

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA**

**PLANO DE ENSINO**

**I) IDENTIFICAÇÃO**

**A) Dados Gerais**

Nome da Disciplina: **Dispositivos Eletrônicos**

Código: EEL7322

Curso(s): Eng. Eletrônica

Carga Horária: 72 horas-aula

Semestre: 2020- 1

Professor/ Coordenador da Disciplina: Carlos Galup Montoro

**B) EMENTA:**

Revisão de princípios de teoria quântica e física do estado sólido. Difusão e deriva, recombinação, fenômenos de campo intenso. Comportamento físico, estrutura e modelagem de dispositivos eletrônicos: junções pn, transistores bipolares de junção, transistores de efeito de campo.

Pré-requisitos: EEL7061 Eletrônica Básica e FSC5506 Estrutura da Matéria

**II) OBJETIVOS**

Os alunos irão aprender as propriedades mais relevantes dos semicondutores e aplicá-las para desenvolver uma sólida compreensão dos dispositivos eletrônicos de circuitos integrados. O curso é projetado para fornecer o conhecimento básico de dispositivos eletrônicos para que os estudantes possam desenvolver sua carreiras nas áreas de sistemas eletrônicos, de circuitos integrados ou de fabricação de semicondutores, assim como na pesquisa e desenvolvimento de dispositivos eletrônicos. Ênfase especial é dada aos dispositivos MOS, que são os dispositivos dominantes em circuitos integrados.

**III) CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

**0. Introdução aos dispositivos eletrônicos**

**1. Propriedades fundamentais dos semicondutores**

- 1.1 - Bandas de energia nos semicondutores
- 1.2 - Estatística de Fermi e concentrações de portadores no equilíbrio
- 1.3 - Processos de geração e recombinação, tempo de vida de portadores minoritários
- 1.4 - Transporte de carga em semicondutores: deriva e difusão
- 1.5 - Equações de continuidade

**2. Junção pn e Transistor Bipolar de Junção (BJT)**

- 2.1 - Eletrostática da junção pn
- 2.2 - Difusão de portadores minoritários
- 2.3 - Correntes de geração e recombinação
- 2.4 - Característica corrente tensão da junção pn
- 2.5 - Modelo de Gummel e Poon do transistor bipolar
- 2.6 - Extração dos parâmetros dos modelos dos dispositivos bipolares

**3. Capacitor e Transistor a Efeito de Campo Metal Óxido Semicondutor**

- 3.1 - A estrutura Metal Óxido Semicondutor (MOS) ideal
- 3.2 - Característica capacitância-tensão da estrutura MOS real
- 3.3 - Princípios de operação do transistor MOS (MOSFET)
- 3.4 - Modelos de inversão forte e fraca do MOSFET
- 3.5 - Modelo unificado do MOSFET para simulação e projeto de circuitos
- 3.6 - Modelos pequeno sinal
- 3.7 - Efeitos canal curto
- 3.8 - Descasamento ('mismatch') entre MOSFETs

#### **4. Elétrons e Lacunas em Semicondutores**

- 4.1 - Revisão de física quântica
- 4.2 - Correntes de tunelamento: capacitor/transistor MOS e contato metal-semicondutor
- 4.3 - Origem das bandas de energia nos semicondutores
- 4.4 - Densidades de estados para os elétrons
- 4.5 - Elementos doadores e aceitadores
- 4.6 - Cálculo das concentrações de elétrons e lacunas no equilíbrio

#### **5. Tecnologias eletrônicas avançadas**

- 5.1 – O escalamento e os limites físicos da tecnologia CMOS
- 5.2 - Tecnologias CMOS nanométricas
- 5.3 - Transistores MOS com múltiplas portas: tecnologias SOI e FinFET
- 5.4 - Além da tecnologia CMOS: novos materiais, novos dispositivos

#### **BIBLIOGRAFIA**

M. Shur, *Introduction to Electronic Devices*, John Wiley & Sons, New York, 1996.

R. F. Pierret, *Advanced Semiconductor Fundamentals*, Second Ed., Pearson Education, Upper Saddle River, New Jersey, 2003.

Sérgio M. Rezende, *Materiais e Dispositivos Eletrônicos*, 4a Ed, Livraria da Física, 2015.

C. C. Hu, *Modern Semiconductor Devices for Integrated Circuits*, 2010  
<http://people.eecs.berkeley.edu/~hu/Book-Chapters-and-Lecture-Slides-download.html>

#### **IV) METODOLOGIA**

Aulas expositivas/dialogadas, alternadas com resolução de exercícios, aulas de laboratório e seminários.

**V) RECURSOS DIDÁTICOS:** equipamento de medida e caracterização, software de simulação de dispositivos.

**VI) AVALIAÇÃO:** A nota final será a média aritmética das 4 avaliações seguintes:

- 1) Prova teórica de 17 de abril ;
- 2) Prova teórica de 5 de junho;
- 3) Média dos relatórios das experiências de laboratório;
- 4) 1 seminário, apresentação final 3 de julho.

O aluno que obtiver média final igual 6,0 (seis), ou maior, estará aprovado. O aluno cuja média final for menor que 6,0 (seis) e maior que 3,0 (três), terá direito a fazer prova de recuperação (10 de julho), sobre **todo** o conteúdo ministrado. A nota obtida nessa prova será somada com a média anteriormente obtida e dividida por dois, originando assim a média final.