



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
PLANO DE ENSINO  
PERÍODO LETIVO: 2008/1

**DISCIPLINA:** ENG 04032 -ANÁLISE DE CIRCUITOS III

**Créditos:** 6 **Carácter:** Obrigatório

**Professor Regente:** Roberto Petry Homrich

**Carga horária:** Roberto Petry Homrich: 4T e 2P

Gladis Bordin Schuch: 4P

Rafael da Rold D'Agostini: 2P

**Pré-requisitos:** ENG04031 - Análise de Circuitos II MAT01168 - Matemática Aplicada II.

**HORÁRIOS:**

<b>Turma</b>	<b>Horário/Sala</b>			<b>Aula Teórica</b>	<b>Aula Prática</b>
A	2082/304	4082/304	6082/110	Prof. Yeddo	Prof. Rafael
B	2082/304	4082/304	6152/110	Prof. Yeddo	Prof. Rafael
D	2082/304	4082/304	2132/110	Prof. Yeddo	Prof. por definir
E	2082/304	4082/304	2152/110	Prof. Yeddo	Prof. por definir
F	2192/306	4192/306	2172/110	Prof. Roberto	Prof. Roberto
G	2192/306	4192/306	6102/110	Prof. Roberto	Prof. Gladis
H	2192/306	4192/306	6132/110	Prof. Roberto	Prof. Gladis

**SÚMULA:** Análise Fasorial. Indutâncias mútuas e transformadores. Circuitos polifásicos. Análise de circuito através da transformada de Laplace.

**OBJETIVOS DA DISCIPLINA:** Proporcionar ao aluno conhecimento a respeito da técnica de aplicação de fasores na resolução de circuitos elétricos com excitação sinusoidal no regime permanente, conhecimento a respeito circuitos elétricos condutivamente e magneticamente acoplados, conhecimento a respeito de circuitos polifásicos equilibrados e desequilibrados, sua solução analítica e gráfica através do emprego de diagramas fasoriais e conhecimento a respeito da aplicação da Transformada de Laplace na solução de circuitos no regime transitório e permanente.

**METODOLOGIA DE ENSINO:** **Aulas Teóricas:** As aulas teóricas são ministradas nos horários e sala(s) anteriormente apresentadas. São usados recursos didáticos convencionais e eventualmente algum dispositivo ilustrativo. É importante a participação dos alunos no desenvolvimento da disciplina ao longo do semestre letivo. **Aulas Práticas:** Ministradas na sala 110, nos horários anteriormente apresentados, as aulas práticas constituem o mesmo teor de importância que as aulas teóricas, devendo os alunos empenharem-se na realização das atividades propostas. As atividades devem ser realizadas com a participação de todos os elementos dos grupos, pois essa prática se constitui em exercício de trabalho em equipe. São usados recursos didáticos convencionais além de computadores e equipamentos especiais. O aluno estará envolvido, na atividade, com tensões de 380 V<sub>rms</sub> ou superiores, o que exige atenção e seriedade. Os circuitos montados devem ser intensamente revisados para evitar riscos para as pessoas e danos aos equipamentos. No decorrer do período letivo será indicado **material de apoio** ao aluno.

