



PLANO DE ENSINO

CURSO	Engenharia Industrial Elétrica – Ênfase Eletrônica/Telecomunicações	MATRIZ	5		
FUNDAMENTAÇÃO LEGAL	(Resolução do COEPP que aprovou a matriz curricular do curso e, se houver, resoluções posteriores relativas à disciplina/unidade curricular) - SA				
DISCIPLINA/UNIDADE CURRICULAR	CÓDIGO	PERÍODO	CARGA HORÁRIA (horas)		
Amplificadores	EL66E	6	Teórica	Prática	Total
			60	60	120
PRÉ-REQUISITO	Sinais e Sistemas (EL65D), Eletrônica Básica (EL65E)				
EQUIVALÊNCIA	F5D300 (406)				

OBJETIVOS

Proporcionar aos alunos os conhecimentos teóricos e práticos necessários para analisar e sintetizar circuitos, sistemas amplificadores e osciladores, dando ênfase à visão de estabilidade, bem como possibilitar a escolha e o projeto do circuito adequado a cada aplicação.

EMENTA

Projeto de Filtros Analógicos; Amplificadores multistágio; Amplificadores realimentados; Estabilidade e osciladores; Amplificadores de potência; Amplificadores de RF;

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

ITEM	EMENTA	CONTEÚDO
1	Projeto de Filtros Analógicos	1.1) Análise e projeto de filtros passivos 1.2) Análise e projeto de filtros ativos
2	Amplificadores multistágio	2.1) Constante de amplificação da função de transferência 2.2) Resposta em alta frequência e baixa frequência 2.3) Associação de circuitos
3	Amplificadores realimentados	3.1) Análise das topologias 3.2) Redução de sistemas amplificadores e elos de realimentação a quadripolos 3.3) Análise através de quadripolos completos do amplificador e do elo de realimentação 3.4) Resposta transitória, resposta em frequência e estabilidade 3.5) Exemplos de aplicação da realimentação utilizando circuitos discretos e com amplificadores operacionais. Análise de um circuito completo de um amplificador operacional
4	Estabilidade e osciladores	4.1) Estabilidade e condições para oscilação 4.2) Osciladores RC e osciladores LC 4.3) Exemplos utilizando circuitos discretos e com amplificadores operacionais envolvendo redes seletivas de frequência com circuitos RC; LC e cristais piezoelétricos
5	Amplificadores de potência	5.1) Características Estáticas e Classes de Operação 5.2) Distorção Harmônica 5.3) Eficiência 5.4) Configurações e Dimensionamento 5.5) Exemplos de circuitos discretos, com amplificadores operacionais e outros circuitos amplificadores integrados
6	Amplificadores de RF	6.1) Circuitos com características lineares e não lineares 6.2) Sintonia 6.3) Desempenho de amplificadores de RF 6.4) Circuitos de potência 6.5) Exemplos de circuitos discretos, com amplificadores operacionais e outros circuitos amplificadores integrados
7	Atividades de laboratório	7.1 Simulação de circuitos utilizando simuladores de domínio livre, montagem, testes e medidas de vários circuitos com filtros ativos e passivos, amplificadores operacionais e amplificadores discretos.

PLANO DE AULAS	TURMA
PROFESSOR: Joaquim Miguel Maia	S11

ANO/SEMESTRE	CARGA HORÁRIA (aulas)				
2019/2	AT	AP	APS	AD	Total
	70	68		0	108

AT: Atividades Teóricas, AP: Atividades Práticas, APS: Atividades Práticas Supervisionadas, AD: Atividades a Distância.

DIAS DAS AULAS PRESENCIAIS

Dia da semana	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Número de aulas no semestre	14	18	18	18	16	14

PROGRAMAÇÃO E CONTEÚDOS DAS AULAS (PREVISÃO)

