



#### I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	HORAS-AULA SEMANAIS		HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
EEL 7550	Eletrônica Aplicada	2	2	72 horas

#### II. PROFESSOR MINISTRANTE

Prof. Roberto Francisco Coelho

Prof. Fabian Leonardo Cabrera Riano

#### III. PRÉ-REQUISITOS

EEL 7540 | Circuitos Elétricos para Automação

#### IV. CURSOS PARA OS QUAIS A DISCIPLINA É OFERECIDA

(220) Engenharia de Controle e Automação

#### V. EMENTA

**Circuitos lineares com amplificador operacional:** amplificadores e modelos; o amplificador operacional ideal; principais aplicações do amplificador operacional. Não-idealidades do amplificador operacional e suas influências no desempenho de circuitos com amplificador operacional. **Diodos:** o diodo ideal; diodo de junção e suas características terminais; modelos pequenos sinais; diodos Zener; diodos emissores de luz; optoacopladores e sua aplicação em isolamento de circuitos digitais; análise de circuitos com diodo (retificador, roda livre, limitador, detector de pico). Transistores **BJT e MOSFET:** princípios de operação e características estáticas; modelos pequenos sinais; aplicação como chave, como fonte de corrente e como amplificador de potência.

#### VI. OBJETIVOS

Apresentar os principais componentes eletrônicos analógicos empregados em circuitos eletrônicos: os amplificadores operacionais, transistores e diodos. Entender o funcionamento desses circuitos, bem como criar modelos simplificados que permitam a simulação de seus comportamentos elétricos por meio de *software* para essa finalidade. Aplicar esses conhecimentos para analisar circuitos com sensores, circuitos atuadores e conversores analógicos-digitais/ digitais-analógicos, compreendendo suas características e limitações.

#### VII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

##### 1.1 Amplificadores operacionais (AMPOP)

- 1.1.1 O amplificador operacional ideal
- 1.1.2 Configurações básicas com amplificadores operacionais ideais
- 1.1.3 Características do amplificador operacional não ideal

##### 1.2 Diodos

- 1.2.1 Física dos semicondutores e modelos equivalentes
- 1.2.2 Análise de circuitos com diodos
- 1.2.3 Diodos zener, diodo emissor de luz e fotodiodo

##### 1.3 Transistores bipolares de junção (BJT)

- 1.3.1 Estrutura física e regiões de operação
- 1.3.2 Circuitos de polarização
- 1.3.3 Modelo de pequenos sinais

##### 1.4 Transistores de efeito de campo (MOSFET)

- 1.4.1 Estrutura física e regiões de operação
- 1.4.2 Circuitos de polarização
- 1.4.3 Modelo de pequenos sinais

#### VIII. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

1

Plano de ensino adaptado, em caráter excepcional e transitório, para substituição de aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus – COVID-19, em atenção à Resolução Normativa 140/2020/CUn.

---

**Teoria:** O material de apoio será disponibilizado no Moodle (slides, etc.). Haverá acompanhamento contínuo dos conhecimentos adquiridos pelos alunos através de questionários no Moodle. O horário da aula teórica será usado para explicação de conceitos contidos no material de apoio e/ou solução de exercícios em conjunto com os alunos e/ou para responder dúvidas dos alunos. Os encontros no horário da aula acontecerão de forma on-line a partir do Moodle. Outras ferramentas de software também poderão ser usadas a critério do professor. O aluno poderá consultar ao professor sobre quaisquer dúvidas através dos canais disponíveis no Moodle ou e-mail.

**Prática:** As aulas práticas na modalidade remota serão realizadas com o auxílio de softwares de simulação, como o *Pspice* ou software similar, de uso gratuito ou cuja licença tenha sido adquirida previamente. Os roteiros serão postados nas segundas-feiras de cada semana letiva, sendo que nas quartas-feiras subsequentes, das 8h20min às 10h00min, o professor permanecerá à disposição da turma, de forma síncrona, para tirar dúvidas. A postagem dos roteiros, bem como dos relatórios gerados deve ser feita via Moodle.

---

#### **IX. ATIVIDADES PRÁTICAS**

- 1) Introdução ao uso e às configurações de softwares de simulação de circuitos eletrônicos
- 2) AMPOP: circuitos com amplificadores operacionais ideias
- 3) AMPOP: ganho de malha aberta finito, largura de banda finita, imperfeições cc e *slew rate*.
- 4) Diodo: circuitos com diodo
- 5) Diodo: circuitos com diodo emissor de luz e diodo zener
- 6) BJT: regiões de operação
- 7) BJT: circuitos de polarização
- 8) BJT: operação como amplificador e como chave eletrônica
- 9) MOSFET: regiões de operação e circuitos de polarização
- 10) MOSFET: operação como amplificador e como chave eletrônica

---

#### **X. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO E CONTROLE DE FREQUÊNCIA**

**Teoria:** o controle de frequência nas atividades teóricas será realizado por meio da resposta dos alunos aos questionários via Moodle. As avaliações da parte teórica da disciplina incluem duas provas realizadas no horário da aula através do Moodle. A média da parte teórica será assim calculada:

$$\text{Média\_teoria} = 0,5*P1 + 0,5*P2$$

em que P1 e P2 são as notas das duas provas.

