

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Primeiro semestre letivo do ano de 2018	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.  
Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.  
Densidade de energia em um campo magnetostático.  
Condições de contorno: campos magnéticos.  
Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas quatro avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa, bem como atividades realizadas sob a supervisão do monitor ou da monitora.

Avaliações escritas:

**AP1)** Data: 26 mar. 2018. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AP2)** Data: 02 maio 2018. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, densidade de fluxo elétrico, Lei de Gauss, divergente e teorema da divergência; gradiente do potencial. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AT)** Data: 11 jun. 2018. Avaliação teórica todo o conteúdo definido para as avaliações AP1 e AP2, incluindo-se também os seguintes tópicos: condições de contorno (campos eletrostáticos), capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace. Avaliação objetiva.

**AP3)** Data: 20 jun. 2018. Tópicos: corrente; densidade de corrente; resistência, resistividade; método das imagens; natureza dos materiais dielétricos; condições de contorno (campos eletrostáticos), capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; indutância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 02 jul. 2018. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 30%) e resolução de exercícios (com peso de 70%).

Cálculo das médias: Dentre as avaliações AP1, AP2 e AP3, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada MP. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota TE. Trabalhos realizados sob a supervisão do monitor ou da monitora constituem a nota TM. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,5 \cdot MP + 0,2 \cdot AT + 0,2 \cdot TE + 0,1 \cdot TM$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Obs.: as atividades supervisionadas pelo monitor ou pela monitora são opcionais; quando do não comparecimento do discente ou da discente a essas atividades, considera-se como nota a média ponderada das avaliações escritas, de modo que o não comparecimento não implica prejuízo no resultado da matéria. Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alair Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Segundo semestre letivo do ano de 2017	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas quatro avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa, bem como atividades realizadas sob a supervisão do monitor ou da monitora.

Avaliações escritas:

**AP1)** Data: 28 ago. 2017. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb, campo elétrico, Lei de Gauss, trabalho, energia, potencial elétrico (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AP2)** Data: 09 out. 2017. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss, divergente e teorema da divergência; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AT)** Data: 08 nov. 2017. Avaliação teórica todo o conteúdo definido para as avaliações AP1 e AP2, incluindo-se também os seguintes tópicos: condições de contorno (campos eletrostáticos); corrente; densidade de corrente; resistência, resistividade; método das imagens, Equação de Poisson, Equação de Laplace, campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético. Avaliação objetiva.

**AP3)** Data: 20 nov. 2017. Tópicos: corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; método das imagens; natureza dos materiais dielétricos; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 11 dez. 2017. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 30%) e resolução de exercícios (com peso de 70%).

Cálculo das médias: Dentre as avaliações AP1, AP2 e AP3, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada MP. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota TE. Trabalhos realizados sob a supervisão do monitor ou da monitora constituem a nota TM. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,5 \cdot MP + 0,2AT + 0,2 \cdot TE + 0,1 \cdot TM$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Obs.: as atividades supervisionadas pelo monitor ou pela monitora são opcionais; quando do não comparecimento do discente ou da discente a essas atividades, considera-se como nota a média ponderada das avaliações escritas, de modo que o não comparecimento não implica prejuízo no resultado da matéria. Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Primeiro semestre letivo do ano de 2017	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas quatro avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa, bem como atividades realizadas sob a supervisão do monitor ou da monitora.

Avaliações escritas:

**AP1)** Data: 05 abr. 2017. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho e energia (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AP2)** Data: 22 maio 2017. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss, divergente e teorema da divergência; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; condições de contorno (campos eletrostáticos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AT)** Data: 07 jun. 2017. Avaliação teórica todo o conteúdo definido para as avaliações AP1 e AP2, incluindo-se também os seguintes tópicos: corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; método das imagens, Equação de Poisson, Equação de Laplace, campo magnético estacionário, Lei de Ampère, fluxo magnético. Avaliação objetiva.

**AP3)** Data: 14 jun. 2017. Tópicos: corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; método das imagens; natureza dos materiais dielétricos; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 03 jul. 2017. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 30%) e resolução de exercícios (com peso de 70%).

Cálculo das médias: Dentre as avaliações AP1, AP2 e AP3, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada MP. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota TE. Trabalhos realizados sob a supervisão do monitor ou da monitora constituem a nota TM. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,5 \cdot MP + 0,2AT + 0,2 \cdot TE + 0,1 \cdot TM$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Obs.: as atividades supervisionadas pelo monitor ou pela monitora são opcionais; quando do não comparecimento do discente ou da discente a essas atividades, considera-se como nota a média ponderada das avaliações escritas, de modo que o não comparecimento não implica prejuízo no resultado da matéria. Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Segundo semestre letivo do ano de 2016	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### **OBJETIVO GERAL**

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### **PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS**

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas quatro avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa, bem como atividades realizadas sob a supervisão do monitor ou da monitora.

Avaliações escritas:

**AP1)** Data: 12 set. 2016. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AP2)** Data: 19 out. 2016. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; condições de contorno (campos eletrostáticos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AT)** Data: 30 nov. 2016. Avaliação teórica sobre todo o conteúdo definido para as avaliações AP1 e AP2, incluindo-se também os seguintes tópicos: corrente; densidade de corrente; resistência, resistividade; método das imagens, Equação de Poisson, Equação de Laplace; capacitância; campo magnético estacionário, Lei de Ampère, fluxo magnético. Avaliação objetiva.

**AP3)** Data: 07 dez. 2016. Tópicos: corrente; densidade de corrente; resistência, resistividade; método das imagens; natureza dos materiais dielétricos; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 19 dez. 2016. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 30%) e resolução de exercícios (com peso de 70%).

Cálculo das médias: Dentre as avaliações AP1, AP2 e AP3, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada MP. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota TE. Trabalhos realizados sob a supervisão do monitor ou da monitora constituem a nota TM. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,5 \cdot MP + 0,2AT + 0,2 \cdot TE + 0,1 \cdot TM$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Obs.: as atividades supervisionadas pelo monitor ou pela monitora são opcionais; quando do não comparecimento do discente ou da discente a essas atividades, considera-se como nota a média ponderada das avaliações escritas, de modo que o não comparecimento não implica prejuízo no resultado da matéria. Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alair Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Primeiro semestre letivo do ano de 2016	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas quatro avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa, bem como atividades realizadas sob a supervisão do monitor ou da monitora.

Avaliações escritas:

**AP1)** Data: 11 abr. 2016. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AP2)** Data: 23 maio 2016. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; condições de contorno (campos eletrostáticos); método das imagens. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AT)** Data: 20 jun. 2016. Avaliação teórica sobre todo o conteúdo definido para as avaliações AP1 e AP2, incluindo-se também os seguintes tópicos: corrente; densidade de corrente; resistência, resistividade; Equação de Poisson, Equação de Laplace; capacitância; campo magnético estacionário, Lei de Ampère, fluxo magnético. Avaliação objetiva.

**AP3)** Data: 27 jun. 2016. Tópicos: corrente; densidade de corrente; resistência, resistividade; natureza dos materiais dielétricos; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 13 jul. 2016. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 30%) e resolução de exercícios (com peso de 70%).

Cálculo das médias: Dentre as avaliações AP1, AP2 e AP3, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada MP. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota TE. Trabalhos realizados sob a supervisão do monitor ou da monitora constituem a nota TM. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,5 \cdot MP + 0,2 \cdot AT + 0,2 \cdot TE + 0,1 \cdot TM$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Obs.: as atividades supervisionadas pelo monitor ou pela monitora são opcionais; quando do não comparecimento do discente ou da discente a essas atividades, considera-se como nota a média ponderada das avaliações escritas, de modo que o não comparecimento não implica prejuízo no resultado da matéria. Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alair Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSENZVEIG, H. Moisés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Segundo semestre letivo do ano de 2015	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas quatro avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa, bem como atividades realizadas sob a supervisão do monitor ou da monitora.

Avaliações escritas:

**AP1)** Data: 02 set. 2015. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AP2)** Data: 14 out. 2015. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; condições de contorno (campos eletrostáticos); método das imagens. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AT)** Data: 18 nov. 2015. Avaliação teórica sobre todo o conteúdo definido para as avaliações AP1 e AP2, incluindo-se também os seguintes tópicos: corrente; densidade de corrente; resistência, resistividade; natureza dos materiais dielétricos; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Avaliação objetiva.

**AP3)** Data: 23 nov. 2015. Tópicos: corrente; densidade de corrente; resistência, resistividade; natureza dos materiais dielétricos; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 09 dez. 2015. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 30%) e resolução de exercícios (com peso de 70%).

Cálculo das médias: Dentre as avaliações AP1, AP2 e AP3, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada MP. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota TE. Trabalhos realizados sob a supervisão do monitor ou da monitora constituem a nota TM. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,5 \cdot MP + 0,2AT + 0,2 \cdot TE + 0,1 \cdot TM$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Obs.: as atividades supervisionadas pelo monitor ou pela monitora são opcionais; quando do não comparecimento do discente ou da discente a essas atividades, considera-se como nota a média ponderada das avaliações escritas, de modo que o não comparecimento não implica prejuízo no resultado da matéria. Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alair Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Primeiro semestre letivo do ano de 2015	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### **OBJETIVO GERAL**

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### **PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS**

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas quatro avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa, bem como atividades realizadas sob a supervisão do monitor ou da monitora.

Avaliações escritas:

**AP1)** Data: 30 mar. 2015. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AP2)** Data: 25 maio 2015. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; condições de contorno (campos eletrostáticos); corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; método das imagens. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AT)** Data: 15 jun. 2015. Avaliação teórica sobre todo o conteúdo definido para as avaliações AP1 e AP2, incluindo-se também os seguintes tópicos: natureza dos materiais dielétricos; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Avaliação objetiva.

**AP3)** Data: 17 jun. 2015. Tópicos: natureza dos materiais dielétricos; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 06 jul. 2015. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 30%) e resolução de exercícios (com peso de 70%).

Cálculo das médias: Dentre as avaliações AP1, AP2 e AP3, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada MP. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota TE. Trabalhos realizados sob a supervisão do monitor ou da monitora constituem a nota TM. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,7 \cdot (0,7 \cdot MP + 0,3 \cdot AT) + 0,2 \cdot TE + 0,1 \cdot TM$  Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Obs.: as atividades supervisionadas pelo monitor ou pela monitora são opcionais; quando do não comparecimento do discente ou da discente a essas atividades, considera-se como nota a média ponderada das avaliações escritas, de modo que o não comparecimento não implica prejuízo no resultado da matéria. Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Segundo semestre letivo do ano de 2014	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas quatro avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa, bem como atividades realizadas sob a supervisão do monitor ou da monitora.

Avaliações escritas:

**AP1)** Data: 03 set. 2014. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AP2)** Data: 29 out. 2014. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; condições de contorno (campos eletrostáticos); corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; método das imagens. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AT)** Data: 19 nov. 2014. Avaliação teórica sobre todo o conteúdo definido para as avaliações AP1 e AP2, incluindo-se também os seguintes tópicos: natureza dos materiais dielétricos; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Avaliação objetiva.

**AP3)** Data: 24 nov. 2014. Tópicos: natureza dos materiais dielétricos; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 08 dez. 2014. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 30%) e resolução de exercícios (com peso de 70%).

Cálculo das médias: Dentre as avaliações AP1, AP2 e AP3, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada MP. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota TE. Trabalhos realizados sob a supervisão do monitor ou da monitora constituem a nota TM. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,7 \cdot (0,7 \cdot MP + 0,3 \cdot AT) + 0,2 \cdot TE + 0,1 \cdot TM$  Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Obs.: as atividades supervisionadas pelo monitor ou pela monitora são opcionais; quando do não comparecimento do discente ou da discente a essas atividades, considera-se como nota a média ponderada das avaliações escritas, de modo que o não comparecimento não implica prejuízo no resultado da matéria. Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Primeiro semestre letivo do ano de 2014	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### **OBJETIVO GERAL**

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### **PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS**

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas quatro avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa, bem como atividades realizadas sob a supervisão do monitor ou da monitora.

Avaliações escritas:

**AP1)** Data: 24 mar. 2014. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AP2)** Data: 07 maio 2014. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; condições de contorno (campos eletrostáticos); corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; método das imagens. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AT)** Data: 28 maio 2014. Avaliação teórica sobre todo o conteúdo definido para as avaliações AP1 e AP2, incluindo-se também os seguintes tópicos: natureza dos materiais dielétricos; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Avaliação objetiva.

**AP3)** Data: 02 jun. 2014. Tópicos: natureza dos materiais dielétricos; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 14 jul. 2014. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 20%) e resolução de exercícios (com peso de 80%).

Cálculo das médias: Dentre as avaliações AP1, AP2 e AP3, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada MP. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota TE. Trabalhos realizados sob a supervisão do monitor ou da monitora constituem a nota TM. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,7 \cdot (0,7 \cdot MP + 0,3 \cdot AT) + 0,2 \cdot TE + 0,1 \cdot TM$  Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Obs.: as atividades supervisionadas pelo monitor ou pela monitora são opcionais; quando do não comparecimento do discente ou da discente a essas atividades, considera-se como nota a média ponderada das avaliações escritas, de modo que o não comparecimento não implica prejuízo no resultado da matéria. Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Segundo semestre letivo do ano de 2013	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas quatro avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa, bem como atividades realizadas sob a supervisão do monitor ou da monitora.

Avaliações escritas:

**AP1)** Data: 25 set. 2013. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AP2)** Data: 13 nov. 2013. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; condições de contorno (campos eletrostáticos); corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; método das imagens. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AT)** Data: 04 dez. 2013. Avaliação teórica sobre todo o conteúdo definido para as avaliações AP1 e AP2, incluindo-se também os seguintes tópicos: natureza dos materiais dielétricos; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Avaliação objetiva.

**AP3)** Data: 09 dez. 2013. Tópicos: natureza dos materiais dielétricos; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 18 dez. 2013. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 20%) e resolução de exercícios (com peso de 80%).

Cálculo das médias: Dentre as avaliações AP1, AP2 e AP3, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada MP. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota TE. Trabalhos realizados sob a supervisão do monitor ou da monitora constituem a nota TM. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,7 \cdot (0,7 \cdot MP + 0,3 \cdot AT) + 0,2 \cdot TE + 0,1 \cdot TM$  Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Obs.: as atividades supervisionadas pelo monitor ou pela monitora são opcionais; quando do não comparecimento do discente ou da discente a essas atividades, considera-se como nota a média ponderada das avaliações escritas, de modo que o não comparecimento não implica prejuízo no resultado da matéria. Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Primeiro semestre letivo do ano de 2013	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas três avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa. A matéria conta também com atividades propostas e atendimentos realizados por monitor ou monitora.

Avaliações escritas:

**A1)** Data: 15 maio 2013. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia (abordagem com ênfase nos princípios físicos). A avaliação consiste em duas partes: uma destinada a resolução de exercícios, com peso de 80%, e outra, discursiva, envolvendo conceitos teóricos, com peso de 20%.

**A2)** Data: 26 jun. 2013. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; condições de contorno (campos eletrostáticos); corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; método das imagens. A avaliação consiste em duas partes: uma destinada a resolução de exercícios, com peso de 75%, e outra, discursiva, envolvendo conceitos teóricos, com peso de 25%.

**A3)** Data: 24 jul. 2013. Tópicos: natureza dos materiais dielétricos; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. A avaliação consiste em duas partes: uma destinada à resolução de exercícios, com peso de 70%, e outra, objetiva, envolvendo conceitos teóricos, com peso de 30%.

**Exame final)** Data: 05 ago. 2013. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 30%) e resolução de exercícios (com peso de 70%).

Cálculo das médias: Dentre as avaliações A1, A2 e A3, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada MA. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota TE. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,75 \cdot MA + 0,25 \cdot TE$  Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Segundo semestre letivo do ano de 2012	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas três avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa. A matéria conta também com atividades propostas e atendimentos realizados por monitor ou monitora.

Avaliações escritas:

**A1)** Data: 28 nov. 2012. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia (abordagem com ênfase nos princípios físicos). A avaliação consiste na resolução de exercícios propostos e em questões discursivas sobre conceitos teóricos.

**A2)** Data: 30 jan. 2013. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; condições de contorno (campos eletrostáticos); corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade. A avaliação consiste na resolução de exercícios propostos e em questões discursivas sobre conceitos teóricos.

**A3)** Data: 13 mar. 2013. Tópicos: método das imagens; natureza dos materiais dielétricos; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. A avaliação consiste em duas partes: uma destinada à resolução de exercícios, com peso de 70%, e outra, objetiva, envolvendo conceitos teóricos, com peso de 30%.

**Exame final)** Data: 05 ago. 2013. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores.

Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 30%) e resolução de exercícios (com peso de 70%).

Cálculo das médias: Dentre as avaliações A1, A2 e A3, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada MA. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota TE. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,75 \cdot MA + 0,25 \cdot TE$  Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moisés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Primeiro semestre letivo do ano de 2012	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas três avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa. A matéria conta também com atividades propostas e atendimentos realizados por monitor ou monitora.

Avaliações escritas:

**A1)** Data: 04 abr. 2012. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia (abordagem com ênfase nos princípios físicos). A avaliação é subdividida em duas partes: uma delas, discursiva, a respeito de conceitos teóricos (com peso de 25%), e outra dedicada à resolução de exercícios propostos (com peso de 75%).

**A2)** Data: 16 maio 2012. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; método das imagens. A avaliação consiste na resolução de exercícios propostos.

**A3)** Data: 13 jun. 2012. Tópicos: condições de contorno (campos eletrostáticos); natureza dos materiais dielétricos; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. A avaliação consiste em duas partes: uma destinada à resolução de exercícios, com peso de 70%, e outra, objetiva, envolvendo conceitos teóricos, com peso de 30%.

**Exame final)** Data: 02 jul. 2012. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 30%) e resolução de exercícios (com peso de 70%).

Cálculo das médias: os exercícios e trabalhos feitos na primeira parte do semestre (até 16 de maio) compõem a nota  $TE1$ , e os da segunda parte compõem a nota  $TE2$ . Os resultados da primeira parte do semestre ( $N1$ ) e da segunda parte ( $N2$ ) são, então, calculados por meio das seguintes expressões:

$$N1 = 0,25 \cdot A1 + 0,45 \cdot A2 + 0,3 \cdot TE1;$$

$$N2 = 0,7 \cdot A3 + 0,3 \cdot TE2,$$

sendo a média parcial obtida por  $M = (N1 + N2)/2$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron *Books*, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moisés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Segundo semestre letivo do ano de 2011	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas três avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa. A matéria conta também com atividades propostas e atendimentos realizados por monitor ou monitora.

