



Ministério da Educação  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 Setor de Tecnologia  
 Departamento de Engenharia Elétrica

**Ficha 2 (Período Especial 2- Resolução No. 65/2020-CEPE)**

<b>Disciplina: Antenas</b>								<b>Código: TE900</b>	
Natureza: Optativa			Semestral						
Pré-requisito: Não há			Co-requisito: não há			Modalidade: : EaD (100%)			
<b>CH Total: 60</b> <b>CH semanal:</b> <b>04</b>	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):		
<b>EMENTA (Unidade Didática)</b>									
Estudo dos diversos tipos de antenas; Projetos de antenas; Utilização das antenas; Antena de celular; Estudo dos parâmetros físicos.									
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</b>									
1- Introdução: Sistemas guiados e não-guiados, importância e aplicações; 2- Antenas e principais aplicações: visão geral; 3- Equações de Maxwell e Potenciais Eletromagnéticos 4- Teorema de Poynting e Densidade de Potência Radiada 5- Potenciais no calibre de Lorenz e cálculo dos campos 6- Teoria da Radiação Eletromagnética: Condições para Radiação e a Carga Acelerada 7- Solução dos campos de radiação para o dipolo elétrico curto 9- Considerações a respeito do vetor de Poynting 10 - Campo Próximo e Campo Distante(de Radiação); 11 – Elemento infinitesimal de ângulo sólido 12 - Potência Radiada por Unidade de Ângulo Sólido; 13 - Radiador Isotrópico; 14 - Padrão de Radiação e Diagramas de Radiação; 15 - Diretividade, Eficiência e Ganho de Antena; 16 - Polarização de Antena; 17 - Impedância de Antena, Circuitos Equivalentes para Transmissão e Recepção; 18 - Sistemas de Comunicação e a Fórmula de Friis; 19 – A Equação do Radar, Efeito Doppler e Determinação de Velocidades; 20 - Tipos de Antenas e Aplicações 21- Antenas Filamentares: Dipolo Elétrico, Dipolo Magnético; 22- Arranjos de Antenas; 23- Antenas Ressonantes e Antenas de Banda Larga; 24- Teoria de Difração e Antenas de Abertura: Patch Antennas, Cornetas e Refletoras;									
<b>OBJETIVO GERAL</b>									
Introduzir ao aluno o conceito de antena e familiarizá-lo com a teoria dos potenciais para a solução de problemas de antena. Apresentar características e parâmetros de antenas; principais tipos de antenas e a sua aplicação em Engenharia de Telecomunicações.									

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O estudante deverá ser capaz de:

- Utilizar os potenciais eletromagnéticos para determinar as principais características das antenas, como o diagrama de radiação, o ganho e a resistência de radiação.
- Conhecer os diversos tipos de antenas e suas aplicações nas diversas faixas do espectro eletromagnético.
- Projetar e/ou determinar o tipo de antena mais adequado para dada aplicação.
- Possuir discernimento quanto ao melhor método de solução de questões e problemas contextualizados.
- Determinar com clareza as variáveis e parâmetros relacionados a Teoria de Antenas.
- Desenvolver senso de argumentação e proposição de respostas considerando as competências e habilidades na sua formação.

## PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A disciplina será desenvolvida por meio de aulas semanais, assíncronas, gravadas e disponibilizadas através do YouTube semanalmente, para os participantes regularmente matriculados na disciplina. O participante terá a opção de assistir a aula a qualquer momento que tenha disponibilidade. Cada aula terá associada uma tarefa a ser respondida pelo participante de forma individual e cujo prazo de envio ao professor responsável será de uma semana. O *Ambiente Virtual de Aprendizagem* (AVA) será a plataforma Microsoft® TEAMS, disponível gratuitamente para todos os estudantes com registro ativo na UFPR, para disponibilização de atividades e eventuais reuniões em tempo real. As aulas gravadas serão disponibilizadas através do YouTube, cujos links serão disponibilizados semanalmente na página da disciplina ([www.eletrica.ufpr.br/cadartora/TE900.htm](http://www.eletrica.ufpr.br/cadartora/TE900.htm)). Serão cadastrados no grupo "Antenas – TE900" da plataforma Microsoft® TEAMS unicamente os alunos com matrícula regularmente realizada na disciplina TE900 através da Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica, no Período Especial 2 previsto em Resolução 65/2020-CEPE. O professor responsável pela disciplina atuará como tutor. A tutoria (de participação não obrigatória e considerada atividade extra-classe) será realizada na forma de uma Reunião Virtual de acordo com a necessidade da turma, na plataforma Microsoft® TEAMS, às segundas-feiras com início às 19 horas ou em outro horário a combinar com os discentes matriculados. Os participantes serão orientados a enviar suas dúvidas antecipadamente por escrito para o professor através de canal de e-mail institucional da UFPR, a ser divulgado, sendo a resposta do professor-tutor preferencialmente realizada na Reunião Virtual.

