>4.7 - Força e torque sobre um dipolo magnético. |
| 6ª SEMANA  | 5. Campo Magnetostático em Meios Materiais<br>5.1 - Campos magnéticos macroscópicos.<br>5.2 - Magnetização.<br>5.3 - Relação entre B e H.  |
| 7ª SEMANA  | 5.4 - Meios lineares e não-lineares<br>5.5 - Condições de Fronteira. Conservação da indução magnética perpendicular.<br>5.6 - Equações de Maxwell para campos independentes do tempo.  |
| 8ª SEMANA  | 6. Equações de Maxwell<br>6.1 - Lei de Faraday<br>6.2 - Indutância.<br>6.3 - Lei de Ampere-Maxwell.<br>6.4 - Equação de continuidade;  |
| 9ª SEMANA  | 6.5 - Equações de Maxwell no vácuo;<br>6.6 - Equações de Maxwell na matéria;<br>6.7 - Condições de contorno.<br>6.8 - Leis de conservação.   |
| 10ª SEMANA | 7. Ondas Eletromagnéticas<br>7.1 Equação de onda.<br>7.2 Ondas em uma dimensão.<br>7.3 Ondas eletromagnéticas no vácuo.  |
| 11ª SEMANA | 7.4 Energia eletromagnética: vetor de Poynting.<br>7.5 - Ondas eletromagnéticas na matéria<br>7.6 - Absorção e dispersão<br>7.7 - Polarização.   |
| 12ª SEMANA | Avaliação.   |