Avaliações escritas:

**A1)** Data: 20 out. 2011. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia, capacitância (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**A2)** Data: 01 dez. 2011. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; método das imagens; condições de contorno (campos eletrostáticos); Equação de Poisson, Equação de Laplace. A avaliação consiste na resolução de exercícios propostos.

**A3)** Data: 20 dez. 2011. Tópicos: natureza dos materiais dielétricos; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. A avaliação consiste em duas partes: uma destinada à resolução de exercícios, com peso de 70%, e outra, objetiva, envolvendo conceitos teóricos, com peso de 30%.

**Exame final)** Data: 10 jan. 2012. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 30%) e resolução de exercícios (com peso de 70%).

Cálculo das médias: os exercícios e trabalhos feitos na primeira parte do semestre compõem a nota  $TE1$ , e os da segunda parte compõem a nota  $TE2$ . Os resultados da primeira parte do semestre ( $N1$ ) e da segunda parte ( $N2$ ) são, então, calculados por meio das seguintes expressões:

$$N1 = 0,7 \cdot (0,25 \cdot A1 + 0,75 \cdot A2) + 0,3 \cdot TE1 ;$$

$$N2 = 0,7 \cdot A3 + 0,3 \cdot TE2 ,$$

sendo a média parcial obtida por  $M = (N1 + N2)/2$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Primeiro semestre letivo do ano de 2011	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas três avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa. A matéria conta também com atividades propostas e atendimentos realizados por monitor ou monitora.

Avaliações escritas:

**A1)** Data: 05 abr. 2011. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia, (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**A2)** Data: 17 maio 2011. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**A3)** Data: 16 jun. 2011. Tópicos: condições de contorno (campos eletrostáticos); capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; método das imagens; natureza dos materiais dielétricos; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 05 jul. 2011. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

Cálculo das médias: os exercícios e trabalhos feitos na primeira parte do semestre compõem a nota  $TE1$ , e os da segunda parte compõem a nota  $TE2$ . Os resultados da primeira parte do semestre ( $N1$ ) e da segunda parte ( $N2$ ) são, então, calculados por meio das seguintes expressões:

$$N1 = 0,7 \cdot (0,25 \cdot A1 + 0,75 \cdot A2) + 0,3 \cdot TE1 ;$$

$$N2 = 0,7 \cdot A3 + 0,3 \cdot TE2 ,$$

sendo a média parcial obtida por  $M = (N1 + N2) / 2$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edição alternativa: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Segundo semestre letivo do ano de 2010	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas três avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa.

Avaliações escritas:

**A1)** Data: 09 set. 2010. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia, (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**A2)** Data: 20 out. 2010. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; condições de contorno (campos eletrostáticos); método das imagens. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**A3)** Data: 30 nov. 2010. Tópicos: capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; natureza dos materiais dielétricos; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 16 dez. 2010. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

Cálculo das médias: os exercícios e trabalhos feitos na primeira parte do semestre compõem a nota  $TE1$ , e os da segunda parte compõem a nota  $TE2$ . Os resultados da primeira parte do semestre ( $N1$ ) e da segunda parte ( $N2$ ) são, então, calculados por meio das seguintes expressões:

$$N1 = 0,7 \cdot (0,25 \cdot A1 + 0,75 \cdot A2) + 0,3 \cdot TE1 ;$$

$$N2 = 0,7 \cdot A3 + 0,3 \cdot TE2 ,$$

sendo a média parcial obtida por  $M = (N1 + N2)/2$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edição alternativa: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron *Books*, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Primeiro semestre letivo do ano de 2010	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.  
Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.  
Densidade de energia em um campo magnetostático.  
Condições de contorno: campos magnéticos.  
Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas três avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa.

Avaliações escritas:

**A1)** Data: 22 mar. 2010. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia, (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**A2)** Data: 03 maio 2010. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; condições de contorno (campos eletrostáticos); método das imagens; capacitância. Forma de avaliação: resolução de exercícios e questões dissertativas sobre conceitos teóricos.

**A3)** Data: 21 jun. 2010. Tópicos: Equação de Poisson, Equação de Laplace; natureza dos materiais dielétricos; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 07 jul. 2010. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 25%) e resolução de exercícios (com peso de 75%).

Cálculo das médias: os exercícios e trabalhos feitos na primeira parte do semestre compõem a nota  $TE1$ , e os da segunda parte compõem a nota  $TE2$ . Os resultados da primeira parte do semestre ( $N1$ ) e da segunda parte ( $N2$ ) são calculados por meio das seguintes expressões:

$$N1 = 0,7 \cdot (0,25 \cdot A1 + 0,75 \cdot A2) + 0,3 \cdot TE1;$$

$$N2 = 0,7 \cdot A3 + 0,3 \cdot TE2,$$

sendo a média parcial obtida por  $M = (N1 + N2)/2$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edição alternativa: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron *Books*, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moisés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Segundo semestre letivo do ano de 2009	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas duas avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa. As atividades neste semestre contam com a colaboração de um estudante de pós-graduação.

Avaliações escritas:

**A1)** Data: 28 out. 2009. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia, densidade de fluxo elétrico. Forma de avaliação: resolução de exercícios e questões dissertativas sobre conceitos teóricos.

**A2)** Data: 07 dez. 2009. Tópicos: corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; condições de contorno (campos eletrostáticos); método das imagens; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; natureza dos materiais dielétricos; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indução. Forma de avaliação: resolução de exercícios e questões dissertativas sobre conceitos teóricos.

**Exame final)** Data: 16 dez. 2009. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: resolução de exercícios e questões dissertativas sobre conceitos teóricos.

Cálculo das médias: as médias parciais são calculadas pela expressão  $M = 0,4 \cdot A1 + 0,3 \cdot A2 + 0,3 \cdot TE$ , em que  $TE$  representa exercícios e trabalhos feitos ao longo do semestre. Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edição alternativa: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron *Books*, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973.  
Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Primeiro semestre letivo do ano de 2009	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas duas avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa.

Avaliações escritas:

**A1)** Data: 04 maio 2009. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia, densidade de fluxo elétrico. Forma de avaliação: resolução de exercícios e questões dissertativas sobre conceitos teóricos.

**A2)** Data: 22 jun. 2009. Tópicos: corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; condições de contorno (campos eletrostáticos); método das imagens; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; natureza dos materiais dielétricos; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indução. Forma de avaliação: resolução de exercícios e questões dissertativas sobre conceitos teóricos.

**Exame final)** Data: 06 jul. 2009. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: resolução de exercícios e questões dissertativas sobre conceitos teóricos.

Cálculo das médias: os exercícios e trabalhos feitos na primeira parte do semestre compõem a nota  $TE1$ , e os da segunda parte compõem a nota  $TE2$ . Os resultados da primeira parte do semestre ( $N1$ ) e da segunda parte ( $N2$ ) são calculados por meio das seguintes expressões:

$$N1 = 0,7 \cdot A1 + 0,3 \cdot TE1;$$

$$N2 = 0,7 \cdot A2 + 0,3 \cdot TE2,$$

sendo a média parcial obtida por  $M = (N1 + N2)/2$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edição alternativa: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron *Books*, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

*\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.*

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Eletricidade e Magnetismo						Código: TE044	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Segundo semestre letivo do ano de 2008	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Carga eletrostática. Campo eletrostático. Potencial e energia eletrostáticos. Materiais elétricos e capacitância. Corrente eletrostática. Materiais condutores e resistência. Campo magnetostático. Potencial e energia magnetostáticos. Materiais magnéticos e indutância.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes. Laplaciano.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens. Equação de Poisson, Equação de Laplace: solução de problemas eletrostáticos.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall. Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.</li> </ul>							

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, ou seja, em que não esteja envolvida a variação temporal dos campos.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente, rotacional e laplaciano) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Definir e aplicar a Equação de Poisson e a Equação de Laplace em problemas de eletrostática.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas duas avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa.

Avaliações escritas:

**A1)** Data: 13 out. 2008. Tópicos: análise vetorial: gradiente, divergência, rotacional, Teorema de Gauss, Teorema de Stokes; carga elétrica, força eletrostática, campo elétrico, Lei de Gauss, potencial elétrico, trabalho, energia, densidade de fluxo elétrico; corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; condições de contorno (campos eletrostáticos). Forma de avaliação: resolução de exercícios e questões dissertativas sobre conceitos teóricos.

**A2)** Data: 19 nov. 2008. Tópicos: método das imagens; capacitância; Equação de Poisson, Equação de Laplace; natureza dos materiais dielétricos; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indução. Forma de avaliação: resolução de exercícios e questões dissertativas sobre conceitos teóricos.

**Exame final)** Data: 03 dez. 2008. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: resolução de exercícios e questões (dissertativas e objetivas) sobre conceitos teóricos.

Cálculo das médias: os exercícios e trabalhos feitos na primeira parte do semestre compõem a nota  $TE1$ , e os da segunda parte compõem a nota  $TE2$ . Os resultados da primeira parte do semestre ( $N1$ ) e da segunda parte ( $N2$ ) são calculados por meio das seguintes expressões:

$$N1 = 0,7 \cdot A1 + 0,3 \cdot TE1;$$

$$N2 = 0,8 \cdot A2 + 0,2 \cdot TE2,$$

sendo a média parcial obtida por  $M = (N1 + N2)/2$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edição alternativa: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron *Books*, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

*\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.*

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Introdução à Teoria Eletromagnética						Código: TE225	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Segundo semestre letivo do ano de 2017	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
<p>Eletrostática: carga elétrica; força e campo eletrostático; potencial e energia eletrostáticos. Eletrodinâmica: condução da corrente elétrica e resistência. Campo elétrico. Lei de Gauss. Potencial Elétrico. Capacitância. Corrente elétrica e resistência. Campo magnético. Potencial e energia magnetostáticos. Lei de Ampère. Lei da indução de Faraday. Campos variáveis com o tempo. Materiais magnéticos e indutância. Aplicações em engenharia elétrica.</p>							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall.</li> </ul>							

Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.

Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.
- **Campos variáveis com o tempo:** Lei da indução de Faraday.
- **Aplicações da teoria eletromagnética na engenharia elétrica.**

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, estabelecendo também a correlação entre variação temporal do fluxo magnético em uma bobina e força eletromotriz induzida.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente e rotacional) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Correlacionar a variação do fluxo magnético em uma bobina com a indução de força eletromotriz.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas quatro avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa, bem como atividades realizadas sob a supervisão do monitor ou da monitora.

Avaliações escritas:

**AP1)** Data: 30 ago. 2017. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb, campo elétrico, Lei de Gauss, trabalho, energia, potencial elétrico (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AP2)** Data: 11 out. 2017. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss, divergente e teorema da divergência; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; corrente; densidade de corrente; resistência, resistividade. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AT)** Data: 08 nov. 2017. Avaliação teórica todo o conteúdo definido para as avaliações AP1 e AP2, incluindo-se também os seguintes tópicos: condições de contorno (campos eletrostáticos); método das imagens; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas. Avaliação objetiva.

**AP3)** Data: 22 nov. 2017. Tópicos: condições de contorno (campos eletrostáticos); método das imagens; método das imagens; natureza dos materiais dielétricos; capacitância; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 13 dez. 2017. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 30%) e resolução de exercícios (com peso de 70%).

Cálculo das médias: Dentre as avaliações AP1, AP2 e AP3, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada MP. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota TE. Trabalhos realizados sob a supervisão do monitor ou da monitora constituem a nota TM. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,5 \cdot MP + 0,2AT + 0,2 \cdot TE + 0,1 \cdot TM$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Obs.: as atividades supervisionadas pelo monitor ou pela monitora são opcionais; quando do não comparecimento do discente ou da discente a essas atividades, considera-se como nota a média ponderada das avaliações escritas, de modo que o não comparecimento não implica prejuízo no resultado da matéria. Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Introdução à Teoria Eletromagnética						Código: TE225	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Segundo semestre letivo do ano de 2016	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
<p>Eletrostática: carga elétrica; força e campo eletrostático; potencial e energia eletrostáticos. Eletrodinâmica: condução da corrente elétrica e resistência. Campo elétrico. Lei de Gauss. Potencial Elétrico. Capacitância. Corrente elétrica e resistência. Campo magnético. Potencial e energia magnetostáticos. Lei de Ampère. Lei da indução de Faraday. Campos variáveis com o tempo. Materiais magnéticos e indutância. Aplicações em engenharia elétrica.</p>							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall.</li> </ul>							

Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.  
Momento magnético.  
Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.  
Densidade de energia em um campo magnetostático.  
Condições de contorno: campos magnéticos.  
Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.
- **Campos variáveis com o tempo:** Lei da indução de Faraday.
- **Aplicações da teoria eletromagnética na engenharia elétrica.**

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, estabelecendo também a correlação entre variação temporal do fluxo magnético em uma bobina e força eletromotriz induzida.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente e rotacional) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Correlacionar a variação do fluxo magnético em uma bobina com a indução de força eletromotriz.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas quatro avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa, bem como atividades realizadas sob a supervisão do monitor ou da monitora.

Avaliações escritas:

**AP1)** Data: 13 set. 2016. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb, campo elétrico, Lei de Gauss, trabalho, energia, potencial elétrico (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AP2)** Data: 25 out. 2016. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss, divergente e teorema da divergência; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; método das imagens. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AT)** Data: 30 nov. 2016. Avaliação teórica todo o conteúdo definido para as avaliações AP1 e AP2, incluindo-se também os seguintes tópicos: condições de contorno (campos eletrostáticos); campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas; materiais magnéticos. Avaliação objetiva.

**AP3)** Data: 07 dez. 2016. Tópicos: condições de contorno (campos eletrostáticos); método das imagens; corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; natureza dos materiais dielétricos; capacitância; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 19 dez. 2016. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 30%) e resolução de exercícios (com peso de 70%).

Cálculo das médias: Dentre as avaliações AP1, AP2 e AP3, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada MP. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota TE. Trabalhos realizados sob a supervisão do monitor ou da monitora constituem a nota TM. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,5 \cdot MP + 0,2 \cdot AT + 0,2 \cdot TE + 0,1 \cdot TM$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Obs.: as atividades supervisionadas pelo monitor ou pela monitora são opcionais; quando do não comparecimento do discente ou da discente a essas atividades, considera-se como nota a média ponderada das avaliações escritas, de modo que o não comparecimento não implica prejuízo no resultado da matéria. Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Introdução à Teoria Eletromagnética						Código: TE225	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Segundo semestre letivo do ano de 2015	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
<p>Eletrostática: carga elétrica; força e campo eletrostático; potencial e energia eletrostáticos. Eletrodinâmica: condução da corrente elétrica e resistência. Campo elétrico. Lei de Gauss. Potencial Elétrico. Capacitância. Corrente elétrica e resistência. Campo magnético. Potencial e energia magnetostáticos. Lei de Ampère. Lei da indução de Faraday. Campos variáveis com o tempo. Materiais magnéticos e indutância. Aplicações em engenharia elétrica.</p>							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall.</li> </ul>							

Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.  
Momento magnético.

Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.

Densidade de energia em um campo magnetostático.

Condições de contorno: campos magnéticos.

Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.
- **Campos variáveis com o tempo:** Lei da indução de Faraday.
- **Aplicações da teoria eletromagnética na engenharia elétrica.**

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, estabelecendo também a correlação entre variação temporal do fluxo magnético em uma bobina e força eletromotriz induzida.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente e rotacional) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Correlacionar a variação do fluxo magnético em uma bobina com a indução de força eletromotriz.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas quatro avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa, bem como atividades realizadas sob a supervisão do monitor ou da monitora.

Avaliações escritas:

**AP1)** Data: 02 set. 2015. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb, campo elétrico, Lei de Gauss, trabalho, energia, potencial elétrico (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AP2)** Data: 14 out. 2015. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss, divergente e teorema da divergência; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; método das imagens; condições de contorno (campos eletrostáticos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AT)** Data: 30 nov. 2015. Avaliação teórica todo o conteúdo definido para as avaliações AP1 e AP2, incluindo-se também os seguintes tópicos: corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; natureza dos materiais dielétricos; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas; materiais magnéticos. Avaliação objetiva.

**AP3)** Data: 07 dez. 2015. Tópicos: corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; natureza dos materiais dielétricos; capacitância; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 19 dez. 2015. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 30%) e resolução de exercícios (com peso de 70%).

Cálculo das médias: Dentre as avaliações AP1, AP2 e AP3, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada MP. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota TE. Trabalhos realizados sob a supervisão do monitor ou da monitora constituem a nota TM. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,5 \cdot MP + 0,2AT + 0,2 \cdot TE + 0,1 \cdot TM$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Obs.: as atividades supervisionadas pelo monitor ou pela monitora são opcionais; quando do não comparecimento do discente ou da discente a essas atividades, considera-se como nota a média ponderada das avaliações escritas, de modo que o não comparecimento não implica prejuízo no resultado da matéria. Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaor Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Introdução à Teoria Eletromagnética						Código: TE225	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Segundo semestre letivo do ano de 2014	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
<p>Eletrostática: carga elétrica; força e campo eletrostático; potencial e energia eletrostáticos. Eletrodinâmica: condução da corrente elétrica e resistência. Campo elétrico. Lei de Gauss. Potencial Elétrico. Capacitância. Corrente elétrica e resistência. Campo magnético. Potencial e energia magnetostáticos. Lei de Ampère. Lei da indução de Faraday. Campos variáveis com o tempo. Materiais magnéticos e indutância. Aplicações em engenharia elétrica.</p>							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Análise vetorial.</b> Definições: escalares, vetores, álgebra vetorial. Sistemas de coordenadas. Gradiente. Divergência e o Teorema de Gauss. Rotacional e o Teorema de Stokes.</li> <li>- <b>Eletrostática.</b> Carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb e campo eletrostático. A experiência de Millikan. Fluxo elétrico; densidade de fluxo elétrico ou campo deslocamento elétrico. Densidades de carga elétrica: linear, superficial, volumétrica. Lei de Gauss: formas integral e diferencial. Trabalho, energia e potencial eletrostático. Densidade de energia em um campo eletrostático. Corrente elétrica: natureza da corrente elétrica, equação da continuidade, lei de Ohm, materiais condutores, resistência elétrica. Densidade de corrente elétrica. Lâmina de corrente. Meios dielétricos: dipolo elétrico, polarização, susceptibilidade elétrica, permissividade elétrica. Capacitância. Condições de contorno: campos eletrostáticos. O método das imagens.</li> <li>- <b>Magnetostática.</b> Intensidade de campo magnético. A experiência de Oersted. Campo magnético estacionário. Lei de Biot-Savart. Lei circuital de Ampère. Indução magnética ou densidade de fluxo magnético. Fluxo magnético. Força magnética. Força de Lorentz. A experiência de Thomson. O efeito Hall.</li> </ul>							

Potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético.  
Momento magnético.  
Propriedades magnéticas da matéria: magnetização, dipolo magnético, susceptibilidade magnética, permeabilidade magnética; materiais diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos.  
Densidade de energia em um campo magnetostático.  
Condições de contorno: campos magnéticos.  
Indutância própria, indutância mútua.