Dia/Mês ou Semana	Conteúdo das Aulas	Número de Aulas
22/02/2021	Amplificadores Básicos (Monoestágio); Desenvolvimento do Projeto 1 (Amplificadores Mono e Multiestágio).	6
24/02/2021	Amplificadores Básicos (Monoestágio);	2
01/03/2021	Amplificadores Básicos (Monoestágio); Desenvolvimento do Projeto 1 (Amplificadores Mono e Multiestágio).	6
03/03/2021	Amplificadores Básicos (Monoestágio)	2
08/03/2021	Amplificadores Básicos (Monoestágio); Desenvolvimento do Projeto 1 (Amplificadores Mono e Multiestágio).	6
10/03/2021	Amplificadores Básicos (Monoestágio)	2
15/03/2021	Amplificadores Básicos (Monoestágio e Multiestágios); Desenvolvimento do Projeto 2 (Amplificador Realimentado); Entregar Relatório Prática 1.	6
17/03/2021	Amplificadores Realimentados;	2
22/03/2021	Amplificadores Realimentados Desenvolvimento do Projeto 3 (Osciladores).	6
24/03/2021	Amplificadores Realimentados;	2
29/03/2021	Amplificadores Realimentados; Desenvolvimento do Projeto 3 (Osciladores). Entregar Relatório Prática 2.	6
31/03/2021	Análise de Estabilidade de Amplificadores Realimentados;	2
05/04/2021	Análise de Estabilidade de Amplificadores Realimentados. Desenvolvimento do Projeto 4 (Filtros Ativos e Passivos);	6
07/04/2021	Análise de Estabilidade de Amplificadores Realimentados;	2
12/04/2021	1ª Prova/Lista de Exercícios Desenvolvimento do Projeto 4 (Filtros Ativos e Passivos); Entregar Relatório Prática 3	6
14/04/2021	Técnicas de Compensação;	2
19/04/2021	Técnicas de Compensação; Revisão de Amplificadores Operacionais. Desenvolvimento do Projeto 5 (Amplificadores de Potência).	6
21/04/2021	FERIADO TIRADENTES – NÃO HAVERÁ AULAS	2
26/04/2021	Osciladores Senoidais. Desenvolvimento do Projeto 5 (Amplificador de Potência); Entregar Relatório Prática 4.	6
28/04/2021	Osciladores Senoidais.	2
03/05/2021	Osciladores Senoidais; Desenvolvimento e Apresentação do Projeto Final (Amplificador/Filtro/Oscilador); Entregar Relatório Prática 5.	6
05/05/2021	Filtros Passivos e Ativos;	2
10/05/2021	Filtros Passivos e Ativos; Desenvolvimento e Apresentação do Projeto Final (Amplificador/Filtro/Oscilador).	6
12/05/2021	Amplificadores de Potência e de RF.	2
17/05/2021	2ª Prova/Lista de Exercícios Desenvolvimento e Apresentação do Projeto Final (Amplificador/Filtro/Oscilador).	6
19/05/2021	Entrega do Relatório do Projeto Final.	2
24/05/2021	Avaliação final das Práticas 1 a 5, Relatório Final, Lista de Exercícios e finalização da disciplina.	6
		2
		6
		2
		6

PROGRAMAÇÃO E CONTEÚDOS DAS AULAS (PREVISÃO)		
Dia/Mês ou Semana	Conteúdo das Aulas	Número de Aulas
		2

PROCEDIMENTOS DE ENSINO

AULAS TEÓRICAS

Aulas expositivas gravadas ou virtuais utilizando multimídia, notas de aulas/artigos a serem entregues aos alunos. Serão resolvidos exercícios em sala de aula e outros exemplos resolvidos serão entregues aos alunos para estudo. As dúvidas poderão ser sanadas durante as aulas ou extra-classe.

AULAS PRÁTICAS

Será entregue um roteiro da prática e os alunos deverão realizar simulações e projetos de circuitos utilizando amplificadores e filtros. Para cada prática deverá ser entregue um relatório incluindo os cálculos, simulações e gráficos e tabelas obtidas durante os testes.

ATIVIDADES PRÁTICAS SUPERVISIONADAS

Serão indicados no próprio roteiro da aula prática os circuitos e tarefas a serem executadas pela equipe do laboratório, constituída de, no máximo 3 integrantes. Essas tarefas deverão ser realizadas pelos alunos fora do horário de aula e a avaliação/acompanhamento será feita nas aulas virtuais.

As listas de exercícios poderão ser resolvidas em conjunto, no entanto, cada aluno deverá entregar as suas. As listas deverão ser feitas à mão, escaneadas e entregues em formato PDF.

A nota das listas será incorporada na média da teoria para complementar a nota. O peso das listas não será de aproximadamente 1 ponto na teoria.

ATIVIDADES À DISTÂNCIA

Todas as atividades serão realizadas à distância.

PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO

Duas provas teóricas, Cinco práticas de laboratório e um Projeto Final. As APS serão utilizadas para implementar as práticas e o projeto final. As notas das APS serão incorporadas às notas do laboratório e do projeto final.

