



**Instituto Tecnológico de Aeronáutica**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO**  
**Curso de Especialização em Análise de Ambiente Eletromagnético -**  
**CEAAE**

**PROJETO PEDAGÓGICO BÁSICO - 2021**

**I. Proposta Geral:**

O CEAAE tem por finalidade a formação de especialistas capacitados a analisar a metodologia e a tecnologia empregadas na interação de equipamentos e sistemas com o ambiente eletromagnético (Guerra Eletrônica). Em caráter complementar e por demanda do SIGEA, o currículo do CEAAE poderá incluir conteúdos relativos às interações com o ambiente acústico submarino e magnético (Guerra Antissubmarino).

**II. Público Alvo:**

O CEAAE destina-se a militares e civis do Comando da Aeronáutica, com vistas a atender as necessidades do Comando da Aeronáutica. O CEAAE poderá, no entanto, receber candidatos de outros Comandos Militares, órgãos governamentais e empresas da Base Industrial de Defesa (BID) conforme disponibilidade de vagas e conveniência para o COMAER.

O candidato ao CEAAE precisa possuir diploma de curso superior de graduação, ou a este comparado pelo Conselho Nacional de Educação. O Curso Doutrinário de Guerra Eletrônica (CDGE), oferecido pelo Comando-Geral de Operações Aéreas (COMGAR) no Grupo de Instrução Tática e Especializadas (GITE) em Parnamirim/RN é pré-requisito para matrícula no CEAAE.

Curso de Guerra Eletrônica equivalente com carga horária mínima de 120 horas-aula (ministrado pela Marinha ou pelo Exército) poderá ser aceito como pré-requisito em substituição ao CDGE. Caso o candidato não possua o CDGE (ou curso de GE equivalente), a Organização Militar/Instituição/Empresa de origem deve solicitar ao COMGAR a matrícula do candidato do CEAAE no CDGE.

**III. Carga Horária Total:**

A Carga Horária total do curso é de 406 horas-aula.

**IV. Estrutura do Curso:**

**IV.1 Disciplinas**

As Disciplinas oferecidas para o CEAAE são:

GE 801      FUNDAMENTOS DE MICRO-ONDAS

GE 802      FUNDAMENTOS DE ANTENAS

GE 803	FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DE INFRAVERMELHO E ELETRO-ÓPTICOS
GE 804	FUNDAMENTOS DE PROBABILIDADE
GE 805	PRINCÍPIOS DE TELECOMUNICAÇÕES
GE 806	FUNDAMENTOS DE CÁLCULO
GE 808	ANÁLISE E SÍNTESE DE SINAIS RADAR
GE 809	FUNDAMENTOS DE MODELAGEM E SIMULAÇÃO
GE 811	INTRODUÇÃO À INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA
GE 813	FUNDAMENTOS DE FÍSICA
GE 901	METODOLOGIA CIENTÍFICA

## IV.2 Avaliações

Estão previstas avaliações para todas as disciplinas do CEAAE, inclusive o TCC. A forma de avaliação varia de acordo com o planejamento do professor da disciplina, podendo se constituir em prova escrita, prova oral ou confecção de trabalhos escritos (papers e relatórios) individuais ou em grupo.

É considerado aprovado o aluno que recebe média final, em cada disciplina, igual ou maior que 6,5 (conceito R). Para que o aluno receba o certificado de especialização, é necessário que a média final, englobando todas as disciplinas, seja maior ou igual a 7,5 (conceito B).

## IV.3 Corpo Docente

O Corpo Docente do CEAAE é composto por civis e militares do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, podendo contar também com pesquisadores do Núcleo do Instituto de Aplicações Operacionais – NUJAO, e demais Institutos do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial - DCTA.