- **Sistematização das Equações de Maxwell em problemas estáticos:** formas integral e diferencial.
- **Campos variáveis com o tempo:** Lei da indução de Faraday.
- **Aplicações da teoria eletromagnética na engenharia elétrica.**

#### OBJETIVO GERAL

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de aplicar as quatro Equações de Maxwell, nas formas integral e diferencial (local) em problemas estáticos, estabelecendo também a correlação entre variação temporal do fluxo magnético em uma bobina e força eletromotriz induzida.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Aplicar a Lei de Coulomb no cálculo de forças eletrostáticas e de campos eletrostáticos, tanto de cargas pontuais como de distribuições (lineares, superficiais, volumétricas) de cargas.

Enunciar a Lei de Gauss da eletrostática, discutir sua relação com a Lei de Coulomb, aplicá-la na resolução de problemas e avaliar os limites de validade dessas aplicações.

Calcular o potencial eletrostático a partir do campo elétrico e calcular o campo elétrico a partir do potencial. Utilizar os resultados para obtenção da energia potencial.

Discutir e calcular as mudanças que ocorrem em campos eletrostáticos em meios materiais e descrever qualitativamente e quantitativamente seu comportamento em condições de fronteira. Utilizar esses resultados nos cálculos envolvendo capacitância.

Aplicar os conceitos de corrente elétrica, densidade de corrente elétrica, resistência, resistividade, permissividade elétrica e polarização. Discutir sobre propriedades de condutores, isolantes e semicondutores.

Utilizar as ferramentas do cálculo vetorial (divergente, gradiente e rotacional) nos cálculos associados à eletrostática, utilizando sistemas de coordenadas retangulares, cilíndricas circulares e esféricas.

Calcular campos magnéticos a partir da Lei de Biot-Savart e da Lei de Ampère. Discutir os limites de validade da Lei de Ampère.

Definir potencial escalar magnético e potencial vetorial magnético, percebendo as possibilidades de emprego desses potenciais no cálculo de campos magnéticos.

Discutir sobre o comportamento do campo magnético e da indução magnética em meios materiais e sobre as propriedades dos materiais ferromagnéticos, diamagnéticos, paramagnéticos, ferrimagnéticos e superparamagnéticos, obtendo também resultados quantitativos sobre esses campos em problemas de fronteira. Aplicar os conceitos de permeabilidade magnética e magnetização. Utilizar esses resultados em cálculos envolvendo indutância.

Correlacionar a variação do fluxo magnético em uma bobina com a indução de força eletromotriz.

Descrever a Lei das Tensões de Kirchhoff (lei das malhas) como caso especial da equação  $\text{rot } \mathbf{E} = \mathbf{0}$  no âmbito da eletrostática.

Descrever a Lei das Correntes de Kirchhoff (lei dos nós) como caso especial da equação da continuidade.

#### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também são resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. São utilizados os seguintes recursos: quadro branco, fichas com equações para atividades interativas em sala, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas quatro avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa, bem como atividades realizadas sob a supervisão do monitor ou da monitora.

Avaliações escritas:

**AP1)** Data: 10 set. 2014. Tópicos: carga elétrica, força eletrostática, Lei de Coulomb, campo elétrico, Lei de Gauss, trabalho, energia, potencial elétrico (abordagem com ênfase nos princípios físicos). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AP2)** Data: 29 out. 2014. Temas da primeira avaliação com maior ênfase em álgebra e cálculo vetorial; campo elétrico; fluxo elétrico, Lei de Gauss, divergente e teorema da divergência; densidade de fluxo elétrico; energia e potencial elétrico; método das imagens; condições de contorno (campos eletrostáticos); capacitância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**AT)** Data: 19 nov. 2014. Avaliação teórica todo o conteúdo definido para as avaliações AP1 e AP2, incluindo-se também os seguintes tópicos: corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; natureza dos materiais dielétricos; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas; materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos). Avaliação objetiva.

**AP3)** Data: 25 nov. 2014. Tópicos: corrente, densidade de corrente; resistência, resistividade; natureza dos materiais dielétricos; campo magnético estacionário, Lei de Ampère; fluxo magnético; forças magnéticas, materiais magnéticos; condições de contorno (campos magnetostáticos); indutância. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 09 dez. 2014. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores. Forma de avaliação: avaliação teórica (objetiva, com peso de 30%) e resolução de exercícios (com peso de 70%).

Cálculo das médias: Dentre as avaliações AP1, AP2 e AP3, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada MP. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota TE. Trabalhos realizados sob a supervisão do monitor ou da monitora constituem a nota TM. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,7 \cdot (0,7 \cdot MP + 0,3 \cdot AT) + 0,2 \cdot TE + 0,1 \cdot TM$  Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Obs.: as atividades supervisionadas pelo monitor ou pela monitora são opcionais; quando do não comparecimento do discente ou da discente a essas atividades, considera-se como nota a média ponderada das avaliações escritas, de modo que o não comparecimento não implica prejuízo no resultado da matéria. Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo). Alternativamente, edições posteriores podem ser consultadas.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. Edições alternativas: HAYT JR., William H.; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003; 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

CHAVES, Alaoir Silvério. **Física**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Ed., 2001. v. 2 – Eletromagnetismo.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcolm J. **Física**. São Paulo: Makron Books, 1999. v. 2.

SEARS, Francis; ZEMANSKI, Mark W.; YOUNG, Hugh. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. v. 3 – Eletricidade e Magnetismo.

TIPLER, Paul A. **Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. v. 2a.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 3 (Eletromagnetismo).

MACHADO, Kleber Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2000. v.1.

BASTOS, João Pedro Assumpção. **Eletromagnetismo e cálculo de campos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1989. (Série Didática).

LORRAIN, Paul et alii. **Campos e ondas electromagnéticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

MACEDO, Annita. **Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

REITZ, John R.; MILFORD, Frederick J.; CHRITSY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980. (Coleção Schaum.)

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Edições alternativas: São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Fundamentos Matemáticos para Engenharia Elétrica I						Código: TE203	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Primeiro semestre letivo do ano de 2018	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
<p>Função real de uma variável real. Limites e continuidade. Derivadas. Aplicações das derivadas a Engenharia Elétrica. Integral definida e indefinida. Formas indeterminadas e integrais impróprias. Técnicas de integração. Aplicação das integrais na Engenharia Elétrica. Fórmula de Taylor. Fórmula de Maclaurin.</p>							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Função real de uma variável real.</b> Introdução à teoria dos conjuntos. Os conjuntos dos números como resultado de um desenvolvimento sócio-histórico. Números “naturais”, “inteiros”, “racionais”, “irracionais”, “reais” e “complexos”. Relações e funções – abordagem pela teoria dos conjuntos. Funções e gráficos; escalas dos gráficos; coordenadas e identificação dos eixos (grandezas e unidades), polos e zeros, domínio e imagem. Identificação de funções; modelos matemáticos. Funções racionais, funções trigonométricas, funções exponenciais, funções inversas, logaritmos; funções compostas. Transformações de funções: translação, alongamento, compressão, reflexão.</li> <li>- <b>Limites e continuidade.</b> Limite de uma função; taxa de variação. Definição de limite. Teorema do Confronto. Limites laterais, limites infinitos, limites no infinito. Continuidade. Assíntotas horizontais, verticais e oblíquas. Termos dominantes de uma função.</li> <li>- <b>Derivadas.</b> Reta tangente e derivada. Teoremas sobre derivação de funções. A derivada como função. A derivada como taxa de variação. Diferenciabilidade. Regra da cadeia; equações paramétricas. Derivadas de ordem superior. Teorema de Rolle.</li> </ul>							

Teorema do valor médio.  
Concavidade e esboço de curvas.  
Formas indeterminadas; regra de L'Hôpital.  
Derivação implícita.

- **Fórmula de Taylor e Fórmula de Maclaurin.**

- **Integral definida e indefinida.**  
Somadas finitas; cálculo de áreas.  
Os teoremas fundamentais do cálculo.  
Integral indefinida; integral definida.  
Sólidos de revolução.  
Comprimentos de curvas.  
Centro de massa; centroide.

- **Formas indeterminadas e integrais impróprias.**

- **Técnicas de integração.**  
Técnicas de substituição.  
Integração por partes.

- **Aplicação de derivadas e integrais na Engenharia Elétrica.**

Descrição matemática de fenômenos cotidianos. Introdução à modelagem de fenômenos físicos.  
Polos e zeros de uma função.  
Minimização ou maximização de funções. O teorema da máxima transferência de potência. Valor máximo do campo elétrico produzido por um anel de cargas em seu eixo.  
Campo produzido por um dipolo elétrico em pontos situados sobre seu eixo de simetria e a distâncias suficientemente grandes ( $z \gg d$ ): aplicação da Fórmula de Maclaurin.  
Funções periódicas: valor médio e valor eficaz.

**OBJETIVO GERAL**

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de discutir e analisar criticamente funções reais de variáveis reais e seus gráficos, de utilizar os conceitos de derivada e de integral em diversas situações, aplicando técnicas para derivação e integração das funções que mais frequentemente ocorrem na modelagem matemática de fenômenos estudados na física clássica.

**OBJETIVO ESPECÍFICO**

Analisar criticamente funções e seus gráficos, identificando características relevantes dos diferentes tipos de funções.  
Compreender o conceito de limite e suas aplicações em diversos contextos.  
Perceber o significado da derivada, principalmente em aplicações a fenômenos físicos.  
Levantar indeterminações mediante aplicação da Regra de L'Hôpital.  
Desenvolver a habilidade na obtenção das derivadas das funções mais usuais.  
Encontrar pontos de máximo e pontos de mínimo locais em funções por meio de derivação e aplicar o teste de concavidade pela aplicação da derivada segunda.  
Obter os parâmetros matemáticos da reta tangente a um ponto de uma função dada.  
Compreender o embasamento para a obtenção das Fórmulas de Taylor e de Maclaurin.  
Aplicar as Fórmulas de Taylor e de Maclaurin para expressar funções corriqueiras.  
Compreender o conceito de integração.  
Desenvolver habilidade para resolver integrais indefinidas e definidas das funções mais usuais.  
Familiarizar-se com abordagem de integrais impróprias.

## PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também serão resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. Serão utilizados os seguintes recursos: quadro branco, microcomputador e projetor multimídia.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas três avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa, bem como atividades realizadas sob a supervisão do monitor ou da monitora.

Avaliações escritas:

**A1)** Data: 19 mar. 2018. Tópico central: a) *Função real de uma variável real* – funções e gráficos; escalas dos gráficos; coordenadas e identificação dos eixos (grandezas e unidades); polos e zeros; domínio e imagem; ; modelos matemáticos; funções racionais, funções inversas, logaritmos; funções compostas; transformações de funções (translação, alongamento, compressão, reflexão). Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**A2)** Data: 07 maio 2018. Tópicos centrais: a) *Limites e continuidade* – definição de limite; cálculo de limites; limites laterais, limites infinitos, limites no infinito; levantamento de indeterminações; assíntotas horizontais, verticais e oblíquas e confecção de gráficos; b) *Derivação* – diferenciabilidade, reta tangente e derivada, aplicação de teoremas sobre derivação; regra da cadeia; Teorema de Rolle; Teorema do Valor Médio; máximos locais e mínimos locais; teste de concavidade; derivação implícita. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**A3)** Data: 18 jun. 2018. Tópicos centrais: a) *Fórmula de Taylor e Fórmula de Maclaurin* – obtenção de polinômios equivalentes a funções corriqueiras e avaliação do erro percentual fornecido pelo polinômio com relação ao valor exato da função original; b) *Formas Indeterminadas* – levantamento de indeterminações por manipulação algébrica ou por aplicação da Regra de L'Hôpital; c) *Integrais Indefinidas, Integrais Definidas, Integrais Impróprias* – aplicação de técnicas de integração para a resolução de diversas integrais; aplicação de integral definida para o cálculo da área delimitada por duas curvas. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 02 jul. 2018. Tópicos centrais: a) *Função real de uma variável real* - Funções e gráficos; escalas dos gráficos; coordenadas e identificação dos eixos (grandezas e unidades); funções polinomiais e divisão de polinômios; transformações de funções: translação, alongamento, compressão, reflexão; b) *Limites e continuidade* – definição de limite; limites laterais, limites infinitos, limites no infinito; assíntotas horizontais, verticais e oblíquas; c) *Derivação* – reta tangente e derivada; teoremas sobre derivação de funções; a derivada como taxa de variação; regra da cadeia; derivadas de ordens superiores; Teorema do Valor Médio; máximos locais, mínimos locais, teste de concavidade; formas indeterminadas de limites; regra de L'Hôpital; d) *Fórmula de Maclaurin*; e) *Integração* – integral indefinida; os teoremas fundamentais do cálculo; integral definida, cálculo de áreas; técnicas de integração: substituição de variáveis, integral por partes; Integrais impróprias. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

Cálculo das médias: Dentre as avaliações A1, A2 e A3, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada *MP*. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota *TE*. Trabalhos realizados sob a supervisão do monitor ou da monitora constituem a nota *TM*. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,7 \cdot MP + 0,2 \cdot TE + 0,1 \cdot TM$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Obs.: as atividades supervisionadas pelo monitor ou pela monitora são opcionais; quando do não comparecimento do discente ou da discente a essas atividades, considera-se como nota a média ponderada das avaliações escritas, de modo que o não comparecimento não implica prejuízo no resultado da matéria. Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

THOMAS, George B. **Cálculo**. 11.ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

LEITHOLD, Louis. **O cálculo com geometria analítica**. 3.ed. São Paulo: HARBRA, 1994. v.1.

SWOKOWSKI, Earl William. **Cálculo com geometria analítica**. 2.ed. São Paulo: Makron Books, 1995.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)**

BOULOS, Paulo. **Pré-cálculo**. São Paulo: *Pearson Education* do Brasil, 2001.

GUIDORIZZI, Hamilton Luiz. **Um curso de cálculo**. 5.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2008. v. 1 e 2.

BOULOS, Paulo. **Cálculo diferencial e integral**. São Paulo: *Pearson Makron Books*, 1999. v.1.

PISKUNOV, Nikolai Semenovich. **Cálculo diferencial e integral**. 4.ed. Porto: Lopes da Silva, 1975. 2v.

SPIEGEL, Murray R. **Manual de fórmulas e tabelas matemáticas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973.  
Edições alternativas: São Paulo: *Makron Books* do Brasil, 1992; Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. v. 3 (Eletricidade e magnetismo).

NILSSON, James W; RIEDEL, Susan A. **Circuitos elétricos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003.

É também fortemente recomendada a confecção de gráficos de próprio punho, com posterior comparação com os gráficos produzidos por aplicativos computacionais, por exemplo aqueles disponíveis em páginas de acesso gratuito como <<https://rechneronline.de/function-graphs/>> ou <<https://www.mathe-fa.de/pt>>.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Laboratório de Engenharia Elétrica IV						Código: TE059	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turmas A e B Segundo semestre letivo do ano de 2013	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 30 CH semanal: 02	Padrão (PD): 0	Laboratório (LB): 30	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Atividades de laboratório relacionadas ao conhecimento de Engenharia Elétrica adquiridos pelo aluno nas disciplinas : Eletrônica Digital II, Amplificadores e Filtros Eletrônicos.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
São propostos os seguintes experimentos:							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Não idealidades dos amplificadores operacionais.</li> <li>2 Obtenção dos parâmetros dos amplificadores transistorizados (emissor comum, base comum, coletor comum).</li> <li>3 Configuração MOSFET Complementar (CMOS).</li> <li>4 Amplificador diferencial.</li> <li>5 Resposta em frequência do amplificador diferencial.</li> <li>6 Resposta em frequência de amplificadores transistorizados - configuração com emissor comum.</li> <li>7 Amplificador <i>Cascode</i>.</li> <li>8 Realimentação – modo série-paralelo.</li> <li>9 Realimentação – modo paralelo-paralelo.</li> <li>10 Integrador; filtro passa-baixos: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).</li> <li>11 Avaliação experimental sobre potência transferida à carga e sobre potência dissipada.</li> <li>12 Oscilador em ponte de Wien.</li> </ol>							

**13 Filtros passa-baixos e passa-altos de segunda ordem: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).**

**14 Filtro passa-faixa de segunda ordem.**

**15 Linhas de transmissão**

#### **OBJETIVO GERAL**

Espera-se que ao final desta matéria os estudantes e as estudantes sejam capazes de montar circuitos eletrônicos com relativa complexidade em laboratório e aplicar técnicas de medidas adequadas à obtenção de diversos parâmetros, utilizando equipamentos como multímetros e osciloscópios e comprovem em laboratório diferentes aspectos vistos em aulas teóricas de matérias que, em princípio, estão cursando mesmo período.

#### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Verificar não idealidades dos amplificadores operacionais.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores transistorizados com configuração emissor comum, base comum e coletor comum.

Obter a curva de transferência de um circuito MOS Complementar, bem como seus tempos de transição.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores diferenciais.

Realizar ensaios sobre resposta em frequência de amplificadores e de filtros e plotar adequadamente os resultados em diagramas de Bode.