**SISTEMA DE AVALIAÇÃO:** A avaliação será feita a partir de provas individuais de conteúdo cumulativo envolvendo as áreas já abordadas da disciplina. A cada prova individual e cumulativa está associada uma nota de prova NP. Estão previstas **três provas** com prévio aviso sendo que todo o conteúdo da disciplina estará contemplado nestas provas realizadas. Não há exigência de nota mínima em qualquer das provas aplicadas, entretanto a participação no exame final, para a obtenção da nota NE, somente será concedida ao aluno que, durante o período letivo, obtiver frequência suficiente ( $\geq 75\%$  no laboratório e na teoria isoladamente) e Nota Média NM maior ou igual a 4,0 (quatro). Não há cobrança de relatórios relativos aos experimentos realizados no laboratório, entretanto questões que envolvam experimentos similares aos realizados nas aulas práticas poderão ter lugar. Será reprovado por Falta de Frequência (FF), o aluno que obtiver frequência inferior a 75%, do período de aulas ministradas no semestre, de acordo com o **Regimento Geral da Universidade (RGU), Art. 134**, *“É obrigatória a frequência dos alunos às atividades didáticas, considerando-se reprovado aquele que, ao término do período letivo, houver deixado de frequentar mais de 25 % (vinte e cinco por cento) da carga horária prevista no plano da disciplina.”*. O aluno terá a oportunidade de realizar um EXAME a fim de, se demonstrar conhecimento, obter aprovação na disciplina. O aluno deverá atender frequência suficiente no período letivo, atendendo **Artigo 134 do RGU**. Como há cobrança de relatórios relativos aos experimentos realizados no laboratório questões de prova poderão envolver experimentos similares aos realizados nas aulas práticas. **Realização das provas:** As provas possuem tempo de duração definido, que deve ser cumprido. Qualquer prova entregue com tempo de duração excedido poderá ser considerada como não recebida, e entendido um não comparecimento do aluno. A prática da “cola”, durante a realização de qualquer atividade de avaliação, é considerada infração grave e implica na reprovação imediata do aluno na disciplina. As provas são realizadas sem consulta, salvo determinação contrária. O aluno deve providenciar material convencional para realizar a prova (papel, caneta, lápis, borracha,...) e também régua, esquadros, transferidor e compasso. Ao finalizar a prova

o aluno deve entregar ao professor o material que será avaliado. **A resposta definitiva de cada questão deverá ser apresentada à tinta.** As provas serão entregues aos alunos, após a divulgação do resultado. Qualquer solicitação relativa à correção da prova deverá ser feita

por escrito no período reservado à **alteração de conceito**, de forma bem objetiva, especificada e com a solução correta da questão, quando for o caso. O conteúdo apresentado nas aulas teóricas e/ou os experimentos realizados no laboratório constituirão as questões de cada prova além de exercícios propostos, resolvidos em aula e correlatos. O **Cálculo da Nota Média NM** é obtido pela expressão (1).

$$NM = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 NP_j \quad (1)$$

A **Determinação da nota final NF**, segue as faixas apresentadas na Tabela I. TABELA I

TABELA I

		Nota Final NF
	NM < 4,0	NF=NM
4,0 ≤	NM < 6,0	NF=NE
	NM ≥ 6,0	NF=NM

NF≡ nota final, NM≡ nota média, NE≡ nota exame

NM ≡ nota média, NE ≡ nota obtida no exame

A Obtenção do **conceito final** segue-se a Tabela II.

TABELA II **Conceito** Intervalo da nota média NF **Resultado**

<b>A</b>	9,0 ≤ NF ≤ 10,0	<b>APROVADO</b>
<b>B</b>	7,5 ≤ NF < 9,0	<b>APROVADO</b>
<b>C</b>	6,0 ≤ NF < 7,5	<b>APROVADO</b>
<b>D</b>	NF < 6,0	REPROVADO
<b>FF</b>	freqüência insuficiente(<75%)	REPROVADO

**Avaliação das aulas práticas:** Os conteúdos desenvolvidos nas aulas práticas serão avaliados nas questões das provas aplicadas. **Uso do telefone celular:** É vedado o toque bem como o uso do telefone celular durante as aulas.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA:

1. J.David Irwin, **Introdução à Análise de Circuitos Elétricos**, LTC; 1 edição (2005) - **ISBN-10:** 8521614322, **ISBN-13:** 978-8521614326
2. Scott, R. E.; **Linear Circuits**, Addison-Wesley Publishing Company, 1960.
3. Bazanella, Alexandre Sanfelice, **Sistemas de controle: princípios e métodos de projeto**, Porto Alegre:Editora da Universidade/UFRGS, 2005.

4. Irwin, J. David; Análise de Circuitos em Engenharia, Makron Books do Brasil Ltda, 4ª edição, 2000.
5. William H. Hayt Jr., Jack E. Kemmerly; Análise de Circuitos em Engenharia, McGraw-Hill do Brasil Ltda, 1973.
6. Burian, Y. Jr.; Circuitos Elétricos, UNICAMP, 1993 Há vários outros disponíveis na biblioteca

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:

1.-Introdução à disciplina de ENG 04032.

