UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

ESCOLA DE ENGENHARIA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Disciplina: DISPOSITIVOS E CIRCUÍTOS ELETRÔNICOS BÁSICOS			**Código:** ELT084
Depto. Responsável: Engenharia Eletrônica	**Unidade:** Escola de Engenharia		**Nível:** Graduação
Período: 5°	**Tipo:** OB	**Créditos:** 04	**Pré-requisitos:** Análise de Circuitos II, Análise de sistemas lineares
Carga horária: 60 horas/aula (4 horas-aula/semana)			**Dedicação do aluno fora de sala de aula:** 4 horas/semana

Ementa:

Introdução à Eletrônica. Circuitos Eletrônicos com Amplificadores Operacionais ideais e reais. Junção PN. Diodos Retificadores e Zener: característica, circuitos com diodos e aplicações. Transistores de Efeito de Campo (FET) e Transistores bipolares (BJT): características, modelos, polarização, análises em pequenos sinais, resposta em frequência. Funcionamento dos transistores como chaves. Conversores A/D e D/A: conceitos básicos.

Objetivo:

1. Proporcionar ao aluno conhecimentos sobre os vários dispositivos semicondutores e suas propriedades.
2. Analisar circuitos eletrônicos em grandes e pequenos sinais.
3. Projetar e simular circuitos eletrônicos.

Conhecimentos necessários:

Para cursar esta disciplina recomenda-se clareza e os conhecimentos de Circuitos e Dispositivos Semicondutores: Análise de circuitos, lei de Kirchoff, Thévenin e Norton; Circuitos equivalentes e modelagem. Fontes de tensão e de corrente dependentes e independentes. Solução de circuitos por superposição e outros métodos. Amplificadores Operacionais - Amp. Op.- real. Familiaridade com o programa de simulação Orcad/Pspice.

Metodologia de Ensino:

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

Critérios de Avaliação:

1. **Quatro (04) provas escritas**, individuais e sem consulta, com duração de 90 minutos. O valor correspondente as provas é de vinte e cindo pontos (25 pontos).
2. **Prova Substitutiva,** Ao aluno que deixar de comparecer a uma das avaliações na data fixada ou para quem estiver precisando melhorar sua nota, será concedida uma segunda oportunidade, desde que requerida em tempo hábil. Esta prova abordará toda a disciplina e será realizada em data estabelecida no final do semestre. Após a correção da prova, irá substituir a menor nota ou irá lançar a nota que está em falta.
3. **Será realizado um exame especial** para os alunos que não obtiveram nota aprobatória, ou seja, nota inferior a sessenta pontos e maior ou igual a quarenta pontos. O exame abordará toda a disciplina ministrada.

OBS. Todas as avaliações serão sem consulta e sem uso de equipamentos eletrônicos: calculadoras, celulares, etc..

Programa

1 Introdução à Eletrônica

1.1 Sinais: Espetro de frequência de um sinal

1.2 Sinais analógicos e digitais

1.3 Amplificação de sinais: O amplificador: Ganhos: de tensão, de corrente e de potência; O Decibel; Fontes para alimentação de um amplificador; Características não-lineares e polarização

1.4 Modelagem dos amplificadores: Amplificadores de tensão, de corrente e outros; Amplificadores em cascata; Relação entre os quatro tipos de amplificadores

1.5 Resposta em frequência de um amplificador: Caracterização do amplificador em frequência; Medições e

avaliação; Frequência de corte, largura de banda, frequência de transição; Classificação de um amplificador segundo a resposta em frequência

1.6 **Inversor como base na lógica digital:** Principio de operação; Características da transferência de tensão; Margem de ruído; Propagação de atraso

2 **Diodos**

2.1 **O diodo Ideal:** Características V-I; Aplicações do diodo

2.2 **Características da junção P-N:** Polarização direta; Polarização reversa; região de quebra (breakdown region); Modelagem do diodo em condução direta

2.3 **Operação do diodo na região reversa – O diodo Zener:** Características e modelagem de um diodo Zener; Regulador de tensão utilizando diodo zener; Efeito da temperatura

2.4 **Circuitos retificadores:** Retificador de meia onda; Retificador de onda completa: com transformador com tap central e em ponte; Retificador com filtro capacitivo; Fonte de alimentação básica.

2.5 **Circuitos ceifadores e os limitadores**
Circuitos limitadores: características; Dobrador de tensão e os multiplicadores de tensão.

2.6 **Breve revisão sobre a física de semicondutores – junção PN**

2.7 **Diodos especiais: Schottky, varactor, LED's, diodos rápidos.**

3 **Transistores de Efeito de Campo – MOSFET**

3.1 **Breve revisão sobre a física e operação de um transistor MOSFET**

3.2 **Características V-I:** Características: i_D - $v_{DS;}$ Resistência de saída finita em saturação; Características do MOSFET ch-*p*

3.3 **Circuitos com MOSFET em corrente continua**

3.4 **O MOSFET em amplificação e como chave:** Operação em grande sinal – características; Operação como chave; Operação como amplificador linear; Expressões analíticas para as características de transferência

3.5 **Polarização do MOSFET para amplificação:** Polarização por tensão V_{GS} fixa e com conexão de resistência na fonte; Polarização utilizando resistência de realimentação *dreno-gate*; Polarização por fonte de corrente constante

3.6 **Operação em pequenos sinais e Modelos do MOSFET:** Ponto de polarização em CC; Sinal de corrente do dreno (i_D); Ganho de tensão; Separação das analises em CC e em pequeno sinal, Modelo de circuito-equivalente para pequenos sinais; A transcondutância Gm; Modelo de circuito-equivalente T