Desenvolver a capacidade de análise crítica dos resultados obtidos na experimentação, comparando-os com resultados teóricos e com resultados obtidos via simulações numéricas.

Verificar o efeito da realimentação em circuitos amplificadores.

Estabelecer a correlação entre faixas de frequência em diagramas de Bode obtidos mediante experimentação e suas respectivas funções (integrador, filtro passa-baixos, filtro passa-altos, filtro passa-faixa, filtro rejeita-faixa).

Obter experimentalmente informações sobre a velocidade de propagação de uma onda eletromagnética em cabo coaxial, sobre o coeficiente de reflexão da onda nesse cabo e sobre o comportamento de ondas senoidais com algumas frequências específicas no cabo.

#### **PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS**

Trata-se de disciplina experimental, na qual o método principal é a realização de ensaios, envolvendo o desenvolvimento do senso crítico com relação aos resultados obtidos, com vistas à resolução de problemas. Os estudantes e as estudantes são também incentivados e incentivadas a buscar por si próprios/próprias explicações sobre os fenômenos observados. Durante as aulas, trabalham em grupos com até quatro membros, sob a supervisão do professor e contam com o auxílio de monitor ou monitora. Havendo necessidade, ensaios podem ser refeitos em horários alternativos, a fim de dirimir dúvidas sobre resultados obtidos ou refinar esses resultados.

#### **FORMAS DE AVALIAÇÃO**

Cada grupo apresenta dois relatórios completos ao longo do semestre, sobre dois dos ensaios realizados. A definição dos ensaios a serem relatados é feita em comum acordo com o professor e deseja-se que em tais documentos, além da descrição do experimento, das técnicas de medição aprendidas naquele ensaio e dos resultados experimentais obtidos, sejam apresentados também os resultados teóricos esperados, bem como resultados de simulações numéricas e que esses três conjuntos sejam cotejados, com argumentos sobre concordâncias entre eles ou sobre eventuais discrepâncias. Recomenda-se também que haja uma contextualização histórica e uma fundamentação teórica. 70% da média na disciplina advirá da avaliação desses relatórios. Constituirão os 30% restantes as avaliações de relatórios simplificados de outros experimentos realizados, avaliação esta feita em diálogo com o monitor ou a monitora da matéria.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)**

SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. **Microeletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books*, 2000.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985.

BOYLESTAD, Robert; NASHELSKI, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 8. ed. São Paulo: *Pearson Education* do Brasil, 2004.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)**

LANDO, Roberto Antonio; ALVES, Serg Rios. **Amplificador operacional**. 6.ed. São Paulo: Érica, 1992.

MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1995. 2v.

MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos C. **Eletronica: dispositivos e circuitos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1981.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

LALOND, David E; ROSS, John A. **Princípios de dispositivos e circuitos eletrônicos**. São Paulo: Makron *Books*, 1999.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Laboratório de Engenharia Elétrica IV						Código: TE059	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turmas A e B Primeiro semestre letivo do ano de 2013	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 30 CH semanal: 02	Padrão (PD): 0	Laboratório (LB): 30	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Atividades de laboratório relacionadas ao conhecimento de Engenharia Elétrica adquiridos pelo aluno nas disciplinas : Eletrônica Digital II, Amplificadores e Filtros Eletrônicos.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
São propostos os seguintes experimentos:							
1 Não idealidades dos amplificadores operacionais.							
2 Obtenção dos parâmetros dos amplificadores transistorizados (emissor comum, base comum, coletor comum).							
3 Configuração MOSFET Complementar (CMOS).							
4 Amplificador diferencial.							
5 Resposta em frequência do amplificador diferencial.							
6 Resposta em frequência de amplificadores transistorizados - configuração com emissor comum.							
7 Amplificador <i>Cascode</i> .							
8 Realimentação – modo série-paralelo.							
9 Realimentação – modo paralelo-paralelo.							
10 Integrador; filtro passa-baixos: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).							
11 Avaliação experimental sobre potência transferida à carga e sobre potência dissipada.							
12 Oscilador em ponte de Wien.							

**13 Filtros passa-baixos e passa-altos de segunda ordem: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).**

**14 Filtro passa-faixa de segunda ordem.**

**15 Linhas de transmissão**

#### **OBJETIVO GERAL**

Espera-se que ao final desta matéria os estudantes e as estudantes sejam capazes de montar circuitos eletrônicos com relativa complexidade em laboratório e aplicar técnicas de medidas adequadas à obtenção de diversos parâmetros, utilizando equipamentos como multímetros e osciloscópios e comprovem em laboratório diferentes aspectos vistos em aulas teóricas de matérias que, em princípio, estão cursando mesmo período.

#### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Verificar não idealidades dos amplificadores operacionais.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores transistorizados com configuração emissor comum, base comum e coletor comum.

Obter a curva de transferência de um circuito MOS Complementar, bem como seus tempos de transição.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores diferenciais.

Realizar ensaios sobre resposta em frequência de amplificadores e de filtros e plotar adequadamente os resultados em diagramas de Bode.

Desenvolver a capacidade de análise crítica dos resultados obtidos na experimentação, comparando-os com resultados teóricos e com resultados obtidos via simulações numéricas.

Verificar o efeito da realimentação em circuitos amplificadores.

Estabelecer a correlação entre faixas de frequência em diagramas de Bode obtidos mediante experimentação e suas respectivas funções (integrador, filtro passa-baixos, filtro passa-altos, filtro passa-faixa, filtro rejeita-faixa).

Obter experimentalmente informações sobre a velocidade de propagação de uma onda eletromagnética em cabo coaxial, sobre o coeficiente de reflexão da onda nesse cabo e sobre o comportamento de ondas senoidais com algumas frequências específicas no cabo.

#### **PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS**

Trata-se de disciplina experimental, na qual o método principal é a realização de ensaios, envolvendo o desenvolvimento do senso crítico com relação aos resultados obtidos, com vistas à resolução de problemas. Os estudantes e as estudantes são também incentivados e incentivadas a buscar por si próprios/próprias explicações sobre os fenômenos observados. Durante as aulas, trabalham em grupos com até quatro membros, sob a supervisão do professor e contam com o auxílio de monitor ou monitora. Havendo necessidade, ensaios podem ser refeitos em horários alternativos, a fim de dirimir dúvidas sobre resultados obtidos ou refinar esses resultados.

#### **FORMAS DE AVALIAÇÃO**

Cada grupo apresenta dois relatórios completos ao longo do semestre, sobre dois dos ensaios realizados. A definição dos ensaios a serem relatados é feita em comum acordo com o professor e deseja-se que em tais documentos, além da descrição do experimento, das técnicas de medição aprendidas naquele ensaio e dos resultados experimentais obtidos, sejam apresentados também os resultados teóricos esperados, bem como resultados de simulações numéricas e que esses três conjuntos sejam cotejados, com argumentos sobre concordâncias entre eles ou sobre eventuais discrepâncias. Recomenda-se também que haja uma contextualização histórica e uma fundamentação teórica. 70% da média na disciplina advirá da avaliação desses relatórios. Constituirão os 30% restantes as avaliações de relatórios simplificados de outros experimentos realizados, avaliação esta feita em diálogo com o monitor ou a monitora da matéria.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)**

SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. **Microeletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books*, 2000.  
HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985.  
BOYLESTAD, Robert; NASHELSKI, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 8. ed. São Paulo: *Pearson Education* do Brasil, 2004.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)**

LANDO, Roberto Antonio; ALVES, Serg Rios. **Amplificador operacional**. 6.ed. São Paulo: Érica, 1992.  
MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1995. 2v.  
MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos C. **Eletronica: dispositivos e circuitos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1981.  
SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.  
LALOND, David E; ROSS, John A. **Princípios de dispositivos e circuitos eletrônicos**. São Paulo: Makron Books, 1999.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Laboratório de Engenharia Elétrica IV						Código: TE059	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turmas A e B Segundo semestre letivo do ano de 2012	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 30 CH semanal: 02	Padrão (PD): 0	Laboratório (LB): 30	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Atividades de laboratório relacionadas ao conhecimento de Engenharia Elétrica adquiridos pelo aluno nas disciplinas : Eletrônica Digital II, Amplificadores e Filtros Eletrônicos.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
São propostos os seguintes experimentos:							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Não idealidades dos amplificadores operacionais.</li> <li>2 Obtenção dos parâmetros dos amplificadores transistorizados (emissor comum, base comum, coletor comum).</li> <li>3 Configuração MOSFET Complementar (CMOS).</li> <li>4 Amplificador diferencial.</li> <li>5 Resposta em frequência do amplificador diferencial.</li> <li>6 Resposta em frequência de amplificadores transistorizados - configuração com emissor comum.</li> <li>7 Amplificador <i>Cascode</i>.</li> <li>8 Realimentação – modo série-paralelo.</li> <li>9 Realimentação – modo paralelo-paralelo.</li> <li>10 Integrador; filtro passa-baixos: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).</li> <li>11 Avaliação experimental sobre potência transferida à carga e sobre potência dissipada.</li> <li>12 Oscilador em ponte de Wien.</li> </ol>							

**13 Filtros passa-baixos e passa-altos de segunda ordem: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).**

**14 Filtro passa-faixa de segunda ordem.**

**15 Linhas de transmissão**

#### **OBJETIVO GERAL**

Espera-se que ao final desta matéria os estudantes e as estudantes sejam capazes de montar circuitos eletrônicos com relativa complexidade em laboratório e aplicar técnicas de medidas adequadas à obtenção de diversos parâmetros, utilizando equipamentos como multímetros e osciloscópios e comprovem em laboratório diferentes aspectos vistos em aulas teóricas de matérias que, em princípio, estão cursando mesmo período.

#### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Verificar não idealidades dos amplificadores operacionais.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores transistorizados com configuração emissor comum, base comum e coletor comum.

Obter a curva de transferência de um circuito MOS Complementar, bem como seus tempos de transição.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores diferenciais.

Realizar ensaios sobre resposta em frequência de amplificadores e de filtros e plotar adequadamente os resultados em diagramas de Bode.

Desenvolver a capacidade de análise crítica dos resultados obtidos na experimentação, comparando-os com resultados teóricos e com resultados obtidos via simulações numéricas.

Verificar o efeito da realimentação em circuitos amplificadores.

Estabelecer a correlação entre faixas de frequência em diagramas de Bode obtidos mediante experimentação e suas respectivas funções (integrador, filtro passa-baixos, filtro passa-altos, filtro passa-faixa, filtro rejeita-faixa).

Obter experimentalmente informações sobre a velocidade de propagação de uma onda eletromagnética em cabo coaxial, sobre o coeficiente de reflexão da onda nesse cabo e sobre o comportamento de ondas senoidais com algumas frequências específicas no cabo.

#### **PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS**

Trata-se de disciplina experimental, na qual o método principal é a realização de ensaios, envolvendo o desenvolvimento do senso crítico com relação aos resultados obtidos, com vistas à resolução de problemas. Os estudantes e as estudantes são também incentivados e incentivadas a buscar por si próprios/próprias explicações sobre os fenômenos observados. Durante as aulas, trabalham em grupos com até quatro membros, sob a supervisão do professor e contam com o auxílio de monitor ou monitora. Havendo necessidade, ensaios podem ser refeitos em horários alternativos, a fim de dirimir dúvidas sobre resultados obtidos ou refinar esses resultados.

#### **FORMAS DE AVALIAÇÃO**

Cada grupo apresenta dois relatórios completos ao longo do semestre, sobre dois dos ensaios realizados. A definição dos ensaios a serem relatados é feita em comum acordo com o professor e deseja-se que em tais documentos, além da descrição do experimento, das técnicas de medição aprendidas naquele ensaio e dos resultados experimentais obtidos, sejam apresentados também os resultados teóricos esperados, bem como resultados de simulações numéricas e que esses três conjuntos sejam cotejados, com argumentos sobre concordâncias entre eles ou sobre eventuais discrepâncias. Recomenda-se também que haja uma contextualização histórica e uma fundamentação teórica. 70% da média na disciplina advirá da avaliação desses relatórios. Constituirão os 30% restantes as avaliações de relatórios simplificados de outros experimentos realizados, avaliação esta feita em diálogo com o monitor ou a monitora da matéria.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)**

SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. **Microeletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books*, 2000.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985.

BOYLESTAD, Robert; NASHELSKI, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 8. ed. São Paulo: *Pearson Education* do Brasil, 2004.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)**

LANDO, Roberto Antonio; ALVES, Serg Rios. **Amplificador operacional**. 6.ed. São Paulo: Érica, 1992.

MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1995. 2v.

MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos C. **Eletronica: dispositivos e circuitos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1981.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

LALOND, David E; ROSS, John A. **Princípios de dispositivos e circuitos eletrônicos**. São Paulo: Makron *Books*, 1999.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Laboratório de Engenharia Elétrica IV						Código: TE059	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turmas A e B Primeiro semestre letivo do ano de 2012	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 30 CH semanal: 02	Padrão (PD): 0	Laboratório (LB): 30	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Atividades de laboratório relacionadas ao conhecimento de Engenharia Elétrica adquiridos pelo aluno nas disciplinas : Eletrônica Digital II, Amplificadores e Filtros Eletrônicos.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
São propostos os seguintes experimentos:							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Não idealidades dos amplificadores operacionais.</li> <li>2 Obtenção dos parâmetros dos amplificadores transistorizados (emissor comum, base comum, coletor comum).</li> <li>3 Configuração MOSFET Complementar (CMOS).</li> <li>4 Amplificador diferencial.</li> <li>5 Resposta em frequência do amplificador diferencial.</li> <li>6 Resposta em frequência de amplificadores transistorizados - configuração com emissor comum.</li> <li>7 Amplificador <i>Cascode</i>.</li> <li>8 Realimentação – modo série-paralelo.</li> <li>9 Realimentação – modo paralelo-paralelo.</li> <li>10 Integrador; filtro passa-baixos: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).</li> <li>11 Avaliação experimental sobre potência transferida à carga e sobre potência dissipada.</li> <li>12 Oscilador em ponte de Wien.</li> </ol>							

**13 Filtros passa-baixos e passa-altos de segunda ordem: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).**

**14 Filtro passa-faixa de segunda ordem.**

**15 Linhas de transmissão**

#### **OBJETIVO GERAL**

Espera-se que ao final desta matéria os estudantes e as estudantes sejam capazes de montar circuitos eletrônicos com relativa complexidade em laboratório e aplicar técnicas de medidas adequadas à obtenção de diversos parâmetros, utilizando equipamentos como multímetros e osciloscópios e comprovem em laboratório diferentes aspectos vistos em aulas teóricas de matérias que, em princípio, estão cursando mesmo período.

#### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Verificar não idealidades dos amplificadores operacionais.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores transistorizados com configuração emissor comum, base comum e coletor comum.

Obter a curva de transferência de um circuito MOS Complementar, bem como seus tempos de transição.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores diferenciais.

Realizar ensaios sobre resposta em frequência de amplificadores e de filtros e plotar adequadamente os resultados em diagramas de Bode.

Desenvolver a capacidade de análise crítica dos resultados obtidos na experimentação, comparando-os com resultados teóricos e com resultados obtidos via simulações numéricas.

Verificar o efeito da realimentação em circuitos amplificadores.

Estabelecer a correlação entre faixas de frequência em diagramas de Bode obtidos mediante experimentação e suas respectivas funções (integrador, filtro passa-baixos, filtro passa-altos, filtro passa-faixa, filtro rejeita-faixa).

Obter experimentalmente informações sobre a velocidade de propagação de uma onda eletromagnética em cabo coaxial, sobre o coeficiente de reflexão da onda nesse cabo e sobre o comportamento de ondas senoidais com algumas frequências específicas no cabo.

#### **PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS**

Trata-se de disciplina experimental, na qual o método principal é a realização de ensaios, envolvendo o desenvolvimento do senso crítico com relação aos resultados obtidos, com vistas à resolução de problemas. Os estudantes e as estudantes são também incentivados e incentivadas a buscar por si próprios/próprias explicações sobre os fenômenos observados. Durante as aulas, trabalham em grupos com até quatro membros, sob a supervisão do professor e contam com o auxílio de monitor ou monitora. Havendo necessidade, ensaios podem ser refeitos em horários alternativos, a fim de dirimir dúvidas sobre resultados obtidos ou refinar esses resultados.

#### **FORMAS DE AVALIAÇÃO**

Cada grupo apresenta dois relatórios completos ao longo do semestre, sobre dois dos ensaios realizados. A definição dos ensaios a serem relatados é feita em comum acordo com o professor e deseja-se que em tais documentos, além da descrição do experimento, das técnicas de medição aprendidas naquele ensaio e dos resultados experimentais obtidos, sejam apresentados também os resultados teóricos esperados, bem como resultados de simulações numéricas e que esses três conjuntos sejam cotejados, com argumentos sobre concordâncias entre eles ou sobre eventuais discrepâncias. Recomenda-se também que haja uma contextualização histórica e uma fundamentação teórica. 70% da média na disciplina advirá da avaliação desses relatórios. Constituirão os 30% restantes as avaliações de relatórios simplificados de outros experimentos realizados, avaliação esta feita em diálogo com o monitor ou a monitora da matéria.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)**

SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. **Microeletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books*, 2000.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985.

BOYLESTAD, Robert; NASHELSKI, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 8. ed. São Paulo: *Pearson Education* do Brasil, 2004.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)**

LANDO, Roberto Antonio; ALVES, Serg Rios. **Amplificador operacional**. 6.ed. São Paulo: Érica, 1992.

MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1995. 2v.

MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos C. **Eletronica: dispositivos e circuitos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1981.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

LALOND, David E; ROSS, John A. **Princípios de dispositivos e circuitos eletrônicos**. São Paulo: Makron *Books*, 1999.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Laboratório de Engenharia Elétrica IV						Código: TE059	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turmas A e B Segundo semestre letivo do ano de 2011	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 30 CH semanal: 02	Padrão (PD): 0	Laboratório (LB): 30	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Atividades de laboratório relacionadas ao conhecimento de Engenharia Elétrica adquiridos pelo aluno nas disciplinas : Eletrônica Digital II, Amplificadores e Filtros Eletrônicos.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
São propostos os seguintes experimentos:							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Não idealidades dos amplificadores operacionais.</li> <li>2 Obtenção dos parâmetros dos amplificadores transistorizados (emissor comum, base comum, coletor comum).</li> <li>3 Configuração MOSFET Complementar (CMOS).</li> <li>4 Amplificador diferencial.</li> <li>5 Resposta em frequência do amplificador diferencial.</li> <li>6 Resposta em frequência de amplificadores transistorizados - configuração com emissor comum.</li> <li>7 Amplificador <i>Cascode</i>.</li> <li>8 Realimentação – modo série-paralelo.</li> <li>9 Realimentação – modo paralelo-paralelo.</li> <li>10 Integrador; filtro passa-baixos: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).</li> <li>11 Avaliação experimental sobre potência transferida à carga e sobre potência dissipada.</li> <li>12 Oscilador em ponte de Wien.</li> </ol>							

**13 Filtros passa-baixos e passa-altos de segunda ordem: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).**

**14 Filtro passa-faixa de segunda ordem.**

**15 Linhas de transmissão**

#### **OBJETIVO GERAL**

Espera-se que ao final desta matéria os estudantes e as estudantes sejam capazes de montar circuitos eletrônicos com relativa complexidade em laboratório e aplicar técnicas de medidas adequadas à obtenção de diversos parâmetros, utilizando equipamentos como multímetros e osciloscópios e comprovem em laboratório diferentes aspectos vistos em aulas teóricas de matérias que, em princípio, estão cursando mesmo período.

#### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Verificar não idealidades dos amplificadores operacionais.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores transistorizados com configuração emissor comum, base comum e coletor comum.

Obter a curva de transferência de um circuito MOS Complementar, bem como seus tempos de transição.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores diferenciais.

Realizar ensaios sobre resposta em frequência de amplificadores e de filtros e plotar adequadamente os resultados em diagramas de Bode.

Desenvolver a capacidade de análise crítica dos resultados obtidos na experimentação, comparando-os com resultados teóricos e com resultados obtidos via simulações numéricas.

Verificar o efeito da realimentação em circuitos amplificadores.

Estabelecer a correlação entre faixas de frequência em diagramas de Bode obtidos mediante experimentação e suas respectivas funções (integrador, filtro passa-baixos, filtro passa-altos, filtro passa-faixa, filtro rejeita-faixa).

Obter experimentalmente informações sobre a velocidade de propagação de uma onda eletromagnética em cabo coaxial, sobre o coeficiente de reflexão da onda nesse cabo e sobre o comportamento de ondas senoidais com algumas frequências específicas no cabo.

#### **PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS**

Trata-se de disciplina experimental, na qual o método principal é a realização de ensaios, envolvendo o desenvolvimento do senso crítico com relação aos resultados obtidos, com vistas à resolução de problemas. Os estudantes e as estudantes são também incentivados e incentivadas a buscar por si próprios/próprias explicações sobre os fenômenos observados. Durante as aulas, trabalham em grupos com até quatro membros, sob a supervisão do professor e contam com o auxílio de monitor ou monitora. Havendo necessidade, ensaios podem ser refeitos em horários alternativos, a fim de dirimir dúvidas sobre resultados obtidos ou refinar esses resultados.

#### **FORMAS DE AVALIAÇÃO**

Cada grupo apresenta dois relatórios completos ao longo do semestre, sobre dois dos ensaios realizados. A definição dos ensaios a serem relatados é feita em comum acordo com o professor e deseja-se que em tais documentos, além da descrição do experimento, das técnicas de medição aprendidas naquele ensaio e dos resultados experimentais obtidos, sejam apresentados também os resultados teóricos esperados, bem como resultados de simulações numéricas e que esses três conjuntos sejam cotejados, com argumentos sobre concordâncias entre eles ou sobre eventuais discrepâncias. Recomenda-se também que haja uma contextualização histórica e uma fundamentação teórica. 70% da média na disciplina advirá da avaliação desses relatórios. Constituirão os 30% restantes as avaliações de relatórios simplificados de outros experimentos realizados, avaliação esta feita em diálogo com o monitor ou a monitora da matéria.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)**

- SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. **Microeletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books*, 2000.
- HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985.
- BOYLESTAD, Robert; NASHELSKI, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 8. ed. São Paulo: *Pearson Education* do Brasil, 2004.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)**

- LANDO, Roberto Antonio; ALVES, Serg Rios. **Amplificador operacional**. 6.ed. São Paulo: Érica, 1992.
- MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1995. 2v.
- MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos C. **Eletronica: dispositivos e circuitos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1981.
- SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.
- LALOND, David E; ROSS, John A. **Princípios de dispositivos e circuitos eletrônicos**. São Paulo: Makron *Books*, 1999.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Laboratório de Engenharia Elétrica IV						Código: TE059	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turmas A e B Primeiro semestre letivo do ano de 2011	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 30 CH semanal: 02	Padrão (PD): 0	Laboratório (LB): 30	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Atividades de laboratório relacionadas ao conhecimento de Engenharia Elétrica adquiridos pelo aluno nas disciplinas : Eletrônica Digital II, Amplificadores e Filtros Eletrônicos.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
São propostos os seguintes experimentos:							
1 Não idealidades dos amplificadores operacionais.							
2 Obtenção dos parâmetros dos amplificadores transistorizados (emissor comum, base comum, coletor comum).							
3 Configuração MOSFET Complementar (CMOS).							
4 Amplificador diferencial.							
5 Resposta em frequência do amplificador diferencial.							
6 Resposta em frequência de amplificadores transistorizados - configuração com emissor comum.							
7 Amplificador <i>Cascode</i> .							
8 Realimentação – modo série-paralelo.							
9 Realimentação – modo paralelo-paralelo.							
10 Integrador; filtro passa-baixos: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).							
11 Avaliação experimental sobre potência transferida à carga e sobre potência dissipada.							
12 Oscilador em ponte de Wien.							

**13 Filtros passa-baixos e passa-altos de segunda ordem: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).**

**14 Filtro passa-faixa de segunda ordem.**

**15 Linhas de transmissão**

#### **OBJETIVO GERAL**

Espera-se que ao final desta matéria os estudantes e as estudantes sejam capazes de montar circuitos eletrônicos com relativa complexidade em laboratório e aplicar técnicas de medidas adequadas à obtenção de diversos parâmetros, utilizando equipamentos como multímetros e osciloscópios e comprovem em laboratório diferentes aspectos vistos em aulas teóricas de matérias que, em princípio, estão cursando mesmo período.

#### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Verificar não idealidades dos amplificadores operacionais.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores transistorizados com configuração emissor comum, base comum e coletor comum.

Obter a curva de transferência de um circuito MOS Complementar, bem como seus tempos de transição.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores diferenciais.

Realizar ensaios sobre resposta em frequência de amplificadores e de filtros e plotar adequadamente os resultados em diagramas de Bode.

Desenvolver a capacidade de análise crítica dos resultados obtidos na experimentação, comparando-os com resultados teóricos e com resultados obtidos via simulações numéricas.

Verificar o efeito da realimentação em circuitos amplificadores.

Estabelecer a correlação entre faixas de frequência em diagramas de Bode obtidos mediante experimentação e suas respectivas funções (integrador, filtro passa-baixos, filtro passa-altos, filtro passa-faixa, filtro rejeita-faixa).

Obter experimentalmente informações sobre a velocidade de propagação de uma onda eletromagnética em cabo coaxial, sobre o coeficiente de reflexão da onda nesse cabo e sobre o comportamento de ondas senoidais com algumas frequências específicas no cabo.

#### **PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS**

Trata-se de disciplina experimental, na qual o método principal é a realização de ensaios, envolvendo o desenvolvimento do senso crítico com relação aos resultados obtidos, com vistas à resolução de problemas. Os estudantes e as estudantes são também incentivados e incentivadas a buscar por si próprios/próprias explicações sobre os fenômenos observados. Durante as aulas, trabalham em grupos com até quatro membros, sob a supervisão do professor e contam com o auxílio de monitor ou monitora. Havendo necessidade, ensaios podem ser refeitos em horários alternativos, a fim de dirimir dúvidas sobre resultados obtidos ou refinar esses resultados.

#### **FORMAS DE AVALIAÇÃO**

Cada grupo apresenta dois relatórios completos ao longo do semestre, sobre dois dos ensaios realizados. A definição dos ensaios a serem relatados é feita em comum acordo com o professor e deseja-se que em tais documentos, além da descrição do experimento, das técnicas de medição aprendidas naquele ensaio e dos resultados experimentais obtidos, sejam apresentados também os resultados teóricos esperados, bem como resultados de simulações numéricas e que esses três conjuntos sejam cotejados, com argumentos sobre concordâncias entre eles ou sobre eventuais discrepâncias. Recomenda-se também que haja uma contextualização histórica e uma fundamentação teórica. 70% da média na disciplina advirá da avaliação desses relatórios. Constituirão os 30% restantes as avaliações de relatórios simplificados de outros experimentos realizados, avaliação esta feita em diálogo com o monitor ou a monitora da matéria.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)**

- SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. **Microeletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books*, 2000.
- HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985.
- BOYLESTAD, Robert; NASHELSKI, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 8. ed. São Paulo: *Pearson Education* do Brasil, 2004.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)**

- LANDO, Roberto Antonio; ALVES, Serg Rios. **Amplificador operacional**. 6.ed. São Paulo: Érica, 1992.
- MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1995. 2v.
- MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos C. **Eletronica: dispositivos e circuitos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1981.
- SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.
- LALOND, David E; ROSS, John A. **Princípios de dispositivos e circuitos eletrônicos**. São Paulo: Makron *Books*, 1999.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Laboratório de Engenharia Elétrica IV						Código: TE059	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turmas A e B Segundo semestre letivo do ano de 2010	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 30 CH semanal: 02	Padrão (PD): 0	Laboratório (LB): 30	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Atividades de laboratório relacionadas ao conhecimento de Engenharia Elétrica adquiridos pelo aluno nas disciplinas : Eletrônica Digital II, Amplificadores e Filtros Eletrônicos.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
São propostos os seguintes experimentos:							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Não idealidades dos amplificadores operacionais.</li> <li>2 Obtenção dos parâmetros dos amplificadores transistorizados (emissor comum, base comum, coletor comum).</li> <li>3 Configuração MOSFET Complementar (CMOS).</li> <li>4 Amplificador diferencial.</li> <li>5 Resposta em frequência do amplificador diferencial.</li> <li>6 Resposta em frequência de amplificadores transistorizados - configuração com emissor comum.</li> <li>7 Amplificador <i>Cascode</i>.</li> <li>8 Realimentação – modo série-paralelo.</li> <li>9 Realimentação – modo paralelo-paralelo.</li> <li>10 Integrador; filtro passa-baixos: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).</li> <li>11 Avaliação experimental sobre potência transferida à carga e sobre potência dissipada.</li> <li>12 Oscilador em ponte de Wien.</li> </ol>							

**13 Filtros passa-baixos e passa-altos de segunda ordem: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).**

**14 Filtro passa-faixa de segunda ordem.**

**15 Linhas de transmissão**

#### **OBJETIVO GERAL**

Espera-se que ao final desta matéria os estudantes e as estudantes sejam capazes de montar circuitos eletrônicos com relativa complexidade em laboratório e aplicar técnicas de medidas adequadas à obtenção de diversos parâmetros, utilizando equipamentos como multímetros e osciloscópios e comprovem em laboratório diferentes aspectos vistos em aulas teóricas de matérias que, em princípio, estão cursando mesmo período.

#### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Verificar não idealidades dos amplificadores operacionais.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores transistorizados com configuração emissor comum, base comum e coletor comum.

Obter a curva de transferência de um circuito MOS Complementar, bem como seus tempos de transição.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores diferenciais.

Realizar ensaios sobre resposta em frequência de amplificadores e de filtros e plotar adequadamente os resultados em diagramas de Bode.

Desenvolver a capacidade de análise crítica dos resultados obtidos na experimentação, comparando-os com resultados teóricos e com resultados obtidos via simulações numéricas.

Verificar o efeito da realimentação em circuitos amplificadores.

Estabelecer a correlação entre faixas de frequência em diagramas de Bode obtidos mediante experimentação e suas respectivas funções (integrador, filtro passa-baixos, filtro passa-altos, filtro passa-faixa, filtro rejeita-faixa).

Obter experimentalmente informações sobre a velocidade de propagação de uma onda eletromagnética em cabo coaxial, sobre o coeficiente de reflexão da onda nesse cabo e sobre o comportamento de ondas senoidais com algumas frequências específicas no cabo.

#### **PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS**

Trata-se de disciplina experimental, na qual o método principal é a realização de ensaios, envolvendo o desenvolvimento do senso crítico com relação aos resultados obtidos, com vistas à resolução de problemas. Os estudantes e as estudantes são também incentivados e incentivadas a buscar por si próprios/próprias explicações sobre os fenômenos observados. Durante as aulas, trabalham em grupos com até quatro membros, sob a supervisão do professor e contam com o auxílio de monitor ou monitora. Havendo necessidade, ensaios podem ser refeitos em horários alternativos, a fim de dirimir dúvidas sobre resultados obtidos ou refinar esses resultados.

#### **FORMAS DE AVALIAÇÃO**

Cada grupo apresenta dois relatórios completos ao longo do semestre, sobre dois dos ensaios realizados. A definição dos ensaios a serem relatados é feita em comum acordo com o professor e deseja-se que em tais documentos, além da descrição do experimento, das técnicas de medição aprendidas naquele ensaio e dos resultados experimentais obtidos, sejam apresentados também os resultados teóricos esperados, bem como resultados de simulações numéricas e que esses três conjuntos sejam cotejados, com argumentos sobre concordâncias entre eles ou sobre eventuais discrepâncias. Recomenda-se também que haja uma contextualização histórica e uma fundamentação teórica. 70% da média na disciplina advirá da avaliação desses relatórios. Constituirão os 30% restantes as avaliações de relatórios simplificados de outros experimentos realizados, avaliação esta feita em diálogo com o monitor ou a monitora da matéria.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)**

SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. **Microeletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books*, 2000.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985.

BOYLESTAD, Robert; NASHELSKI, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 8. ed. São Paulo: *Pearson Education* do Brasil, 2004.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)**

LANDO, Roberto Antonio; ALVES, Serg Rios. **Amplificador operacional**. 6.ed. São Paulo: Érica, 1992.

MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1995. 2v.

MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos C. **Eletronica: dispositivos e circuitos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1981.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

LALOND, David E; ROSS, John A. **Princípios de dispositivos e circuitos eletrônicos**. São Paulo: Makron *Books*, 1999.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Laboratório de Engenharia Elétrica IV						Código: TE059	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turmas A e B Primeiro semestre letivo do ano de 2010	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 30 CH semanal: 02	Padrão (PD): 0	Laboratório (LB): 30	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Atividades de laboratório relacionadas ao conhecimento de Engenharia Elétrica adquiridos pelo aluno nas disciplinas : Eletrônica Digital II, Amplificadores e Filtros Eletrônicos.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
São propostos os seguintes experimentos:							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Não idealidades dos amplificadores operacionais.</li> <li>2 Obtenção dos parâmetros dos amplificadores transistorizados (emissor comum, base comum, coletor comum).</li> <li>3 Configuração MOSFET Complementar (CMOS).</li> <li>4 Amplificador diferencial.</li> <li>5 Resposta em frequência do amplificador diferencial.</li> <li>6 Resposta em frequência de amplificadores transistorizados - configuração com emissor comum.</li> <li>7 Amplificador <i>Cascode</i>.</li> <li>8 Realimentação – modo série-paralelo.</li> <li>9 Realimentação – modo paralelo-paralelo.</li> <li>10 Integrador; filtro passa-baixos: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).</li> <li>11 Avaliação experimental sobre potência transferida à carga e sobre potência dissipada.</li> <li>12 Oscilador em ponte de Wien.</li> </ol>							

**13 Filtros passa-baixos e passa-altos de segunda ordem: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).**

**14 Filtro passa-faixa de segunda ordem.**

**15 Linhas de transmissão**

#### **OBJETIVO GERAL**

Espera-se que ao final desta matéria os estudantes e as estudantes sejam capazes de montar circuitos eletrônicos com relativa complexidade em laboratório e aplicar técnicas de medidas adequadas à obtenção de diversos parâmetros, utilizando equipamentos como multímetros e osciloscópios e comprovem em laboratório diferentes aspectos vistos em aulas teóricas de matérias que, em princípio, estão cursando mesmo período.

#### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Verificar não idealidades dos amplificadores operacionais.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores transistorizados com configuração emissor comum, base comum e coletor comum.

Obter a curva de transferência de um circuito MOS Complementar, bem como seus tempos de transição.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores diferenciais.

Realizar ensaios sobre resposta em frequência de amplificadores e de filtros e plotar adequadamente os resultados em diagramas de Bode.

Desenvolver a capacidade de análise crítica dos resultados obtidos na experimentação, comparando-os com resultados teóricos e com resultados obtidos via simulações numéricas.

Verificar o efeito da realimentação em circuitos amplificadores.

Estabelecer a correlação entre faixas de frequência em diagramas de Bode obtidos mediante experimentação e suas respectivas funções (integrador, filtro passa-baixos, filtro passa-altos, filtro passa-faixa, filtro rejeita-faixa).

Obter experimentalmente informações sobre a velocidade de propagação de uma onda eletromagnética em cabo coaxial, sobre o coeficiente de reflexão da onda nesse cabo e sobre o comportamento de ondas senoidais com algumas frequências específicas no cabo.

#### **PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS**

Trata-se de disciplina experimental, na qual o método principal é a realização de ensaios, envolvendo o desenvolvimento do senso crítico com relação aos resultados obtidos, com vistas à resolução de problemas. Os estudantes e as estudantes são também incentivados e incentivadas a buscar por si próprios/próprias explicações sobre os fenômenos observados. Durante as aulas, trabalham em grupos com até quatro membros, sob a supervisão do professor e contam com o auxílio de monitor ou monitora. Havendo necessidade, ensaios podem ser refeitos em horários alternativos, a fim de dirimir dúvidas sobre resultados obtidos ou refinar esses resultados.