2.- Excitação periódica

2.1.- Excitação periódica sinusoidal

2.1.1-Transição do domínio do tempo para o domínio da frequência para excitação em corrente alternada (CA)

2.1.2-Obtenção da forma de onda sinusoidal alternada

2.1.3-Função exponencial complexa

2.1.4-Conceito de Fasor

2.1.5-Relações fasoriais para R, L e C

2.1.6-Impedância e Admitância

2.1.7-Diagramas fasoriais

2.1.8-Potência e energia

2.1.9-Potência instantânea, potência média e o Wattímetro

2.1.10-Potência instantânea e potência média em excitação CA

2.1.11-Valor eficaz, instrumento de ferro móvel e eletrodinâmico

2.1.12-Potência Complexa (Potências média, aparente e reativa) e o medidor de potência reativa

2.1.13-Correção de Fator de Potência e o medidor de fator de potência

2.1.14-Teorema da máxima transferência de potência

2.1.15-Conservação da potência CA

2.2. Excitação periódica não sinusoidal

2.2.1-Introdução a série de Fourier

2.2.2-Série Trigonométrica de Fourier

2.2.3-Análise de Fourier

2.2.4-Considerações sobre simetria (par, ímpar, meia-onda)

2.2.5-Aplicações aos circuitos elétricos

2.2.6-Potência média e valor eficaz

2.2.7-Teorema de Parseval

2.2.8-Série exponencial de Fourier

2.2.9-Espectro de harmônico

2.2.10-Taxa de distorção harmônica

2.2.11-Fator de potência na presença da distorção harmônica

3-Circuitos Polifásicos

3.1-Obtenção do sistema sinusoidal polifásico

3.2-Circuitos Trifásicos equilibrados

- 3.2.1-Ligações em circuitos trifásicos
- 3.2.2-Relações entre tensões
- 3.2.3-Relações entre correntes
- 3.2.4-Diagramas fasoriais para circuitos trifásicos
- 3.2.5-Potência instantânea e média em circuitos trifásicos equilibrados
- 3.3-Circuitos Trifásicos desequilibrados
  - 3.3.1-Potência em circuitos trifásicos desequilibrados
  - 3.3.2-Diagramas fasoriais para circuitos trifásicos
  - 3.3.3- Importância do condutor neutro
  - 3.3.4-Medição de potência e energia em sistemas trifásicos desequilibrados
- 4-Introdução aos circuitos magneticamente acoplados
  - 4.1-Indutância própria e indutância mútua
  - 4.2-Convenção do ponto
  - 4.3-Representação do circuito no domínio do tempo, no domínio da frequência e com fontes de indutância mútua
  - 4.4-Conexão série (aditiva e subtrativa)
  - 4.5-Conexão paralelo (aditiva e subtrativa)
  - 4.6-Energia armazenada em circuitos magneticamente acoplados.
  - 4.7-Reciprocidade da indutância mútua
  - 4.8-Coeficiente de acoplamento magnético
  - 4.9-Reflexão de impedância
  - 4.10-Transformador ideal
  - 4.11-Circuitos magneticamente acoplados com fator de acoplamento unitário.
  - 4.12-Transformador
  - 4.13-Autotransformador e suas vantagens e desvantagens
  - 4.14-Transformadores e autotransformadores trifásicos
  - 4.15-Relações de transformação
  - 4.16-Aplicações (isolamento, casamento de impedância, etc)
  - 4.17-Transformadores para instrumentos
- 5 Transformada de Laplace
  - 5.1-Definição no plano complexo
    - 5.1.2-Propriedades
    - 5.1.3-Transformada Inversa
    - 5.1.4-Pólos simples
    - 5.1.5-Pólos repetidos
    - 5.1.6-Pólos complexos
    - 5.1.7-Aplicações aos circuitos elétricos
    - 5.1.8-Função de transferência
    - 5.1.9-Convolução
  - 5.2- Definição no eixo imaginário
    - 5.2.1-Função de transferência
    - 5.2.2-Escala Bel e Decibel
    - 5.2.3-Diagrama de Bode
      - 5.2.3.1-Diagrama de Bode com pólo/zero na origem
      - 5.2.3.2-Diagrama de Bode com pólo/zero simples
      - 5.2.3.3-Diagrama de Bode com pólo/zero quadrático
    - 5.2.4-Ressonância série e paralelo

