UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

ESCOLA DE ENGENHARIA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Disciplina: Projetos com amplificadores operacionais e Circuitos analógicos integrados	**Código:** ELT095

Depto. Responsável: Engenharia Eletrônica	**Unidade:** Escola de Engenharia	**Nível:** Graduação

Período: 7°	**Tipo:** OB	**Créditos:** 04	**Pré-requisitos**: Circuitos integrados analógicos

Carga horária: 60 horas/aula (4 horas-aula/semana)	**Dedicação do aluno fora de sala de aula:** 4 horas/semana

Ementa:

Circuitos avançados com amplificadores operacionais. Operação em grandes sinais, Imperfeições. Integradores e diferenciadores. Sistemas e Circuitos para conversão de dados – D/A, A/D e Sigma-Delta. Filtros e Amplificadores sintonizados. Geradores de sinais e circuitos formadores de ondas. Osciladores LC e a cristal piezelétrico. Geradores de sinais. Multi-vibradores. O temporizador 555. PLL - Phase locked loop. Multiplicador analógico. Amplificadores de sinais e circuitos para conversão de dados: amplificador operacional CMOS de dois estágios, Amp. Op. CMOS cascata-entrelaçada. Amplificador de Transcondutância-OTA: características e aplicações. Sample & hold.

Objetivo:

1. Analisar dos amplificadores operacionais com realimentação
2. Estudo e projeto de amplificadores operacionais e comparadores aplicados a testes, controle e instrumentação.
3. Analisar e projetar filtros ativos.
4. Utilizar o programa Orcad/Pspice como ferramenta de trabalho.

Conhecimentos necessários:

Para realizar esta disciplina são necessários conhecimentos de circuitos eletrônicos básicos e de analise de Circuitos. Analise de circuitos com fontes dependentes e equivalência; conceitos de analise de sistemas utilizando as técnicas de Laplace e dos diagramas de Bode. Resposta em freqüência de circuitos de primeira ordem. Capacidade da utilização do programa Orcad/Pspice para simulação de circuitos eletrônicos.

Metodologia de Ensino:

(x) Aulas Expositivas em Quadro-Negro
(x) Utilização de Transparências ou Slides
(x) Estudo Dirigido / Listas de Exercícios
(X) Utilização de programas de simulação digital de circuitos eletrônicos

Critérios de Avaliação:

a) Quatro (04) provas escritas, individuais e sem consulta, com duração de 60/90 minutos, O valor correspondente as provas é de **cem pontos (100),** sendo atribuído o valor de 25 para cada prova.
b) Será realizado um exame especial para os alunos que não obtiveram nota aprovatória. Este exame abordará toda a matéria.

Programa

1. **Uma revisão sobre os Amplificadores operacionais**
   - 1.1 Fundamentos de amplificação e o Amplificador operacional
   - 1.2 Configurações básicas
   - 1.3 Análise de circuitos com amplificadores operacionais

1.4 Realimentação negativa. Estabilidade.
1.5 Realimentação negativa em Amp. Op. Ganho de malha.

2. Limitações estáticas e dinâmicas de um amplificador operacional

2.1 Correntes: de entrada de polarização e de *offset*
2.2 Tensão de *offset*: para baixas tensões de entrada dos Amp. Op., compensação
2.3 Resposta em freqüência do amp. op. em malha aberta e em malha fechada
2.4 Impedância de entrada e de saída
2.5 Resposta a transientes do amp. op.: *slew rate*,
2.6 Efeito do produto ganho-faixa de passagem (GBP) para um integrador e para um filtro ativo
2.7 Corrente de realimentação de um amp. op.

3. Topologias com realimentação resistiva para Amp. Op.

3.1 Conversor de corrente para tensão
3.2 Converso de tensão para corrente
3.3 Amplificador de corrente
3.4 Amplificador de diferença
3.5 Amplificador de instrumentação e aplicações
3.6 Amplificadores para transdutores em ponte

4. Filtros ativos

4.1 Função transferência, estabilidade e resposta em freqüência de um filtro
4.2 Filtros ativos de primeira ordem: tipos, implementação e aplicações
4.3 Filtros ativos de segunda ordem: tipos, implementação e aplicações
4.4 Filtros *KRC*: tipos e implementação
4.5..Filtros com múltiplas realimentações: : tipos e implementação
4.6 Filtros de estado variáveis e bi quadráticos
4.7 Sensibilidade do filtro ativo
4.8 Polinômios de aproximação para filtros: *Butterworth*, *Chebysev*, *Bessel*
4.9 Projeto de filtros em cascata
4.10 Transformação em freqüência e escalamento de freqüência e de impedância
4.11 O capacitor chaveado e filtros com capacitores chaveados

5. Geradores de Sinais e Circuitos Formadores de Ondas

5.1. Princípios Básicos dos Osciladores Senoidais: Malha de realimentação; Critério de oscilação.
5.1.1 Controle não-linear da amplitude: Circuito limitador para o controle da amplitude
5.2 Circuitos Osciladores R-C com Amp. Op.: Ponte de Wien; por deslocamento de fase; em quadratura e oscilador com filtro ativo sintonizado
5.3 Osciladores LC e com Cristal
5.4 Multivibradores Biestáveis
5.4.1.Malha de realimentação e características de transferência dos circuitos biestáveis
5.4.2.Um circuito biestável com características de transferência não-inversora
5.4.3.Aplicações do circuito biestável como um comparador
5.4.4.Aumento da precisão dos níveis de saída
5.5 Geração de Onda Quadrada e Triangular Utilizando Multivibrador Astável
5.6. Geração de um Pulso Padrão – O Multivibrador Monoestável
5.7. Circuitos Integrados temporizadores
5.7.1.O CI temporizador 555
5.7.2.Multivibrador monoestável e astável

6. Sistemas e Circuitos para conversão de dados: D-A e A-D

6.1 Especificações de desempenho
6.2 Técnicas de conversão D-A
6.3 *Multiplying DAC*: Aplicações
6.4 Técnicas de conversão A-D
6.5 Conversores de dados *Oversampling*

7. Amplificadores não lineares e Phase-Locked Loops -PLL

7.1 Amplificador Log/Antilog
7.2 Multiplicador analógico

7.3 Amplificador de Transcondutância-OTA: características e aplicações
13.4 Phase-Locked Loops – PLL: princípio de operação, características e aplicações
13.5 Tecnologia dos PLLs

Bibliografia:

1. Adel S. Sedra; Kenneth C. Smith. "Microelectronic Circuits" Editora: Oxfordo University Press, 5a. edição.
2. Sergio Franco. " Design with Operational Amplifiers and Analog integrated Circuits", Mc Graw Hill, 3a. ed., 2002.
3. Walt Jung; "Op Amp Applications Handbook", Newnes, 2005.
4. Linear Applications Handbook, National Semiconductor.(www.nationalsemiconductors.com)

Professor Responsável:

Pedro F. Donoso Garcia

Data da Aprovação

Belo Horizonte, Junho de 2008