#### **FORMAS DE AVALIAÇÃO**

Cada grupo apresenta dois relatórios completos ao longo do semestre, sobre dois dos ensaios realizados. A definição dos ensaios a serem relatados é feita em comum acordo com o professor e deseja-se que em tais documentos, além da descrição do experimento, das técnicas de medição aprendidas naquele ensaio e dos resultados experimentais obtidos, sejam apresentados também os resultados teóricos esperados, bem como resultados de simulações numéricas e que esses três conjuntos sejam cotejados, com argumentos sobre concordâncias entre eles ou sobre eventuais discrepâncias. Recomenda-se também que haja uma contextualização histórica e uma fundamentação teórica. 70% da média na disciplina advirá da avaliação desses relatórios. Constituirão os 30% restantes as avaliações de relatórios simplificados de outros experimentos realizados, avaliação esta feita em diálogo com o monitor ou a monitora da matéria.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)**

SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. **Microeletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books*, 2000.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985.

BOYLESTAD, Robert; NASHELSKI, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 8. ed. São Paulo: *Pearson Education* do Brasil, 2004.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)**

LANDO, Roberto Antonio; ALVES, Serg Rios. **Amplificador operacional**. 6.ed. São Paulo: Érica, 1992.

MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1995. 2v.

MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos C. **Eletronica: dispositivos e circuitos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1981.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

LALOND, David E; ROSS, John A. **Princípios de dispositivos e circuitos eletrônicos**. São Paulo: Makron *Books*, 1999.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Laboratório de Engenharia Elétrica IV						Código: TE059	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turmas A e B Segundo semestre letivo do ano de 2009	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 30 CH semanal: 02	Padrão (PD): 0	Laboratório (LB): 30	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Atividades de laboratório relacionadas ao conhecimento de Engenharia Elétrica adquiridos pelo aluno nas disciplinas : Eletrônica Digital II, Amplificadores e Filtros Eletrônicos.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
São propostos os seguintes experimentos:							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Não idealidades dos amplificadores operacionais.</li> <li>2 Obtenção dos parâmetros dos amplificadores transistorizados (emissor comum, base comum, coletor comum).</li> <li>3 Configuração MOSFET Complementar (CMOS).</li> <li>4 Amplificador diferencial.</li> <li>5 Resposta em frequência do amplificador diferencial.</li> <li>6 Resposta em frequência de amplificadores transistorizados - configuração com emissor comum.</li> <li>7 Amplificador <i>Cascode</i>.</li> <li>8 Realimentação – modo série-paralelo.</li> <li>9 Realimentação – modo paralelo-paralelo.</li> <li>10 Integrador; filtro passa-baixos: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).</li> <li>11 Avaliação experimental sobre potência transferida à carga e sobre potência dissipada.</li> <li>12 Oscilador em ponte de Wien.</li> </ol>							

**13 Filtros passa-baixos e passa-altos de segunda ordem: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).**

**14 Filtro passa-faixa de segunda ordem.**

**15 Linhas de transmissão**

#### **OBJETIVO GERAL**

Espera-se que ao final desta matéria os estudantes e as estudantes sejam capazes de montar circuitos eletrônicos com relativa complexidade em laboratório e aplicar técnicas de medidas adequadas à obtenção de diversos parâmetros, utilizando equipamentos como multímetros e osciloscópios e comprovem em laboratório diferentes aspectos vistos em aulas teóricas de matérias que, em princípio, estão cursando mesmo período.

#### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Verificar não idealidades dos amplificadores operacionais.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores transistorizados com configuração emissor comum, base comum e coletor comum.

Obter a curva de transferência de um circuito MOS Complementar, bem como seus tempos de transição.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores diferenciais.

Realizar ensaios sobre resposta em frequência de amplificadores e de filtros e plotar adequadamente os resultados em diagramas de Bode.

Desenvolver a capacidade de análise crítica dos resultados obtidos na experimentação, comparando-os com resultados teóricos e com resultados obtidos via simulações numéricas.

Verificar o efeito da realimentação em circuitos amplificadores.

Estabelecer a correlação entre faixas de frequência em diagramas de Bode obtidos mediante experimentação e suas respectivas funções (integrador, filtro passa-baixos, filtro passa-altos, filtro passa-faixa, filtro rejeita-faixa).

Obter experimentalmente informações sobre a velocidade de propagação de uma onda eletromagnética em cabo coaxial, sobre o coeficiente de reflexão da onda nesse cabo e sobre o comportamento de ondas senoidais com algumas frequências específicas no cabo.

#### **PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS**

Trata-se de disciplina experimental, na qual o método principal é a realização de ensaios, envolvendo o desenvolvimento do senso crítico com relação aos resultados obtidos, com vistas à resolução de problemas. Os estudantes e as estudantes são também incentivados e incentivadas a buscar por si próprios/próprias explicações sobre os fenômenos observados. Durante as aulas, trabalham em grupos com até quatro membros, sob a supervisão do professor e contam com o auxílio de monitor ou monitora. Havendo necessidade, ensaios podem ser refeitos em horários alternativos, a fim de dirimir dúvidas sobre resultados obtidos ou refinar esses resultados.

#### **FORMAS DE AVALIAÇÃO**

Cada grupo apresenta dois relatórios completos ao longo do semestre, sobre dois dos ensaios realizados. A definição dos ensaios a serem relatados é feita em comum acordo com o professor e deseja-se que em tais documentos, além da descrição do experimento, das técnicas de medição aprendidas naquele ensaio e dos resultados experimentais obtidos, sejam apresentados também os resultados teóricos esperados, bem como resultados de simulações numéricas e que esses três conjuntos sejam cotejados, com argumentos sobre concordâncias entre eles ou sobre eventuais discrepâncias. Recomenda-se também que haja uma contextualização histórica e uma fundamentação teórica. 70% da média na disciplina advirá da avaliação desses relatórios. Constituirão os 30% restantes as avaliações de relatórios simplificados de outros experimentos realizados, avaliação esta feita em diálogo com o monitor ou a monitora da matéria.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)**

SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. **Microeletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books*, 2000.

HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985.

BOYLESTAD, Robert; NASHELSKI, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 8. ed. São Paulo: *Pearson Education* do Brasil, 2004.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)**

LANDO, Roberto Antonio; ALVES, Serg Rios. **Amplificador operacional**. 6.ed. São Paulo: Érica, 1992.

MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1995. 2v.

MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos C. **Eletronica: dispositivos e circuitos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1981.

SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.

LALOND, David E; ROSS, John A. **Princípios de dispositivos e circuitos eletrônicos**. São Paulo: Makron *Books*, 1999.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Laboratório de Engenharia Elétrica IV						Código: TE059	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turmas A e B Primeiro semestre letivo do ano de 2009	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 30 CH semanal: 02	Padrão (PD): 0	Laboratório (LB): 30	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Atividades de laboratório relacionadas ao conhecimento de Engenharia Elétrica adquiridos pelo aluno nas disciplinas : Eletrônica Digital II, Amplificadores e Filtros Eletrônicos.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
São propostos os seguintes experimentos:							
1 Não idealidades dos amplificadores operacionais.							
2 Obtenção dos parâmetros dos amplificadores transistorizados (emissor comum, base comum, coletor comum).							
3 Configuração MOSFET Complementar (CMOS).							
4 Amplificador diferencial.							
5 Resposta em frequência do amplificador diferencial.							
6 Resposta em frequência de amplificadores transistorizados - configuração com emissor comum.							
7 Amplificador <i>Cascode</i> .							
8 Realimentação – modo série-paralelo.							
9 Realimentação – modo paralelo-paralelo.							
10 Integrador; filtro passa-baixos: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).							
11 Avaliação experimental sobre potência transferida à carga e sobre potência dissipada.							
12 Oscilador em ponte de Wien.							

**13 Filtros passa-baixos e passa-altos de segunda ordem: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).**

**14 Filtro passa-faixa de segunda ordem.**

**15 Linhas de transmissão**

#### **OBJETIVO GERAL**

Espera-se que ao final desta matéria os estudantes e as estudantes sejam capazes de montar circuitos eletrônicos com relativa complexidade em laboratório e aplicar técnicas de medidas adequadas à obtenção de diversos parâmetros, utilizando equipamentos como multímetros e osciloscópios e comprovem em laboratório diferentes aspectos vistos em aulas teóricas de matérias que, em princípio, estão cursando mesmo período.

#### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Verificar não idealidades dos amplificadores operacionais.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores transistorizados com configuração emissor comum, base comum e coletor comum.

Obter a curva de transferência de um circuito MOS Complementar, bem como seus tempos de transição.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores diferenciais.

Realizar ensaios sobre resposta em frequência de amplificadores e de filtros e plotar adequadamente os resultados em diagramas de Bode.

Desenvolver a capacidade de análise crítica dos resultados obtidos na experimentação, comparando-os com resultados teóricos e com resultados obtidos via simulações numéricas.

Verificar o efeito da realimentação em circuitos amplificadores.

Estabelecer a correlação entre faixas de frequência em diagramas de Bode obtidos mediante experimentação e suas respectivas funções (integrador, filtro passa-baixos, filtro passa-altos, filtro passa-faixa, filtro rejeita-faixa).

Obter experimentalmente informações sobre a velocidade de propagação de uma onda eletromagnética em cabo coaxial, sobre o coeficiente de reflexão da onda nesse cabo e sobre o comportamento de ondas senoidais com algumas frequências específicas no cabo.

#### **PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS**

Trata-se de disciplina experimental, na qual o método principal é a realização de ensaios, envolvendo o desenvolvimento do senso crítico com relação aos resultados obtidos, com vistas à resolução de problemas. Os estudantes e as estudantes são também incentivados e incentivadas a buscar por si próprios/próprias explicações sobre os fenômenos observados. Durante as aulas, trabalham em grupos com até quatro membros, sob a supervisão do professor. Havendo necessidade, ensaios podem ser refeitos em horários alternativos, a fim de dirimir dúvidas sobre resultados obtidos ou refinar esses resultados.

#### **FORMAS DE AVALIAÇÃO**

Cada grupo apresenta dois relatórios completos ao longo do semestre, sobre dois dos ensaios realizados. A definição dos ensaios a serem relatados é feita em comum acordo com o professor e deseja-se que em tais documentos, além da descrição do experimento, das técnicas de medição aprendidas naquele ensaio e dos resultados experimentais obtidos, sejam apresentados também os resultados teóricos esperados, bem como resultados de simulações numéricas e que esses três conjuntos sejam cotejados, com argumentos sobre concordâncias entre eles ou sobre eventuais discrepâncias. Recomenda-se também que haja uma contextualização histórica e uma fundamentação teórica. 70% da média na disciplina advirá da avaliação desses relatórios. Constituirão os 30% restantes as avaliações de relatórios simplificados de outros experimentos realizados.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)**

- SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. **Microeletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books*, 2000.
- HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985.
- BOYLESTAD, Robert; NASHELSKI, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 8. ed. São Paulo: *Pearson Education* do Brasil, 2004.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)**

- LANDO, Roberto Antonio; ALVES, Serg Rios. **Amplificador operacional**. 6.ed. São Paulo: Érica, 1992.
- MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1995. 2v.
- MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos C. **Eletronica: dispositivos e circuitos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1981.
- SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.
- LALOND, David E; ROSS, John A. **Princípios de dispositivos e circuitos eletrônicos**. São Paulo: Makron *Books*, 1999.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Laboratório de Engenharia Elétrica IV						Código: TE059	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turmas A e B Segundo semestre letivo do ano de 2008	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 30 CH semanal: 02	Padrão (PD): 0	Laboratório (LB): 30	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Atividades de laboratório relacionadas ao conhecimento de Engenharia Elétrica adquiridos pelo aluno nas disciplinas : Eletrônica Digital II, Amplificadores e Filtros Eletrônicos.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
São propostos os seguintes experimentos:							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Não idealidades dos amplificadores operacionais.</li> <li>2 Obtenção dos parâmetros dos amplificadores transistorizados (emissor comum, base comum, coletor comum).</li> <li>3 Configuração MOSFET Complementar (CMOS).</li> <li>4 Amplificador diferencial.</li> <li>5 Resposta em frequência do amplificador diferencial.</li> <li>6 Resposta em frequência de amplificadores transistorizados - configuração com emissor comum.</li> <li>7 Amplificador <i>Cascode</i>.</li> <li>8 Realimentação – modo série-paralelo.</li> <li>9 Realimentação – modo paralelo-paralelo.</li> <li>10 Integrador; filtro passa-baixos: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).</li> <li>11 Avaliação experimental sobre potência transferida à carga e sobre potência dissipada.</li> <li>12 Oscilador em ponte de Wien.</li> </ol>							

**13 Filtros passa-baixos e passa-altos de segunda ordem: obtenção da resposta em frequência (ganho e fase).**

**14 Filtro passa-faixa de segunda ordem.**

**15 Linhas de transmissão**

#### **OBJETIVO GERAL**

Espera-se que ao final desta matéria os estudantes e as estudantes sejam capazes de montar circuitos eletrônicos com relativa complexidade em laboratório e aplicar técnicas de medidas adequadas à obtenção de diversos parâmetros, utilizando equipamentos como multímetros e osciloscópios e comprovem em laboratório diferentes aspectos vistos em aulas teóricas de matérias que, em princípio, estão cursando mesmo período.

#### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Verificar não idealidades dos amplificadores operacionais.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores transistorizados com configuração emissor comum, base comum e coletor comum.

Obter a curva de transferência de um circuito MOS Complementar, bem como seus tempos de transição.

Obter experimentalmente os parâmetros de amplificadores diferenciais.

Realizar ensaios sobre resposta em frequência de amplificadores e de filtros e plotar adequadamente os resultados em diagramas de Bode.

Desenvolver a capacidade de análise crítica dos resultados obtidos na experimentação, comparando-os com resultados teóricos e com resultados obtidos via simulações numéricas.

Verificar o efeito da realimentação em circuitos amplificadores.

Estabelecer a correlação entre faixas de frequência em diagramas de Bode obtidos mediante experimentação e suas respectivas funções (integrador, filtro passa-baixos, filtro passa-altos, filtro passa-faixa, filtro rejeita-faixa).

Obter experimentalmente informações sobre a velocidade de propagação de uma onda eletromagnética em cabo coaxial, sobre o coeficiente de reflexão da onda nesse cabo e sobre o comportamento de ondas senoidais com algumas frequências específicas no cabo.

#### **PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS**

Trata-se de disciplina experimental, na qual o método principal é a realização de ensaios, envolvendo o desenvolvimento do senso crítico com relação aos resultados obtidos, com vistas à resolução de problemas. Os estudantes e as estudantes são também incentivados e incentivadas a buscar por si próprios/próprias explicações sobre os fenômenos observados. Durante as aulas, trabalham em grupos com até quatro membros, sob a supervisão do professor. Havendo necessidade, ensaios podem ser refeitos em horários alternativos, a fim de dirimir dúvidas sobre resultados obtidos ou refinar esses resultados.

#### **FORMAS DE AVALIAÇÃO**

Cada grupo apresenta um relatório sobre cada ensaio, na semana subsequente à realização do mesmo. Deseja-se que em tais relatórios, além da descrição do experimento, das técnicas de medição aprendidas naquele ensaio e dos resultados experimentais obtidos, sejam apresentados também os resultados teóricos esperados, bem como resultados de simulações numéricas e que esses três conjuntos sejam cotejados, com argumentos sobre concordâncias entre eles ou sobre eventuais discrepâncias. Recomenda-se também que haja uma contextualização histórica e uma fundamentação teórica. A nota na matéria é dada pela média das notas dos relatórios.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)**

- SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. **Microeletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books*, 2000.
- HAYT JR., William H. **Eletromagnetismo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985.
- BOYLESTAD, Robert; NASHELSKI, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 8. ed. São Paulo: *Pearson Education* do Brasil, 2004.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)**

- LANDO, Roberto Antonio; ALVES, Serg Rios. **Amplificador operacional**. 6.ed. São Paulo: Érica, 1992.
- MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron *Books* do Brasil, 1995. 2v.
- MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos C. **Eletronica: dispositivos e circuitos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1981.
- SADIKU, Matthew N.O. **Elementos de eletromagnetismo**. 3.ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2004.
- LALOND, David E; ROSS, John A. **Princípios de dispositivos e circuitos eletrônicos**. São Paulo: Makron *Books*, 1999.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Fundamentos para Análise de Circuitos Elétricos						Código: TE210	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Primeiro semestre letivo do ano de 2017	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Steinmetz e a introdução dos números complexos na análise de circuitos em corrente alternada. Números complexos. Noções de topologia no plano complexo. Funções complexas: limite, continuidade, derivação, funções harmônicas. Zeros de função analítica. Aplicações na área de Engenharia Elétrica.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Números complexos e o plano complexo.</b> Os conjuntos dos números como resultado de um desenvolvimento sócio-histórico. Números “naturais”, “inteiros”, “racionais”, “irracionais”, “reais” e “complexos”. Números complexos e suas propriedades. Operações básicas: adição, subtração, multiplicação, divisão. Notações utilizadas – notação específica usada em análise de circuitos elétricos. O plano complexo. Representação de pontos no plano complexo. Forma retangular, forma polar, módulo, argumento, argumento principal. Complexo conjugado. Igualdade, desigualdade, limitante inferior, limitante superior. Disco, vizinhança, vizinhança deletada, conjunto aberto, conjunto conexo, domínio, conjunto limitado, conjunto ilimitado. Fórmula de De Moivre. Séries de Taylor das funções seno e cosseno, Fórmula de Euler e a representação exponencial de números complexos. Potências. Raízes – as <math>n</math> raízes da unidade.</li> <li>- <b>Funções de variáveis complexas.</b> Funções reais de variáveis reais, funções de valores reais de variáveis complexas, funções de valores complexos de variáveis reais, funções de valores complexos de variáveis complexas. Parte real e parte imaginária de uma função. Transformações ou mapeamentos. Curvas paramétricas. Transformações lineares: translação, rotação, dilatação. Composições de transformações lineares. Superfícies de Riemann. Funções potências.</li> <li>- <b>Limites e continuidade.</b> Condições para existência de limite em um ponto. Prova épsilon-delta de um limite. Propriedades dos limites complexos. Continuidade de uma função complexa. Propriedades das funções complexas contínuas.</li> <li>- <b>Funções analíticas.</b> Diferenciabilidade. Regras de diferenciação. Analiticidade de uma função complexa em um ponto. Regra de L'Hôpital. Equações de Cauchy-Riemann. Funções harmônicas.</li> </ul>							

- **Integração no plano complexo.**

Integral complexa. Propriedades das integrais complexas. Integral de contorno.