## V. Conteúdo Programático

### 1º PERÍODO

#### **GE806 FUNDAMENTOS DE CÁLCULO**

Carga Horária: 7 semanas x (4 – 0 – 2)\* = 42 h/a

Funções de uma variável, limites, derivadas, regras de derivação, integrais definidas e indefinidas, técnicas de integração. Equações diferenciais ordinárias: classificação das equações diferenciais, equações diferenciais de 1ª ordem, equações diferenciais lineares de 2ª ordem. Equações diferenciais parciais. Transformada de Laplace. Curva de Bode. Modelamento por espaço de estados. Tratamento algébrico de vetores: Vetores, representação geométrica, soma de vetores: polígonos, paralelogramo e decomposição de vetores. Multiplicação de vetor por escalar, subtração de vetores. Representação algébrica de vetores no R2 e no R3. Operações com vetores em sua representação algébrica. Produto Escalar e Vetorial – O produto escalar, definição, propriedades, tratamento

algébrico do produto escalar. O produto vetorial, definição, tratamento algébrico do produto vetorial, interpretação geométrica do produto vetorial. Cálculo diferencial e integral de funções com mais de duas variáveis: O operador Nabla e suas operações, divergente, gradiente e o Laplaciano.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

APOSTOL, T. M. Calculus. New York: John WILEY & Sons 2nd ed., vol. I e II.  
GUIDORIZZI, H. L. Um Curso de Cálculo. Ed. Livros Técnicos e Científicos. 2a. ed, vol. 1, 2, 3 e 4.  
HARMAN, T.L., Advanced engineering mathematics with Matlab. Pacific Grove: Brooks/Cole Publ., 2000.

#### **GE813 FUNDAMENTOS DE FÍSICA**

Carga Horária: 7 semanas x (4 – 0 – 2)\* = 42 h/a

Ótica Geométrica: princípios fundamentais, refração e reflexão. Ótica Física: ondas, polarização, interferência e difração. Eletrostática: princípios fundamentais, Lei de Coulomb, Campo Elétrico, Lei de Gauss, Potencial Elétrico. Eletrodinâmica: Corrente Elétrica, Potência Elétrica, Leis de Ohms, Capacitor, Leis de Kirchhoff. Magnetismo: Lei da indução de Faraday, Lei de Lenz e Indutores. Física Moderna: O problema do Corpo Negro, princípios da física quântica.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

HALLIDAY & RESNICK. Física. São Paulo: Ed. Livros Técnicos e Científicos, vol. 3 e 4.  
ALONSO & FINN. Física, um Curso Universitário. Ed. Edgard Blücher.- vol. 2.

#### **GE804 FUNDAMENTOS DE PROBABILIDADE**

Carga Horária: 7 semanas x (2 – 0 – 2)\* = 28 h/a

Introdução a Teoria da Probabilidade: Conceito de Probabilidade; Probabilidade Condicional; Eventos Independentes; Média; Momentos, Variância e Covariância; Variável Aleatória Contínua; Distribuições Especiais. Processos Estocásticos: Processos Estocásticos Contínuos; Processos Estocásticos Discretos.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

KAY, S. Intuitive Probability and Random Processes Using MATLAB. New York: Springer, 2006.  
JAFFE, RICHARD C. Random Signals for Engineers Using MATLAB and Mathcad. New York: Springer, 2000.  
SHYMK, J. J. Probability, Random Variables, and Random Processes: Theory and Signal Processing Applications. New Jersey: Wiley, 2012.

#### **GE809 FUNDAMENTOS DE MODELAGEM E SIMULAÇÃO**

Carga Horária: 7 semanas x (2 – 2 – 0)\* = 28 h/a

Fundamentos de Modelagem e Simulação. Apresentação do Simulador MATLAB. Operações Aritméticas. Arranjos. Arquivos de Programas. Arquivos de Funções. Programação no MATLAB. Análise de Funções Matemáticas. Gráficos. Matemática Simbólica. Operações Matemáticas Básicas. Cálculo Diferencial. Séries Numéricas. Simulink.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

SOKOLOWSKI, J. A., BANKS, C. M. Principles of Modeling and Simulation: A Multidisciplinary Approach. Hoboken: Wiley, 2009.