**Prática:**

O cômputo de frequência da parte prática será feito na apresentação de cada experimento programado. A nota da parte prática será calculada como:

$$\text{Média\_prática} = 0,4*PP1 + 0,4*PP2 + 0,2*REL$$

em que PP1 e PP2 são duas provas práticas e REL representa a média das notas obtidas nos relatórios referentes às atividades realizadas.

**Média final:** A nota final da disciplina será assim calculada:

$$\text{Média\_final} = 0,6*\text{Média\_teoria} + 0,4*\text{Média\_prática}$$

Será considerado aprovado o estudante que tiver frequência maior ou igual a 75% (considerando todas as atividades teóricas e práticas) e que tiver média final maior ou igual a 6,0. Se a média final for menor que 6,0 e maior ou igual a 3,0 e a frequência maior ou igual a 75% será oferecida uma avaliação de recuperação. Nesse caso, a nota da disciplina será a média entre a nota obtida ao longo do semestre e a avaliação de recuperação.

**Reposição das notas:**

- Em caso de impedimento por motivos técnicos (falhas na energia, internet ou equipamentos) do aluno de ficar online no horário programado durante alguma avaliação com nota regular (P1, P2, PP1 e PP2), ele deve entrar em contato (via e-mail ou Moodle) com o professor em no máximo 24 horas após cessar o motivo do impedimento para reagendar uma segunda tentativa.

- Nos casos previstos no regulamento da graduação (Art. 74) o aluno deverá solicitar à chefia do EEL a reposição da avaliação.

## XI. LEGISLAÇÃO

Não será permitido gravar, fotografar ou copiar as aulas disponibilizadas no Moodle. O uso não autorizado de material original retirado das aulas constitui contrafação – violação de direitos autorais – conforme a Lei nº 9.610/98 – Lei de Direitos Autorais.

## XI. REFERÊNCIAS

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- Slides utilizados na disciplina
- Amplificadores Operacionais: <https://www.ti.com/lit/an/sboa092b/sboa092b.pdf?ts=>
- Diodo, BJT e FET: <http://onlinebooks.library.upenn.edu/webbin/book/lookupid?key=olbp52133>
- Roteiros para realização de simulações

### Cronograma da parte teórica

**Horário da aula: Segunda-feira 13:30-15:10**

A programação original poderá ser modificada em caso de necessidade.

Semana	Aula	Data	Conteúdo
1	1	01/02	Introdução à disciplina. AMPOP ideal.
2	2	08/02	Configurações básicas com AMPOP.
3	-	15/02	Feriado
4	3	22/02	Características não-ideais.
5	4	01/03	Diodos: física de semicondutores e modelos
6	5	08/03	Análise de circuitos com diodos
7	6	15/03	Diodos zener, diodo emissor de luz e fotodiodo
8	P1	22/03	Prova 1
9	7	29/03	BJT: estrutura e regiões de operação
10	8	05/04	BJT: circuitos de polarização
11	9	12/04	BJT: modelo de pequenos sinais
12	10	19/04	MOSFET: estrutura e regiões de operação
13	11	26/04	MOSFET: circuitos de polarização
14	12	03/05	MOSFET: modelo de pequenos sinais
15	P2	10/05	Prova 2
16	R	17/05	Recuperação

### Cronograma da parte prática

**Horário da aula: quartas-feiras, das 8h20min às 10h00h.**

A programação original poderá ser modificada em caso de necessidade.

Semana	Aula	Data	Conteúdo
--------	------	------	----------

<b>1</b>	<b>1</b>	03/02	Apresentação da disciplina
<b>2</b>	<b>2</b>	10/02	Introdução ao uso e às configurações de softwares de simulação de circuitos eletrônicos
<b>3</b>	<b>-</b>	17/02	Feriado
<b>4</b>	<b>3</b>	24/02	AMPOP: circuitos com amplificadores operacionais ideias
<b>5</b>	<b>4</b>	03/03	AMPOP: ganho de malha aberta finito, largura de banda finita, imperfeições cc e <i>slew rate</i> .
<b>6</b>	<b>5</b>	10/03	Diodo: circuitos com diodo
<b>7</b>	<b>6</b>	17/03	Diodo: circuitos com diodo zener e diodo emissor de luz
<b>8</b>	<b>P1</b>	24/03	Prova 1
<b>9</b>	<b>7</b>	31/03	Sem atividades
<b>10</b>	<b>8</b>	07/04	BJT: regiões de operação
<b>11</b>	<b>9</b>	14/04	BJT: circuitos de polarização
<b>12</b>	<b>10</b>	21/04	BBJT: operação como amplificador e como chave eletrônica
<b>13</b>	<b>11</b>	28/04	MOSFET: regiões de operação e circuitos de polarização
<b>14</b>	<b>12</b>	05/05	MOSFET: operação como amplificador e como chave eletrônica
<b>15</b>	<b>P2</b>	12/05	Prova 2
<b>16</b>	<b>R</b>	17/05	Sem atividade