3.7 **Amplificador MOS de um estágio:** Configuração básica: Caracterização do amplificador; Configuração fonte-comum (common-source CS) e fonte-comum com resistência de fonte; Configuração porta-comum (common-gate CG); Configuração dreno-comum (common-drain CD) ou amplificador seguidor da fonte

3.8 **Capacitâncias internas de um MOSFET e modelo para altas frequências:** Efeito da capacitância da porta; Capacitâncias das junções; Modelo do MOSFET para altas frequências; Frequência de transição (f_t) para ganho unitário;

3.9 **Resposta em frequência de um amp. na configuração fonte comum:** As três bandas de respostas: resposta em altas frequências e resposta em baixas frequências

4 **Transistores Bipolares – BJT's**

4.1 **Breve revisão sobre a física e operação de um transistor bipolar**

4.2 **Características V-I:** O Efeito Early , características do emissor comum: ganho de corrente, V_{Cesat}, Tensão de avalanche;

4.3 **O BJT como um amplificador e como chave estática:** Operação em grande sinal – Características de transferência ; Ganho do amplificador; Análise gráfica, Operação como chave;

4.4 **Circuitos com BJT em tensão continua;**

4.5 **Polarização de um BJT no circuito amplificador:** Arranjo clássico de polarização de um transistor; polarização de um transistor com fontes de alimentação simétricas; polarização com realimentação coletor-base ; polarização utilizando fonte de corrente constante;

4.6 **Modelo e operação em pequenos sinais:** Corrente de coletor e a transcondutância; Corrente de base e a resistência de entrada vista pela base; Corrente do emissor e a resistência de entrada vista pelo emissor; Ganho de tensão; Termos de corrente ou tensão em CC e em pequeno sinais; Modelos do Transistor: O modelo híbrido - π e o modelo T; Aplicações de pequenos sinais em circuitos equivalentes; Considerando o efeito de Early no modelo de pequenos sinais;

4.7 **Amplificadores com BJT de um único estágio;** Topologia básica e geral: Caracterização dos amplificadores ; Amplificador emissor comum e emissor comum com resistência de emissor; Amplificador base comum; Amplificador coletor comum ou seguidor de emissor;

4.8 **Capacitâncias de junção de um BJT e o modelo em altas frequências:** Capacitância de difusão C_{de} ou carga da capacitância da base; Capacitância da junção: base-emissor C_{je} base-coletor C ; Modelo para alta frequência – Modelo π; Frequência de Corte;

4.9 **Resposta em frequência de um amplificador emissor comum:** As três faixas de frequência; Resposta em alta frequência de um amplificador: Teorema de Miller; Resposta em baixa frequência de um amplificador;

5 **Amplificadores Operacionais - Aplicações**

5.1 **Revisão sobre o amp. Op. ideal:** Função e características; Sinais em modo comum e diferenciais

5.2 **Configuração inversora:** Ganho de malha fechada; Efeito do ganho finito sobre o ganho de malha aberta; Impedâncias de entrada e de saída; Aplicações desta configuração.

5.3 **Configuração não inversora:** Ganho de malha fechada; Características da configuração não inversora; Efeito do ganho finito sobre o ganho de malha aberta; Seguidor de tensão ou "buffer" de tensão;

5.4 **Amplificador diferença:** Formação de um amplificador de instrumentação: características, ganho, escolha do amp.op;

5.5 **Efeito do ganho em malha aberta e da banda passante sobre o desempenho do amplificador:** Efeito da frequência sobre o ganho e na resposta de frequência de um Amp. Op.

5.6 **Operação do amplificador operacional em grande sinal**
Tensão de saturação, limitação de corrente de saída, slew rate, banda passante do amp. Op.

5.7 **Imperfeições do Amp. Op. Em CC**
Tensão de Off Set; Correntes de Off Set e de polarização

5.8 **Circuitos integradores e diferenciadores com Amp. Op.**
Circuito inversor-integrador (integrador de Miller); Circuito diferenciador.

5.9 **Retificador de precisão – O "super diodo"**

5.10 **Comparadores.**

6. **Conversores A/D e D/A: conceitos básicos.**

6.1 Características e princípios de operação.

Bibliografia:

1. Adel S. Sedra; Kenneth C. Smith. "Microelectronic Circuits" Editora: Oxford University Press, 5a. Ed., 2007;
2. Boylestad, R.; Nashelsky, L. "Dispositivos Eletrônicos e teoria de circuitos" Editora Prentice Hall, 8ª. Ed.
3. Sergio Franco. "Design with Operational Amplifiers and Analog integrated Circuits", Mc Graw Hill, 3a. ed., 2002.
4. Linear Applications Handbook, National Semiconductor.(www.nationalsemiconductors.com).

Datas das Provas da ELT084

	Turma B	Feriados e recessos escolares
1ª Prova:	09/04	07/03 – Início do 1º. período letivo 2013;
2ª Prova:	07/05	*28,29,30/03* – Recesso escolar - Paixão de Cristo;
3ª Prova:	11/06	*21/04* - Tiradentes;
4ª Prova:	04/07	01/*05* - Dia do Trabalho;
		30/05 – Corpus Christi;
Prova substitutiva:	09/07	*05/07 - Encerramento do 1º período letivo 2013.*
Exame especial:	11/07	

Obs. *Os alunos poderão solicitar revisão de suas provas até 48 horas após de publicada a nota correspondente. Fora deste prazo não serão aceitas estas solicitações.*

Professor Responsável:

Pedro Donoso

Data da Aprovação

Belo Horizonte, 1º. Semestre de 2013