### Material didático:

As aulas serão gravadas a partir de apresentações já existentes da disciplina ofertada na forma presencial, de autoria do próprio docente. O material original sofreu adaptações para o Ensino à Distância. O material didático (Slides das Aulas em Formato PDF, Livro texto da disciplina e Listas de Exercícios) estão disponíveis no site da disciplina ([www.eletrica.ufpr.br/cadartora/TE900.htm](http://www.eletrica.ufpr.br/cadartora/TE900.htm)).

### Requisitos digitais:

Para participar das atividades da disciplina o estudante deverá ter acesso a computador, *notebook* ou *desktop*, ou ainda a *tablet*, com acesso à Internet em banda larga. Não é necessária aquisição ou instalação de nenhum *software* em especial, uma vez que todos alunos da UFPR tem acesso gratuito ao pacote Microsoft® Office para Web. Recomenda-se que a participação na Reunião Virtual Semanal seja feita com o uso de computador, mas pode ser feita – caso necessário – através de *smartphone* onde seja instalado previamente o aplicativo Microsoft® TEAMS, disponível gratuitamente para as plataformas Android e iOS.

Para o cadastramento dos participantes na plataforma Microsoft® TEAMS e obter acesso gratuito ao pacote Microsoft® Office para Web é obrigatório ao aluno ter um e-mail institucional da UFPR, na forma [seunome@ufpr.br](mailto:seunome@ufpr.br). Os alunos que porventura não tiverem ainda seu e-mail institucional devem obtê-lo gratuitamente acessando ao serviço da AGETIC (Agência de Tecnologia da Informação e Comunicação) da UFPR pelo *link*: <https://intranet.ufpr.br/intranet/public/solicitacaoEmailInputFormCPF.action>

Estudantes que fazem parte dos programas de assistência estudantil da UFPR e estudantes com comprovação de vulnerabilidade socioeconômica e falta de acesso digital devem buscar auxílio em editais específicos coordenados pela Pró-reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE) da UFPR.

### Controle de frequência das atividades:

Fica estabelecido o controle de frequência somente por meio da realização, de forma assíncrona, de trabalhos e exercícios domiciliares desenvolvidos pelos estudantes.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

- Estão previstas 5 (cinco) atividades, cada uma delas recebendo uma nota ( $n_i$ ) de 0 (zero) a 100 (cem), conforme segue:
  - Atividade 1: Potenciais Eletromagnéticos, Teoria da Radiação Eletromagnéticas e Vetor de Poynting
  - Atividade 2: Características Básicas de Antenas: Regiões de Campo, Campos de Radiação e Diagramas de Radiação, Ganho e Diretividade
  - Atividade 3: Sistemas de Comunicação sem fio, Fórmula de Friis e Equação do Radar
  - Atividade 4: Cálculos e Projeto de Antenas Filamentares e Arranjos

Atividade 5: Cálculos e Projeto em Antenas de Abertura.

- Atividades postadas fora do prazo são penalizadas com a perda de 30% da nota.
- A **Média Parcial** ( $m_{parcial}$ ) será calculada pela média das notas obtidas nas atividades, através de:

$$m_{parcial} = \frac{\sum_{i=1...5} n_i}{5}$$

- A partir do cálculo da **Média Parcial** ( $m_{parcial}$ ), tem-se os participantes **Aprovados por média** no caso de  $m_{parcial} \geq 70$  e a **Média Final** ( $m_{final}$ ) terá o mesmo valor da **Média Parcial** ( $m_{parcial}$ ).
- Os participantes cuja **Média Parcial** ( $m_{parcial}$ ) seja inferior a 70 porém igual ou superior a 40 ( $40 \leq m_{parcial} < 70$ ) será dada a oportunidade da redação de um Trabalho Extra, com tema a ser definido, ao qual será atribuída uma nota ( $t_{extra}$ ) entre zero e 100. Neste caso a **Média Final** ( $m_{final}$ ) será obtida através de:

$$m_{final} = \frac{m_{parcial} + t_{extra}}{2}$$

- Participantes cuja **Média Parcial** ( $m_{parcial}$ ) for inferior a 40 serão considerados REPROVADOS, sem direito ao Trabalho Extra.

**A frequência mínima para aprovação deve ser maior ou igual a 75%.**

#### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)**

- KRAUS, John Daniel. Antenas. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983. [10], 516 p., il. ISBN 8570300204.
- BALANIS, Constantine A., Teoria de Antenas – Análise e Síntese – Vol. 1, 3a. Ed., LTC.
- BALANIS, Constantine A., Teoria de Antenas – Análise e Síntese – Vol. 2, 3a. Ed., LTC.

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)**

- W.L. Stutzman, G.A. Thiele, Antenna Theory and Design, John Wiley, 2a Edição.
- Sophocles J. Orfanidis, Electromagnetic Waves and Antenas, disponível livremente no site [www.ece.rutgers.edu/~orfanidi/ewa](http://www.ece.rutgers.edu/~orfanidi/ewa)
- KRAUS, John Daniel. Antennas. New York: McGraw-Hill, 1950. Xii, 553 p., il. (McGraw-Hill electrical and electronic engineering series).
- WATSON, W. H. The physical principles of wave guide transmission and antenna systems. Oxford: Clarendon, 1947. 207 p., il
- W.L. Stutzman, G.A. Thiele, Antenna Theory and Design, John Wiley, 2a Edição ou superior.