$MT = 0,9 \cdot (P1 + P2)/2 + 0,1 \cdot (\text{Listas})$

Média Teoria

$ML = (1^\circ \text{ Rel} + 2^\circ \text{ Rel} + 3^\circ \text{ Rel} + 4^\circ \text{ Rel} + 5^\circ \text{ Rel})/5$

Média Laboratório

P1 = Prova 1

P2 = Prova 2

Projeto = Projeto Final a ser realizado como parte das atividades de laboratório, incluindo as APS

$MP = 0,65 \cdot MT + 0,20 \cdot ML + 0,15 \cdot \text{Projeto}$

Média Parcial

Se Projeto ≥ 5.0

$MP = 0,50 \cdot MT + 0,10 \cdot ML$

Média Parcial

Se Projeto < 5.0

MF

Média Final

MF $\geq 6,0$ para Aprovação

REFERÊNCIAS

Referências Básicas:

1. MAIA, J. M. **Apostila de Amplificadores**, UTFPR.
1. MILMAN, Jacob & HALKIAS, Christos C. **Eletrônica: dispositivos e circuitos**, Vol. 1 e 2. São Paulo: MacGraw-Hill.
2. PEDRONI, Volnei A., **Circuitos Eletrônicos**, LTC
3. SEDRA, A. S. & SMITH, K. C. – **Microeletrônica**, Makron Books
4. Boylestad, R. L. & Nashelski, L. - **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**, Prentice Hall

Referências Complementares:

1. GRAY E SEARLEY, **Princípios de Eletrônica**, Vol. 2 e 3 – LTC
2. TOBEY, GRAEME, HULSMAN, **Operational Amplifiers**, MacGraw-Hill
3. TEXAS INSTRUMENTS, **Circuit Design for Audio, AM/FM, and TV**, McGraw-Hill
4. TEXAS INSTRUMENTS, **Transistor Circuit Design**, MacGraw-Hill
5. SEVIN JR, Leonce. **Field effect transistors**, McGraw-Hill
6. HAMILTON, Douglas J. & HORWARD, William G., **Basic Integrated Circuit Design**, McGraw-Hill
7. KUO, Benjamin C., **Sistemas Automáticos de Controle**, Comp. Editorial Continental
8. DISTEFANO, Joseph J., **Sistemas de Retroação e Controle**, McGraw-Hill
9. MILLMAN, Jacob & GRABEL, Arvin, **Microeletrônica**, Vol. 1 e Vol. 2

ORIENTAÇÕES GERAIS

Assinatura do Professor

Assinatura do Coordenador do Curso

LEGENDA:

	Feriado Nacional		Recesso		Conclusão das Atividades Docentes
	Feriado Local		Recesso Local		Finalização dos Diários de Classe
	Férias		Recesso Acadêmico		Férias Diferenciadas
	Planejamento de Ensino/Pesquisa/Extensão e Capacitação		Início das Ativ. Acad. p/ Calouros		Início / Término das aulas