CHATURVEDI, DEVENDRA K. Modeling and Simulation of Systems Using MATLAB and Simulink. Boca Raton: CRC Press, 2010.

S. R.; DENIER, J. P. An Introduction to Programming and Numerical Methods in MATLAB. London: Springer, 2005.

HAHN, BRIAN D.; VALENTINE, DANIEL T. Essencial MATLAB for Engineers and Scientists. 3 a Ed. Burlington: Butterworth-Heinemann, 2007.

GILAT, AMOS; SUBRAMANIAM, VISH. Métodos Numéricos para Engenheiros e Cientistas. Porto Alegre: 2008.

### **GE803 FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DE INFRAVERMELHO E ELETRO-ÓPTICOS**

Carga Horária: 7 semanas x (4 – 1 – 1)\* = 42 h/a

Introdução à teoria da radiação infravermelha. Fontes de radiação infravermelha. Características de transmissão da radiação infravermelha na atmosfera. Detectores. Sistemas de infravermelho e eletro-ópticos. Aplicações da tecnologia de infravermelho e fônica em defesa. Análise de assinatura infravermelha.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

HUDSON JR., R.D. Infrared system engineering. New York, NY: Wiley, c1969. (Wiley series in pure and applied optics).

WOLFE, W. L. Handbook of military infrared technology. University of Michigan, Office of Naval Research & ARPA, 1965.

JHA, A. R. Infrared Technology: Applications to Electro-Optics, Photonic Devices and Sensors. Wiley, 2000.

WOLFE, W.L. Introduction to infrared system design. Washington, DC: SPIE , 1996. 131 p.

HOLST, G.C. Testing and evaluation of infrared imaging systems. 2. ed. Winter Park, FL: JDC Publishing, 1998. 422 p.

### **GE811 INTRODUÇÃO À INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA**

Carga Horária: 7 semanas x (2 – 2 – 0)\* = 28 h/a

Instrumentação Eletrônica: Medidas elétricas empregando osciloscópio, power meter, analisador de espectro e analisador de rede.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

COOMBS JR., C.F., Basic Electronic Instrument Handbook, New York: McGraw-Hill, 1972.

COLLIER, R. J. E SKINNER, A. D., Microwave Measurements, 3. Ed., London: The Institution of Engineering and Technology, 2007

## **2º PERÍODO**

### **GE801 FUNDAMENTOS DE MICROONDAS**

Carga Horária: 7 semanas x (4 – 1 – 1)\* = 42 h/a

Retrospectiva histórica e principais aplicações de microondas em aviação. Eletrodinâmica: equações de Maxwell, equação da onda, condições de contorno e teorema de Poynting. Propagação de onda eletromagnética plana em meios dielétricos e condutores. Polarização, reflexão e refração de ondas eletromagnéticas planas. Linhas de transmissão bifilar, coaxial e linha de fita. Transformador de impedância tipo quarto de onda e casamento com toco simples. Modos de transmissão TE e TM. Guias de ondas retangulares, circulares e coaxiais. Cavidades ressonantes. Junções em microondas. Acopladores direcionais, defasadores, atenuadores e terminações. Junções híbridas. Propagação em ferrites. Dispositivos não recíprocos em ferrites: isoladores, giradores e

circuladores. Geração de microondas com semicondutores: diodos Gunn e IMPATT. Amplificadores em microondas.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

KRAUSS, J. D., CARVER, K.R., Eletromagnetismo. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978.  
DINIZ, A.B., FREIRE, G.F.O., Ondas eletromagnéticas. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1973.

RAMO, S. et al, Fields and waves in communication electronics. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1994.

COLLIN, R.E., Foundations for microwave engineering. 2. ed. Singapore: McGraw-Hill, 1992.