- **Resíduos.**

Definição de resíduo. Expansão em frações parciais: função com polos reais distintos, função com polos complexos conjugados, função com polos múltiplos.

- **Aplicações da análise complexa na Engenharia Elétrica.**

Resolução de equações diferenciais – caso específico: análise de circuitos elétricos com alimentação em corrente alternada e a contribuição de Steinmetz. Fasores. Análise do comportamento de circuitos elétricos em regime transitório e em regime permanente.

Transformada de Laplace: uma abordagem qualitativa. A variável complexa  $s = \sigma + j\omega$ . Funções de transferência  $H(s)$ . Polos e zeros. Visualização tridimensional de módulos de funções de transferência.  $H(j\omega)$  como resposta em regime permanente a entradas do tipo senoidal; gráficos de módulo e de fase no domínio da frequência; uso de escala logarítmica (mono-log) e introdução aos diagramas de Bode. Uso de aplicativo computacional de distribuição livre em laboratório para visualização de funções de transferência e identificação de características dos sistemas (sistema estável, instável, fisicamente irrealizável) e de respostas do sistema (resposta amortecida, oscilatória amortecida, oscilatória sem amortecimento).

**OBJETIVO GERAL**

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de operar com números complexos e adquiram independência no uso dos conceitos de limite, derivada, analiticidade e integração visando discutir e analisar criticamente as operações com grandezas complexas e as funções de variáveis complexas necessárias na resolução de problemas oriundos da modelagem e/ou do projeto de sistemas físicos.

**OBJETIVO ESPECÍFICO**

Identificar o campo de aplicação dos números complexos e das funções de variáveis complexas.

Desenvolver a destreza em operações com números complexos.

Compreender o sistema de representação no plano complexo, utilizando corretamente os termos associados a essa representação.

Aplicar a Fórmula de De Moivre e a Fórmula de Euler, desenvolvendo a habilidade de utilizar diferentes representações para um dado número complexo.

Efetuar transformações em funções complexas, habituando-se a visualizar os efeitos dessas transformações.

Analisar transformações lineares em funções complexas e representá-las como composições de transformações simples.

Calcular limites de funções complexas e identificar situações de inexistência de limite.

Discutir sobre continuidade, diferenciabilidade e analiticidade de funções complexas.

Determinar derivadas e integrais de funções complexas.

Calcular os resíduos nos polos de uma função complexa; desenvolver destreza na expansão em frações parciais.

Identificar as maneiras de empregar variáveis complexas na análise de circuitos elétricos em regime permanente senoidal e

Compreender as bases físicas e matemáticas para a representação dos diversos componentes passivos de circuitos elétricos alimentados com corrente alternada e para a representação fasorial de tensões e de correntes. Aplicar esse conhecimento para determinar as respostas de circuitos elétricos em regime transitório e em regime permanente.

Realizar a expansão em frações parciais de funções racionais complexas.

Estabelecer, de forma qualitativa, a correlação entre a localização de polos de funções de transferência e o comportamento dos sistemas por elas representados.

### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também serão resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. Serão utilizados os seguintes recursos: quadro branco, microcomputador, projetor multimídia e aplicativo computacional de distribuição livre.

### FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas três avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa.

Avaliações escritas:

**A1)** Data: 30 mar. 2017. Tópicos centrais: a) *Números complexos* – operações básicas: soma, subtração, multiplicação, divisão, potências e raízes; complexo conjugado; igualdade de números complexos; Fórmula de De Moivre; b) *Plano complexo* – desigualdades, conjuntos abertos/fechados, limitados/ilimitados, conexos/não conexos; limitante inferior, limitante superior; c) *Resolução de equações diferenciais utilizando funções complexas*. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**A2)** Data: 25 maio 2017. Tópicos centrais: a) *Curvas paramétricas e transformações*; b) *Transformações lineares e composições*; c) *Cálculo de limites, prova épsilon-delta e continuidade de funções*; d) *Derivação*. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**A3)** Data: 22 jun. 2017. Tópicos centrais: a) *Analiticidade e Equações de Cauchy-Riemann*; b) *Integração*; c) *Obtenção da resposta completa de um circuito com alimentação por corrente alternada*; d) *Fasores*; e) *Expansão em frações parciais*. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 06 jul. 2017. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores.. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

Cálculo das médias: Dentre as avaliações *A1*, *A2* e *A3*, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada *MP*. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota *TE*. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,75 \cdot MP + 0,25 \cdot TE$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

CHURCHILL, Ruel Vance. **Variáveis complexas e suas aplicações**. São Paulo: USP: McGraw-Hill, 1975. 276p., il.

SPIEGEL, Murray R. **Variáveis complexas com uma introdução às transformações conformes e suas aplicações**: resumo da teoria, 379 problemas resolvidos, 973 problemas propostos. São Paulo; Brasília: McGraw-Hill do Brasil: INL, 1973. 468 p., il. (Coleção Schaum).

SOARES, Marcio G. **Cálculo em uma variável complexa**. 5. ed. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), 2012. (Coleção Matemática Universitária.)

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

ZILL, Dennis G.; SHANAHAN, Patrick D. **Curso introdutório à análise complexa com aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos (LTC), 2011.

HAUSER, Arthur A. **Variáveis complexas com aplicações à física**: teoria e resolução de 760 problemas. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1972. 414 p., il. (Coleção Técnica.)

HÖNIG, Chaim Samuel. **Introdução às funções de uma variável complexa**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1981.

CHARRIS, Jairo; CASTRO, Rodrigo de; VARELA, Januario. **Fundamentos del análisis complejo de una variable**. Santa Fe de Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2000. (Colección Julio Carrizosa Valenzuela, 8.)

KAUFMANN, Arnold; DOURIAUX, Roger. **Les fonctions de la variable complexe**: théorie et applications au niveau de l'ingénieur. Paris: Eyrolles; Gauthier-Villars, 1962.

McMAHON, David. **Variáveis complexas desmistificadas**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.

COLWELL, Peter; MATHEWS, Jerold C. **Introdução às variáveis complexas**. São Paulo: Edgard Blücher; Universidade de São Paulo, 1976.

ORSINI, Luiz de Queiroz. **Curso de circuitos elétricos**. São Paulo: Edgard Blücher, 1994. v. 2., cap. 15.

FITZGERALD, A.E.; HIGGINBOTHAM, David E.; GRABEL, Arvin. **Engenharia elétrica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1981. p. 157-162 e Apêndice A.

ALBUQUERQUE, Rômulo Oliveira. **Análise de circuitos em corrente alternada**. 5. ed. São Paulo: Érica, 1994.

DESOER, Charles A; KUH, Ernest S. **Teoria básica de circuitos**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1979.

HAYT, William Hart; KEMMERLY, Jack Ellsworth. **Análise de circuitos em engenharia**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Cap. 9.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

*\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.*

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Fundamentos para Análise de Circuitos Elétricos						Código: TE210	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turma: A Primeiro semestre letivo do ano de 2016	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Steinmetz e a introdução dos números complexos na análise de circuitos em corrente alternada. Números complexos. Noções de topologia no plano complexo. Funções complexas: limite, continuidade, derivação, funções harmônicas. Zeros de função analítica. Aplicações na área de Engenharia Elétrica.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Números complexos e o plano complexo.</b> Os conjuntos dos números como resultado de um desenvolvimento sócio-histórico. Números “naturais”, “inteiros”, “racionais”, “irracionais”, “reais” e “complexos”. Números complexos e suas propriedades. Operações básicas: adição, subtração, multiplicação, divisão. Notações utilizadas – notação específica usada em análise de circuitos elétricos. O plano complexo. Representação de pontos no plano complexo. Forma retangular, forma polar, módulo, argumento, argumento principal. Complexo conjugado. Igualdade, desigualdade, limitante inferior, limitante superior. Disco, vizinhança, vizinhança deletada, conjunto aberto, conjunto conexo, domínio, conjunto limitado, conjunto ilimitado. Fórmula de De Moivre. Séries de Taylor das funções seno e cosseno, Fórmula de Euler e a representação exponencial de números complexos. Potências. Raízes – as <math>n</math> raízes da unidade.</li> <li>- <b>Funções de variáveis complexas.</b> Funções reais de variáveis reais, funções de valores reais de variáveis complexas, funções de valores complexos de variáveis reais, funções de valores complexos de variáveis complexas. Parte real e parte imaginária de uma função. Transformações ou mapeamentos. Curvas paramétricas. Transformações lineares: translação, rotação, dilatação. Composições de transformações lineares. Superfícies de Riemann. Funções potências.</li> <li>- <b>Limites e continuidade.</b> Condições para existência de limite em um ponto. Prova épsilon-delta de um limite. Propriedades dos limites complexos. Continuidade de uma função complexa. Propriedades das funções complexas contínuas.</li> <li>- <b>Funções analíticas.</b> Diferenciabilidade. Regras de diferenciação. Analiticidade de uma função complexa em um ponto. Regra de L’Hôpital. Equações de Cauchy-Riemann. Funções harmônicas.</li> </ul>							

- **Integração no plano complexo.**

Integral complexa. Propriedades das integrais complexas. Integral de contorno.

- **Resíduos.**

Definição de resíduo. Expansão em frações parciais: função com polos reais distintos, função com polos complexos conjugados, função com polos múltiplos.

- **Aplicações da análise complexa na Engenharia Elétrica.**

Resolução de equações diferenciais – caso específico: análise de circuitos elétricos com alimentação em corrente alternada e a contribuição de Steinmetz. Fasores. Análise do comportamento de circuitos elétricos em regime transitório e em regime permanente.

Transformada de Laplace: uma abordagem qualitativa. A variável complexa  $s = \sigma + j\omega$ . Funções de transferência  $H(s)$ . Polos e zeros. Visualização tridimensional de módulos de funções de transferência.  $H(j\omega)$  como resposta em regime permanente a entradas do tipo senoidal; gráficos de módulo e de fase no domínio da frequência; uso de escala logarítmica (mono-log) e introdução aos diagramas de Bode. Uso de aplicativo computacional de distribuição livre em laboratório para visualização de funções de transferência e identificação de características dos sistemas (sistema estável, instável, fisicamente irrealizável) e de respostas do sistema (resposta amortecida, oscilatória amortecida, oscilatória sem amortecimento).

**OBJETIVO GERAL**

Espera-se que, ao final deste curso, as estudantes e os estudantes sejam capazes de operar com números complexos e adquiram independência no uso dos conceitos de limite, derivada, analiticidade e integração visando discutir e analisar criticamente as operações com grandezas complexas e as funções de variáveis complexas necessárias na resolução de problemas oriundos da modelagem e/ou do projeto de sistemas físicos.

**OBJETIVO ESPECÍFICO**

Identificar o campo de aplicação dos números complexos e das funções de variáveis complexas.

Desenvolver a destreza em operações com números complexos.

Compreender o sistema de representação no plano complexo, utilizando corretamente os termos associados a essa representação.

Aplicar a Fórmula de De Moivre e a Fórmula de Euler, desenvolvendo a habilidade de utilizar diferentes representações para um dado número complexo.

Efetuar transformações em funções complexas, habituando-se a visualizar os efeitos dessas transformações.

Analisar transformações lineares em funções complexas e representá-las como composições de transformações simples.

Calcular limites de funções complexas e identificar situações de inexistência de limite.

Discutir sobre continuidade, diferenciabilidade e analiticidade de funções complexas.

Determinar derivadas e integrais de funções complexas.

Calcular os resíduos nos polos de uma função complexa; desenvolver destreza na expansão em frações parciais.

Identificar as maneiras de empregar variáveis complexas na análise de circuitos elétricos em regime permanente senoidal e

Compreender as bases físicas e matemáticas para a representação dos diversos componentes passivos de circuitos elétricos alimentados com corrente alternada e para a representação fasorial de tensões e de correntes. Aplicar esse conhecimento para determinar as respostas de circuitos elétricos em regime transitório e em regime permanente.

Realizar a expansão em frações parciais de funções racionais complexas.

Estabelecer, de forma qualitativa, a correlação entre a localização de polos de funções de transferência e o comportamento dos sistemas por elas representados.

### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A matéria é desenvolvida em aulas expositivo-dialogadas, nas quais são apresentados os conteúdos curriculares teóricos; também serão resolvidos exercícios e propostos exercícios para resolução. Serão utilizados os seguintes recursos: quadro branco, microcomputador, projetor multimídia e aplicativo computacional de distribuição livre.

### FORMAS DE AVALIAÇÃO

São propostas três avaliações escritas. São também propostos exercícios em aula ou trabalhos a serem resolvidos em casa.

Avaliações escritas:

**A1)** Data: 07 abr. 2016. Tópicos centrais: a) *Números complexos* – operações básicas: soma, subtração, multiplicação, divisão, potências e raízes; complexo conjugado; igualdade de números complexos; Fórmula de De Moivre; b) *Plano complexo* – desigualdades, conjuntos abertos/fechados, limitados/ilimitados, conexos/não conexos; limitante inferior, limitante superior; c) *Resolução de equações diferenciais utilizando funções complexas*. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**A2)** Data: 02 jun. 2016. Tópicos centrais: a) *Curvas paramétricas e transformações*; b) *Transformações lineares e composições*; c) *Cálculo de limites, prova épsilon-delta e continuidade de funções*; d) *Derivação*. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**A3)** Data: 30 jun. 2016. Tópicos centrais: a) *Analiticidade e Equações de Cauchy-Riemann*; b) *Integração*; c) *Obtenção da resposta completa de um circuito com alimentação por corrente alternada*; d) *Fasores*; e) *Expansão em frações parciais*. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

**Exame final)** Data: 14 jul. 2016. Todo o conteúdo especificado para as avaliações anteriores.. Forma de avaliação: resolução de exercícios.

Cálculo das médias: Dentre as avaliações *A1*, *A2* e *A3*, é desconsiderada aquela com o resultado menos favorável, calculando-se a média, denominada *MP*. Exercícios resolvidos em aula e trabalhos feitos em casa constituem a nota *TE*. A média parcial é calculada conforme a expressão:  $0,8 \cdot MP + 0,2 \cdot TE$ . Valor máximo da média parcial: 100 (cem). Para a aplicação do exame final e para a definição sobre aprovação na matéria, seguem-se as regras vigentes na Universidade.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

CHURCHILL, Ruel Vance. **Variáveis complexas e suas aplicações**. São Paulo: USP: McGraw-Hill, 1975. 276p., il.

SPIEGEL, Murray R. **Variáveis complexas com uma introdução às transformações conformes e suas aplicações**: resumo da teoria, 379 problemas resolvidos, 973 problemas propostos. São Paulo; Brasília: McGraw-Hill do Brasil: INL, 1973. 468 p., il. (Coleção Schaum).

SOARES, Marcio G. **Cálculo em uma variável complexa**. 5. ed. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), 2012. (Coleção Matemática Universitária.)

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

ZILL, Dennis G.; SHANAHAN, Patrick D. **Curso introdutório à análise complexa com aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos (LTC), 2011.

HAUSER, Arthur A. **Variáveis complexas com aplicações à física**: teoria e resolução de 760 problemas. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1972. 414 p., il. (Coleção Técnica.)

HÖNIG, Chaim Samuel. **Introdução às funções de uma variável complexa**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1981.

CHARRIS, Jairo; CASTRO, Rodrigo de; VARELA, Januario. **Fundamentos del análisis complejo de una variable**. Santa Fe de Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2000. (Colección Julio Carrizosa Valenzuela, 8.)

KAUFMANN, Arnold; DOURIAUX, Roger. **Les fonctions de la variable complexe**: théorie et applications au niveau de l'ingénieur. Paris: Eyrolles; Gauthier-Villars, 1962.

McMAHON, David. **Variáveis complexas desmistificadas**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.

COLWELL, Peter; MATHEWS, Jerold C. **Introdução às variáveis complexas**. São Paulo: Edgard Blücher; Universidade de São Paulo, 1976.

ORSINI, Luiz de Queiroz. **Curso de circuitos elétricos**. São Paulo: Edgard Blücher, 1994. v. 2., cap. 15.

FITZGERALD, A.E.; HIGGINBOTHAM, David E.; GRABEL, Arvin. **Engenharia elétrica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1981. p. 157-162 e Apêndice A.

ALBUQUERQUE, Rômulo Oliveira. **Análise de circuitos em corrente alternada**. 5. ed. São Paulo: Érica, 1994.

DESOER, Charles A; KUH, Ernest S. **Teoria básica de circuitos**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1979.

HAYT, William Hart; KEMMERLY, Jack Ellsworth. **Análise de circuitos em engenharia**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. Cap. 9.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

*\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.*

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Laboratório de Engenharia Elétrica I						Código: TE042	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turmas A e B Primeiro semestre letivo do ano de 2015	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 30 CH semanal: 02	Padrão (PD): 0	Laboratório (LB): 30	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Atividades de laboratório relacionadas ao conhecimento de Engenharia Elétrica adquiridos pelo aluno nas disciplinas de Circuitos Elétricos I e noções gerais sobre componentes eletrônicos, medidas elétricas e instrumentos de medida.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
São propostos os seguintes experimentos:							
<b>1 Medidas com multímetro.</b>							
Uso do multímetro como voltímetro, amperímetro e ohmímetro. Ajuste de escalas. Observação das características do equipamento nas diferentes funções e com diferentes ajustes de escalas. Verificação de erros introduzidos nas medidas pelo amperímetro. Verificação de erros introduzidos nas medidas pelo voltímetro. Cálculo do erro percentual.							
<b>2 Resistores, Lei de Ohm, divisor de tensão.</b>							
Identificação do código de cores dos resistores. Medidas de resistência. Associação em série de resistores.							
<b>3 Associação de resistores: associação em paralelo.</b>							
Montagem de um circuito com cinco resistores em paralelo. Medição da corrente e da tensão em cada um dos resistores da associação. Verificação do comportamento do circuito após a inclusão de um sexto resistor em paralelo: a) de valor muito elevado com relação aos cinco resistores da configuração original; b) de valor muito baixo com relação aos cinco resistores da configuração original.							
<b>4 O divisor de tensão.</b>							
Implementação de um divisor de tensão e realização de ensaios com diferentes valores de resistores (associados em paralelo) e medição das tensões de interesse. Projeto de um divisor de tensão e verificação experimental com diferentes valores da tensão de alimentação.							
<b>5 Associação de resistores: associação em série.</b>							
Montagem de um circuito com cinco resistores associados em série. Medição da corrente de malha e das tensões individuais de cada resistor. Verificação dos resultados sob variação da tensão de alimentação. Verificação do comportamento do circuito após a inclusão de um sexto resistor em série: a) de valor muito elevado com relação aos cinco resistores da configuração original; b) de							

valor muito baixo com relação aos cinco resistores da configuração original. Comparação dos resultados deste experimento com aqueles obtidos no experimento (3).