5.2.5-Filtros passivos (passa-baixa, passa-alta, passa faixa e rejeita-faixa)

5.2.6-Escalonamento

5.2.6.1- Escalonamento em amplitude

5.2.6.2- Escalonamento em frequência

5.2.6.3- Escalonamento em amplitude e frequência

4 CRONOGRAMA:

Semana	Data	Conteúdo Previsto
1	03/03/2008	Aula Teórica – 1-2.1.2
	05/03/2008	Aula Teórica –2.1.3-2.1.6
	07 e 10/03/2008	Aula Prática
2	10/03/2008	Aula Teórica – 2.1.7
	12/03/2008	Aula Teórica –2.1.8-2.1.13
	14 e 17/03/2008	Aula Prática
3	17/03/2008	Aula Teórica – 2.1.14-2.1.15
	19/03/2008	Aula Teórica –2.2-2.2.4
	<b>21 e 24/03/2008</b>	<b>Aula Prática 21/03 – Feriado: Paixão de Cristo</b>
4	24/03/2008	Aula Teórica – 2.2.5-2.2.7
	26/03/2008	Aula Teórica –2.2.8-2.2.9
	28 e 31/03/2008	Aula Prática
5	31/03/2008	Aula Teórica – 2.2.10-2.2.11
	02/04/2008	Aula Teórica –3-3.2.3
	04 e 07/04/2008	Aula Prática –
6	07/04/2008	Aula Teórica – 3.2.4-3.2.5
	09/04/2008	Aula Teórica –3.3-3.3.3
	11 e 14/04/2008	Aula Prática
7	14/04/2008	Aula Teórica – 3.3.4
	16/04/2008	Aula Teórica – 4-4.5
	18 e 21/04/2008	Aula Prática <b>21/04 – Feriado: Tiradentes</b>
8	21/04/2008	<b>Feriado: Tiradentes</b>
	23/04/2008	<i>Prova P1 (abrange os itens 1 a 3.3.4)</i>
	25 e 28/04/2008	Aula Prática
9	28/04/2008	Aula Teórica – 4.6-4.8
	30/04/2008	Aula Teórica –4.9-4.11
	02 e 05/05/2008	Aula Prática
10	05/05/2008	Aula Teórica –4.12-4.13
	07/05/2008	Aula Teórica – 4.14-4.15
	09 e 12/05/2008	Aula Prática
11	12/05/2008	Aula Teórica –4.16-4.17
	14/05/2008	Aula Teórica – 5-5.1.2
	16 e 19/05/2008	Aula Prática
12	19/05/2008	Aula Teórica –5.1.3-5.1.6
	21/05/2008	Aula Teórica – 5.1.7
	23 e 26/05/2008	Aula Prática <b>26/05: Início da Semana acadêmica – não haverá aula</b>
13	<b>26 até 30/05/2008</b> <b>Semana acadêmica – não haverá aula</b>	
14	02/06/2008	Aula Teórica –5.1.8-5.1.9
	04/06/2008	<i>Prova P2 (abrange os itens 1 a 5.1.9)</i>

	06 e 09/06/2008	Aula Prática
15	09/06/2008	Aula Teórica – 5.2-5.2.3
	11/06/2008	Aula Teórica –5.2.3.1
	13 e 16/06/2008	Aula Prática
16	16/06/2008	Aula Teórica –5.2.3.1-5.2.3.2
	18/06/2008	Aula Teórica – 5.2.3.3
	20 e 23/06/2008	Aula Prática
17	23/06/2008	Aula Teórica –5.2.4 – 5.2.5
	25/06/2008	Aula Teórica –5.2.6-5.2.6.2
	27 e 30/06/2008	Aula Prática
18	30/06/2008	Aula Teórica – 5.2.6.3 exercicio
	02/07/2008	Aula Teórica – Prova P3 (abrange os itens 1 a 5.2.6.3)
	04 e 07/07/2008	Disponível para estudo
19	07/07/2008	Disponível para estudo
	09/07/2008	EXAME (abrange os itens 1 a 5.2.6.3)
	10/07/2008	Término das aulas
20	14/07/2008 até 18h	Apropriação dos conceitos
	14/07/2008 após 18h	Divulgação dos conceitos finais