#### **GE802 FUNDAMENTOS DE ANTENAS**

Carga Horária: 7 semanas x (4 – 1 – 1)\* = 42 h/a

Estudo de irradiadores simples. Características e propriedades elétricas das antenas. Impedância de antenas lineares finas. Teoria das redes lineares. Antenas de abertura. Antenas com refletores. Antenas faixa-larga. Antenas receptoras. Phased array. Antenas de microlinha. Monopulso.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

BALANIS, C. A., Antenna theory: analysis and design. 3. ed. New York: John Wiley, 2005.

STUTZMAN, W. I.; THIELE, G. A., Antenna theory and design. 2. ed. New York: John Wiley, 1998.

COLLIN, R. E., Antennas and radiowave propagation. New York: McGraw-Hill, 1985.

#### **GE808 ANÁLISE E SÍNTESE DE SINAIS RADAR**

Carga Horária: 7 semanas x (4 – 1 – 1)\* = 42 h/a

Análise de Fourier. Propriedades básicas de sinais. Sinais contínuos. Sinais pulsados. Compressão de pulso e sinais LPI. Síntese de Sinais. Aplicações.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

BRANDWOOD, D., Fourier transforms in radar and signal processing, Norwood: Artech House, 2003.

RICHARDS, M. A., Fundamentals of Radar Signal Processing, New York: McGraw-Hill, 2005.

RICHARDS, M. A., SCHEER J.A., HOLM W.A. Principles of modern radar: basic principles. Raleigh: SciTech Publishing Inc., 2010.

#### **GE805 PRINCÍPIOS DE TELECOMUNICAÇÕES**

Carga Horária: 7 semanas x (4 – 1 – 1)\* = 42 h/a

Elementos de um sistema de comunicação. Análise e representação de sinais e sistemas. Análise de Fourier: espectros contínuos e discretos, densidade espectral de potência e de energia. Sistemas lineares. Modulação linear e exponencial. Receptores para sistemas de modulação com portadora contínua. Amostragem e modulação por pulsos e por código de pulsos. Noções de comunicações digitais: modulação. Sistemas de telecomunicações ponto a ponto: enlaces por reflexão ionosférica, com visibilidade direta, e por difusão troposférica. Noções de diversidade. Satélites: acesso múltiplo. Técnicas de multiplexação: topologia e comutação.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

CARLSON, A.B., Communication systems, 3a edição, McGraw-Hill, New York, 1986;

HAYKIN, S., Communication systems, 3a edição, McGraw-Hill, New York, 1994;  
COUCH II, L.W., Digital and analog communication systems, 5a edição, Prentice Hall, New Jersey, 1997.

## **1º E 2º PERÍODO**

### **GE901 - METODOLOGIA CIENTÍFICA**

Carga Horária: 14 semanas x (2 – 0 – 0)\* = 28 h/a

Definição de método científico. Conhecimento científico e popular. O que é a pesquisa e aspectos éticos. Etapas da pesquisa. Estrutura de um projeto de pesquisa. Como redigir um artigo científico. Como apresentar um trabalho científico. Acompanhamento e apresentação dos trabalhos de conclusão de curso em andamento pelos alunos.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

1. ECO, U. Como se faz uma tese. São Paulo: Editora Perspectiva, 2005.
2. BRASIL. Manual para confecção de trabalhos de conclusão de curso de especialização e extensão. São José dos Campos: ITA, 2009.
3. Pereira MG. Artigos científicos: como redigir, publicar e avaliar. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 2011. 383 p.

**\* Quanto à carga horária (x – y – z) se refere a x tempos de aula teórica, y tempos de laboratório, e z tempos de resolução de exercícios semanais.**

## **VII. Coordenação**

### **Coordenador do CEAAE:**

Alexandre Camacho Coelho, Cel Esp Com

E-mail: [acamacho@ita.br](mailto:acamacho@ita.br)

Tel: (12) 3947-6934

## **VIII. Página do CEAAE**

<http://www.ita.br/especializacao/ceaae>