#### **Indicação docente**

- Matthew N.O. Sadiku, Elementos do Eletromagnetismo, Ed. Bookman, em qualquer das edições.
- J. D. Jackson, Classical Electrodynamics, 2nd or 3rd Edition, John –Wiley & sons.
- Notaros Branislav M., Eletromagnetismo. São Paulo. Ed. Pearson. 2012.
- W.L. Stutzman, G.A. Thiele, Teoria e Projeto de Antenas, Rio de Janeiro, Ed. LTC. Vol. 1, 3a Edição, 2017.

**Professores da Disciplina:** César Augusto Dartora

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:** Luiz Antônio Belinaso

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

\*OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.

**Cronograma Detalhado de Aulas e Avaliações – Período Letivo 2020/Especial 2**  
**Obedecendo a Resolução 65/2020 - CEPE**

<b>Data</b>	<b>Assunto</b>
Semana 1 03/11/20 a 08/11/20 CH: 10h	Aula 1: <b>Introdução – Ondas Guiadas e Não-Guiadas,</b> Aula 2: <b>Panorama Geral dos Tipos de Antenas e Aplicações</b> Aula 3: <b>Revisão das Equações de Maxwell e Ondas Eletromagnéticas</b> Aula 4: <b>Teorema de Poynting e Considerações Gerais sobre a Radiação</b> Aula 5: <b>Potenciais Eletromagnéticos e Condições de Calibre</b>
Semana 2 09/11/20 a 15/11/20 CH: 10h	Aula 6: <b>Equações de Ondas para os Potenciais</b> Aula 7: <b>Solução Formal das Equações com Fontes e Aproximações: Transformadas de Fourier</b> Aula 8: <b>Campos EM do Dipolo Elétrico e do Dipolo magnético</b> Aula 9: <b>Características básicas de Antenas e Expressões para os Campos de Radiação</b> <b>Disponibilização da Atividade 1 (para entregar até 22/11)</b>
Semana 3 16/11/20 a 22/11/20 CH: 10h	Aula 10: <b>Radiador Isotrópico, Elemento Infinitesimal de Ângulo Sólido</b> Aula 11: <b>Diretividade, Ganho e Diagramas de radiação</b> Aula 12: <b>Ângulo de Abertura de Feixe, Lóbulos de Radiação, Relação Frente-Costas,</b> Aula 13: <b>Polarização do Campo Radiado: Caso geral, polarização linear e circular</b> Aula 14: <b>Impedância de Antenas e Circuitos Equivalentes de Antenas</b> <b>Disponibilização da Atividade 2 (para entregar até 29/11)</b>
Semana 4 23/11/20 a 29/11/20 CH: 10h	Aula 15: <b>Sistemas de Comunicação e a Fórmula de Friis</b> Aula 16: <b>Ruído em Antenas e Temperatura de Antena</b> Aula 17: <b>Aplicações com a Fórmula de Friis</b> Aula 18: <b>A Equação do Radar e Aplicações Básicas</b> Aula 19: <b>Efeito Doppler e determinação de velocidades de objetos</b> <b>Disponibilização da Atividade 3 (para entregar até 06/12)</b>
Semana 5 30/11/20 a 06/12/20 CH: 10h	Aula 20: <b>Antenas Filamentares: Expressões Gerais e Transformadas</b> Aula 21: <b>Antenas Filamentares: Exemplos</b> Aula 22: <b>Arranjos de Antenas Filamentares: Teoria</b> Aula 23: <b>Arranjos de Antenas Filamentares: Exemplos</b> Aula 24: <b>Efeitos de Planos Refletores sobre a Radiação</b> Aula 25: <b>Antena com refletor de canto</b> <b>Disponibilização da Atividade 4 (para entregar até 13/12)</b>
Semana 6 07/12/20 a 13/12/20 CH: 10h	Aula 26: <b>Antenas de Abertura: Teoria geral</b> Aula 27: <b>Antenas de Abertura: A Abertura circular</b> Aula 28: <b>Antenas Refletores Parabólicas: Modelo de óptica geométrica</b> Aula 29: <b>Antenas Impressas em Microfita, Antenas do tipo Patch</b> <b>Disponibilização da Atividade 5 (para entregar até 19/12)</b>
21/12/2020 a 17/01/2021	<b>RECESSO</b>
Semana 7 18/01/21 a 24/01/21	<b>Exame Final: Trabalho disponibilizado em 18/01/21 com prazo de entrega até 20/01/21.</b>

\*CH: Carga Horária Estimada para cada semana.

\*\*Atividades serão contabilizadas como 3h para o cômputo da carga horária total daquela semana, embora possam requerer mais tempo para a realização.

\*\*\* As datas acima seguem Resolução 65/2020 do CEPE que rege o Período Especial 2 de 2020. Possíveis alterações de datas de aulas poderão ocorrer, a depender do andamento da disciplina e eventuais alterações em datas de avaliação serão previamente comunicadas aos alunos através da homepage da disciplina.

<http://www.eletrica.ufpr.br/cadartora/TE900.htm>