**6 Associação de resistores ; Transformação  $\Delta - Y$ .**

Montagem de circuitos equivalentes sob o ponto de vista das tensões dos nós, circuitos esses obtidos por transformação  $\Delta - Y$ , e medição de tensões em nós específicos.

**7 Ponte de Wheatstone; divisor de corrente.**

Implementação de um circuito com quatro resistores, sendo um deles ajustável. Este resistor é ajustado até que se obtenha tensão nula entre os dois nós internos especificados (princípio da Ponte de Wheatstone).

Cálculo de resistores para um novo ajuste das tensões internas e implementação do circuito com os novos valores calculados.

Implementação de um divisor de corrente com resistores associados em paralelo, sendo um deles ajustável.

**8 Leis de Kirchhoff; potência fornecida; potência dissipada.**

Montagem de um circuito com duas fontes de tensão de 12V, uma fonte de tensão de 5V e quatro resistores e medição das tensões e das correntes do circuito. Comparação com os valores obtidos pela análise teórica do circuito. Verificação da potência fornecida por cada uma das fontes e da potência total fornecida, bem como da potência dissipada em cada resistor e da potência total dissipada.

**9 O princípio da superposição.**

Os procedimentos realizados no ensaio (8) são repetidos, alimentando-se porém o circuito cada vez com somente uma das fontes de tensão. Ao final, as grandezas (correntes, tensões, potências) são somadas, objetivando-se verificar o princípio da superposição em sistemas lineares.

**10 O teorema de Thévenin.**

Em um circuito com duas fontes de tensão (uma de 12V e outra de 5V) e uma associação de resistores, aplica-se carga variável entre dois nós, medindo-se para cada valor da carga a tensão e a corrente nos terminais. Em seguida, as fontes de tensão são retiradas e substituídas por curto-circuitos, efetuando-se então a medida da resistência equivalente do terminal. Monta-se então o circuito com os valores equivalentes de tensão de alimentação e de resistência, aplicando-se a esse novo circuito as cargas e procedendo-se à medida das grandezas (tensão e corrente).

**11 Resistência interna e Teorema da Máxima Transferência de Potência.**

Utilizando-se gerador de funções com sinal de onda quadrada, verificam-se a tensão e a corrente fornecidas a cargas com diferentes valores, a fim de se determinar a resistência interna do gerador de funções. Na segunda etapa, utilizando-se um sinal senoidal, cada uma dessas cargas é conectada, verificando-se a potência transferida.

**12 Circuito RC.**

Monta-se um circuito com associação em série de dois resistores e um capacitor, circuito esse alimentado por um gerador de sinais ajustado para fornecer uma tensão do tipo onda quadrada e, por meio de um osciloscópio, verifica-se o crescimento e o decrescimento exponenciais da tensão sobre o capacitor.

**13 Circuito RLC.**

Implementa-se um circuito RLC em série, alimentado por onda quadrada, com escolha dos parâmetros de resistência, indutância e capacitância, a fim de se visualizar uma resposta subamortecida (resposta oscilatória amortecida).

**OBJETIVO GERAL**

Espera-se que ao final desta matéria os estudantes e as estudantes estejam familiarizados com os equipamentos de laboratório de eletrônica (matriz de contatos, multímetros, osciloscópios, fontes de alimentação, geradores de sinais), com os diferentes elementos de circuitos elétricos (resistores, capacitores, indutores) e com técnicas de medição de correntes, de tensões e de potências e que tenham comprovado em laboratório diferentes aspectos vistos em aulas teóricas de análise de circuitos elétricos.

### OBJETIVO ESPECÍFICO

Familiarizar-se com os principais equipamentos encontrados em laboratório de eletrônica (matriz de contatos ou *proto-board*, multímetros, osciloscópios, fontes de alimentação, geradores de sinais), desenvolvendo neles e nelas a habilidade de manusear esses equipamentos.

Aprender e aprimorar técnicas de medição de correntes, tensões e potências.

Habituar-se a identificar os diversos componentes utilizados nos experimentos (indutores, capacitores e resistores), e de forma especial com os códigos de cores utilizados para identificar valores e tolerâncias.

Adquirir destreza na montagem de circuitos com grau de complexidade crescente, identificando possíveis pontos de falha nas montagens.

Verificar na prática diversos aspectos vistos em aulas teóricas de análise de circuitos elétricos (associações de resistores, Lei das Tensões de Kirchhoff, Lei das Correntes de Kirchhoff, transformações  $\Delta - Y$ , Ponte de Wheatstone, Teorema de Thévenin, Teorema da Máxima Transferência de Potência, respostas transitórias de circuitos RC e RLC), desenvolvendo o senso crítico por meio da comparação entre resultados teóricos e resultados experimentais.

Aprimorar a capacidade de apresentação de resultados experimentais na forma de tabelas e/ou de gráficos e de realização de análises dos dados obtidos.

Realizar análise de erros observados nos ensaios, desenvolver habilidade para encontrar as fontes desses erros e senso crítico para julgar se são aceitáveis ou não, dadas as condições de realização dos ensaios e as metas propostas.

Desenvolver a habilidade de trabalhar em equipe, tanto durante a realização dos experimentos como para a apresentação dos resultados obtidos.

### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

É utilizado o Laboratório de Eletrônica, Sala PK-08 do Bloco de Engenharia Elétrica, no qual se encontram disponíveis quadro branco e os diversos equipamentos a serem utilizados nos ensaios. Os encontros desta matéria têm duração de duas horas e ocorrem uma vez por semana, entre 9h30min e 11h30min às segundas-feiras (Turma A) e às quartas-feiras (Turma B), no primeiro semestre de 2015. Na primeira aula é feita uma apresentação do ambiente onde se desenvolverão os trabalhos, dos objetivos da matéria e da forma de avaliação. Os ensaios são realizados a partir da segunda aula, procurando manter-se o ritmo de um experimento por semana. Os estudantes e as estudantes organizam-se em equipes de até quatro membros. O roteiro de cada experimento é distribuído às equipes e durante a realização do ensaio o professor e o monitor ou monitora circulam no laboratório, auxiliando sempre que surgem dificuldades ou dúvidas. As equipes que não conseguem concluir o experimento no horário da aula têm à disposição outro horário durante a semana, com acompanhamento do monitor ou do professor ministrante para a conclusão do trabalho.

### FORMAS DE AVALIAÇÃO

As equipes de forma global e seus membros de forma individual são avaliados durante o processo de realização do ensaio, em função de sua participação, interesse e engajamento na atividade. Ao final de cada experimento, as equipes apresentam os resultados obtidos na forma de tabelas e gráficos, com comentários, análises, sugestões ou mesmo destacando pontos que não se mostraram condizentes com o esperado. Esses relatórios são avaliados pelo professor em diálogo com o monitor ou com a monitora e depois repassados às equipes – caso se mostre necessário, pode haver indicação de uma nova reelaboração do relatório ou mesmo de uma retomada do ensaio. A nota final da matéria é a média das notas dos relatórios.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

NILSSON, James W; RIEDEL, Susan A. **Circuitos elétricos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003.

ORSINI, Luiz de Queiroz. **Curso de circuitos elétricos**. São Paulo: Edgard Blücher, 1994. 2v.

HAYT, William Hart. **Análise de circuitos em engenharia**. 7.ed São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)**

DESOER, Charles A; KUH, Ernest S. **Teoria básica de circuitos**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1979.

ALEXANDER, Charles K; SADIKU, Matthew N. O. **Fundamentos de circuitos elétricos**. Porto Alegre: *Bookman*, 2003.

IRWIN, J. David. **Análise básica de circuitos para engenharia**. 7. ed. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 2003.

MARIOTTO, Paulo Antonio. **Análise de circuitos elétricos**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

DORF, Richard C; SVOBODA, James A. **Introdução aos circuitos elétricos**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

*\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.*

## Ficha 2 (variável)

Disciplina: Laboratório de Engenharia Elétrica I						Código: TE042	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				Turmas A e B Primeiro semestre letivo do ano de 2014	
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: Não há		Modalidade: (X) Presencial ( ) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*			
CH Total: 30 CH semanal: 02	Padrão (PD): 0	Laboratório (LB): 30	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>							
Atividades de laboratório relacionadas ao conhecimento de Engenharia Elétrica adquiridos pelo aluno nas disciplinas de Circuitos Elétricos I e noções gerais sobre componentes eletrônicos, medidas elétricas e instrumentos de medida.							
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>							
São propostos os seguintes experimentos:							
<b>1 Medidas com multímetro.</b> Uso do multímetro como voltímetro, amperímetro e ohmímetro. Ajuste de escalas. Observação das características do equipamento nas diferentes funções e com diferentes ajustes de escalas. Verificação de erros introduzidos nas medidas pelo amperímetro. Verificação de erros introduzidos nas medidas pelo voltímetro. Cálculo do erro percentual.							
<b>2 Resistores, Lei de Ohm, divisor de tensão.</b> Identificação do código de cores dos resistores. Medidas de resistência. Associação em série de resistores.							
<b>3 Associação de resistores: associação em paralelo.</b> Montagem de um circuito com cinco resistores em paralelo. Medição da corrente e da tensão em cada um dos resistores da associação. Verificação do comportamento do circuito após a inclusão de um sexto resistor em paralelo: a) de valor muito elevado com relação aos cinco resistores da configuração original; b) de valor muito baixo com relação aos cinco resistores da configuração original.							
<b>4 O divisor de tensão.</b> Implementação de um divisor de tensão e realização de ensaios com diferentes valores de resistores (associados em paralelo) e medição das tensões de interesse. Projeto de um divisor de tensão e verificação experimental com diferentes valores da tensão de alimentação.							
<b>5 Associação de resistores: associação em série.</b> Montagem de um circuito com cinco resistores associados em série. Medição da corrente de malha e das tensões individuais de cada resistor. Verificação dos resultados sob variação da tensão de alimentação. Verificação do comportamento do circuito após a inclusão de um sexto resistor em série: a) de valor muito elevado com relação aos cinco resistores da configuração original; b) de							

valor muito baixo com relação aos cinco resistores da configuração original. Comparação dos resultados deste experimento com aqueles obtidos no experimento (3).

**6 Associação de resistores ; Transformação  $\Delta - Y$ .**

Montagem de circuitos equivalentes sob o ponto de vista das tensões dos nós, circuitos esses obtidos por transformação  $\Delta - Y$ , e medição de tensões em nós específicos.

**7 Ponte de Wheatstone; divisor de corrente.**

Implementação de um circuito com quatro resistores, sendo um deles ajustável. Este resistor é ajustado até que se obtenha tensão nula entre os dois nós internos especificados (princípio da Ponte de Wheatstone).

Cálculo de resistores para um novo ajuste das tensões internas e implementação do circuito com os novos valores calculados.

Implementação de um divisor de corrente com resistores associados em paralelo, sendo um deles ajustável.

**8 Leis de Kirchhoff; potência fornecida; potência dissipada.**

Montagem de um circuito com duas fontes de tensão de 12V, uma fonte de tensão de 5V e quatro resistores e medição das tensões e das correntes do circuito. Comparação com os valores obtidos pela análise teórica do circuito. Verificação da potência fornecida por cada uma das fontes e da potência total fornecida, bem como da potência dissipada em cada resistor e da potência total dissipada.

**9 O princípio da superposição.**

Os procedimentos realizados no ensaio (8) são repetidos, alimentando-se porém o circuito cada vez com somente uma das fontes de tensão. Ao final, as grandezas (correntes, tensões, potências) são somadas, objetivando-se verificar o princípio da superposição em sistemas lineares.

**10 O teorema de Thévenin.**

Em um circuito com duas fontes de tensão (uma de 12V e outra de 5V) e uma associação de resistores, aplica-se carga variável entre dois nós, medindo-se para cada valor da carga a tensão e a corrente nos terminais. Em seguida, as fontes de tensão são retiradas e substituídas por curto-circuitos, efetuando-se então a medida da resistência equivalente do terminal. Monta-se então o circuito com os valores equivalentes de tensão de alimentação e de resistência, aplicando-se a esse novo circuito as cargas e procedendo-se à medida das grandezas (tensão e corrente).

**11 Resistência interna e Teorema da Máxima Transferência de Potência.**

Utilizando-se gerador de funções com sinal de onda quadrada, verificam-se a tensão e a corrente fornecidas a cargas com diferentes valores, a fim de se determinar a resistência interna do gerador de funções. Na segunda etapa, utilizando-se um sinal senoidal, cada uma dessas cargas é conectada, verificando-se a potência transferida.

**12 Circuito RC.**

Monta-se um circuito com associação em série de dois resistores e um capacitor, circuito esse alimentado por um gerador de sinais ajustado para fornecer uma tensão do tipo onda quadrada e, por meio de um osciloscópio, verifica-se o crescimento e o decrescimento exponenciais da tensão sobre o capacitor.

**13 Circuito RLC.**

Implementa-se um circuito RLC em série, alimentado por onda quadrada, com escolha dos parâmetros de resistência, indutância e capacitância, a fim de se visualizar uma resposta subamortecida (resposta oscilatória amortecida).

**OBJETIVO GERAL**

Espera-se que ao final desta matéria os estudantes e as estudantes estejam familiarizados com os equipamentos de laboratório de eletrônica (matriz de contatos, multímetros, osciloscópios, fontes de alimentação, geradores de sinais), com os diferentes elementos de circuitos elétricos (resistores, capacitores, indutores) e com técnicas de medição de correntes, de tensões e de potências e que tenham comprovado em laboratório diferentes aspectos vistos em aulas teóricas de análise de circuitos elétricos.

### OBJETIVO ESPECÍFICO

Familiarizar-se com os principais equipamentos encontrados em laboratório de eletrônica (matriz de contatos ou *proto-board*, multímetros, osciloscópios, fontes de alimentação, geradores de sinais), desenvolvendo neles e nelas a habilidade de manusear esses equipamentos.

Aprender e aprimorar técnicas de medição de correntes, tensões e potências.

Habituar-se a identificar os diversos componentes utilizados nos experimentos (indutores, capacitores e resistores), e de forma especial com os códigos de cores utilizados para identificar valores e tolerâncias.

Adquirir destreza na montagem de circuitos com grau de complexidade crescente, identificando possíveis pontos de falha nas montagens.

Verificar na prática diversos aspectos vistos em aulas teóricas de análise de circuitos elétricos (associações de resistores, Lei das Tensões de Kirchhoff, Lei das Correntes de Kirchhoff, transformações  $\Delta - Y$ , Ponte de Wheatstone, Teorema de Thévenin, Teorema da Máxima Transferência de Potência, respostas transitórias de circuitos RC e RLC), desenvolvendo o senso crítico por meio da comparação entre resultados teóricos e resultados experimentais.

Aprimorar a capacidade de apresentação de resultados experimentais na forma de tabelas e/ou de gráficos e de realização de análises dos dados obtidos.

Realizar análise de erros observados nos ensaios, desenvolver habilidade para encontrar as fontes desses erros e senso crítico para julgar se são aceitáveis ou não, dadas as condições de realização dos ensaios e as metas propostas.

Desenvolver a habilidade de trabalhar em equipe, tanto durante a realização dos experimentos como para a apresentação dos resultados obtidos.

### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

É utilizado o Laboratório de Eletrônica, Sala PK-08 do Bloco de Engenharia Elétrica, no qual se encontram disponíveis quadro branco e os diversos equipamentos a serem utilizados nos ensaios. Os encontros desta matéria têm duração de duas horas e ocorrem uma vez por semana, entre 9h30min e 11h30min às segundas-feiras (Turma A) e às quartas-feiras (Turma B), no primeiro semestre de 2014. Na primeira aula é feita uma apresentação do ambiente onde se desenvolverão os trabalhos, dos objetivos da matéria e da forma de avaliação. Os ensaios são realizados a partir da segunda aula, procurando manter-se o ritmo de um experimento por semana. Os estudantes e as estudantes organizam-se em equipes de até quatro membros. O roteiro de cada experimento é distribuído às equipes e durante a realização do ensaio o professor e o monitor ou monitora circulam no laboratório, auxiliando sempre que surgem dificuldades ou dúvidas. As equipes que não conseguem concluir o experimento no horário da aula têm à disposição outro horário durante a semana, com acompanhamento do monitor ou do professor ministrante para a conclusão do trabalho.

### FORMAS DE AVALIAÇÃO

As equipes de forma global e seus membros de forma individual são avaliados durante o processo de realização do ensaio, em função de sua participação, interesse e engajamento na atividade. Ao final de cada experimento, as equipes apresentam os resultados obtidos na forma de tabelas e gráficos, com comentários, análises, sugestões ou mesmo destacando pontos que não se mostraram condizentes com o esperado. Esses relatórios são avaliados pelo professor em diálogo com o monitor ou com a monitora e depois repassados às equipes – caso se mostre necessário, pode haver indicação de uma nova reelaboração do relatório ou mesmo de uma retomada do ensaio. A nota final da matéria é a média das notas dos relatórios.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

NILSSON, James W; RIEDEL, Susan A. **Circuitos elétricos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003.

ORSINI, Luiz de Queiroz. **Curso de circuitos elétricos**. São Paulo: Edgard Blücher, 1994. 2v.

HAYT, William Hart. **Análise de circuitos em engenharia**. 7.ed São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)**

DESOER, Charles A; KUH, Ernest S. **Teoria básica de circuitos**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1979.

ALEXANDER, Charles K; SADIKU, Matthew N. O. **Fundamentos de circuitos elétricos**. Porto Alegre: *Bookman*, 2003.

IRWIN, J. David. **Análise básica de circuitos para engenharia**. 7. ed. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 2003.

MARIOTTO, Paulo Antonio. **Análise de circuitos elétricos**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

DORF, Richard C; SVOBODA, James A. **Introdução aos circuitos elétricos**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

**Professor da Disciplina:** Dr. Ivan Eidt Colling

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Dr. Edson José Pacheco

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

*\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.*