01 - JANEIRO 2021							Atividades Acadêmicas: 00							02 - FEVEREIRO 2021							Atividades Acadêmicas: 09							
D	S	T	Q	Q	S	S								D	S	T	Q	Q	S	S								
					1	2	01 - Confraternização Universal									1	2	3	4	5	6	01 e 02 - Férias Docentes						
3	4	5	6	7	8	9	02 - Recesso							7		8	9	10	11	12	13	03 a 13 - Planejamento/Capacitação						
10	11	12	13	14	15	16	04 a 31 - Férias Docentes							14	15	16	17	18	19	20	15 e 16 - Carnaval							
17	18	19	20	21	22	23								21	22	23	24	25	26	27	17 - Recesso (Cinzas)							
24	25	26	27	28	29	30								28								18 - Início do 2º semestre de 2020						
31	-	-	-	-	-	-								-	1	1	1	2	2	2	18 - Início das Ativ. Acad. p/ Calouros							
03 - MARÇO 2021							Atividades Acadêmicas: 27							04 - ABRIL 2021							Atividades Acadêmicas: 23							
D	S	T	Q	Q	S	S								D	S	T	Q	Q	S	S								
	1	2	3	4	5	6												1	2	3	02 - Paixão de Cristo							
7	8	9	10	11	12	13								4	5	6	7	8	9	10	03 - Recesso (Sábado de Aleluia)							
14	15	16	17	18	19	20								11	12	13	14	15	16	17	04 - Páscoa							
21	22	23	24	25	26	27								18	19	20	21	22	23	24	21 - Tiradentes							
28	29	30	31	-	-	-								25	26	27	28	29	30	-								
-	5	5	5	4	4	4								-	4	4	3	5	4	3								
05 - MAIO 2021							Atividades Acadêmicas: 20							06 - JUNHO 2021							Atividades Acadêmicas: 14							
D	S	T	Q	Q	S	S								D	S	T	Q	Q	S	S								
					1	2	01 - Dia Mundial do Trabalho										1	2	3	4	5	01 e 02 - Férias Docentes						
2	3	4	5	6	7	8	25 - Término do 2º semestre/2020							6	7	8	9	10	11	12	03 - Corpus Christi							
9	10	11	12	13	14	15	25 - Conclusão das Atividades Docentes							13	14	15	16	17	18	19	04 e 05 - Recesso							
16	17	18	19	20	21	22	26 - Finalização dos Diários de Classe							20	21	22	23	24	25	26	07 a 12 e 14 - Planejamento/Capacitação							
23	24	25	26	27	28	29	27 a 31 - Férias Docentes							27	28	29	30	-	-	-	14 - Início das Ativ. Acad. p/ Calouros							
30	31	4/4	3	3	3	3								-	2	3	3	2	2	2	15 - Início do 1º semestre de 2021							
07 - JULHO 2021							Atividades Acadêmicas: 27							08 - AGOSTO 2021							Atividades Acadêmicas: 26							
D	S	T	Q	Q	S	S								D	S	T	Q	Q	S	S								
					1	2	3								1	2	3	4	5	6	7							
4	5	6	7	8	9	10								8	9	10	11	12	13	14								
11	12	13	14	15	16	17								15	16	17	18	19	20	21								
18	19	20	21	22	23	24								22	23	24	25	26	27	28								
25	26	27	28	29	30	31								29	30	31	-	-	-	-								
-	4	4	4	5	5	5								-	5	5	4	4	4	4								
09 - SETEMBRO 2021							Atividades Acadêmicas: 11							10 - OUTUBRO 2021							Atividades Acadêmicas: 23							
D	S	T	Q	Q	S	S								D	S	T	Q	Q	S	S								
			1	2	3	4	04 - Término do 1º semestre/2021												1	2	11 - Recesso							
							04 - Conclusão das Atividades Docentes														12 - Padroeira do Brasil							
5	6	7	8	9	10	11	04 a 08 Finalização dos Diários de Classe - 07 Independência do Brasil							3	4	5	6	7	8	9	28 - Dia do Servidor Público							
12	13	14	15	16	17	18	08 Padroeira - 9 a 16 - Férias Docentes							10	11	12	13	14	15	16								
19	20	21	22	23	24	25	17 e 18 e 20 a 22 - Planejamento/Capacitação							17	18	19	20	21	22	23								
26	27	28	29	30	-	-	22 - Início das Ativ. Acad. p/ Calouros							24	25	26	27	28	29	30								
-	0/1	0/1	1/1	1/2	1/1	1/1	23 - Início do 2º semestre de 2021							31	3	3	4	3	5	5								
11 - NOVEMBRO 2021							Atividades Acadêmicas: 23							12 - DEZEMBRO 2021							Atividades Acadêmicas: 17							
D	S	T	Q	Q	S	S								D	S	T	Q	Q	S	S								
	1	2	3	4	5	6	01 - Recesso										1	2	3	4	20 - Término do 2º Semestre/2021							
7	8	9	10	11	12	13	02 - Finados							5	6	7	8	9	10	11	20 - Conclusão das Atividades Docentes							
14	15	16	17	18	19	20	15 - Proclamação da República							12	13	14	15	16	17	18	21 - Finalização dos Diários de Classe							
21	22	23	24	25	26	27								19	20	21	22	23	24	25	22 e 23 e 27 a 30 - Recesso Acadêmico							
28	29	30	-	-	-	-								26	27	28	29	30	31		24 e 31 - Recesso							
-	3	4	4	4	4	4								-	3	2	3	3	3	3	25 - Natal							
Obs.: 08/09 feriado local no câmpus																												

Obs.: 08/09 feriado local no câmpus.

DIAS LETIVOS* - (2020/2)						DIAS LETIVOS* - (2021/1)					
SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB
14	14	12	14	13	12	11	12	12	12	12	12
Dias Totais de Ativ. Acadêmicas: 79						Dias Totais de Ativ. Acadêmicas: 71					
DIAS LETIVOS* - (2021/2)											
SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB						
10	10	12	12	13	13						
Dias Totais de Ativ. Acadêmicas: 70											