



CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE ARMAMENTO AÉREO

O Curso de Especialização em Engenharia de Armamento Aéreo é um curso de formação com duração de 1 ano, oferecido pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) em convênio com o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE). É aberto para militares e civis com formação superior em Engenharia.

O CEEAA é o único curso de Pós-Graduação no Brasil, com mais de 35 anos de experiência, que oferece uma formação complementar de aplicação de tópicos da Engenharia em sistemas de armas aéreas. Desde a primeira turma, 1977, foram formados 142 especialistas em armamento aéreo. Entre esses, se formaram 2 oficiais da Força Aérea Peruana e 1 da Força Aérea Portuguesa. Anualmente são admitidas turmas com menos de 15 alunos, o que garante um acompanhamento mais individualizado e eficaz no processo de aprendizagem.

A admissão no CEEAA é limitada a profissionais com formação em Engenharia, pois já na fase inicial do curso, são ministradas disciplinas que exploram conhecimento de Matemática Aplicada, das principais Leis Físicas e de fenômenos Químicos. Tratam-se de tópicos de Aerodinâmica, Explosivos, Probabilidade e Estatística, Pesquisa Operacional, Controle Automático de Sistemas, Propulsão Sólida, Letalidade e Ótica Aplicada. Além desses assuntos, serão ministradas disciplinas que envolvem conhecimento de alguma linguagem de programação, especialmente MATLAB.

Além de todo conteúdo a ser ministrado no curso, está prevista uma fase zero do CEEAA para reciclagem e elevação de nível dos candidatos. Essa fase é imprescindível, especialmente, para aqueles candidatos que, há mais tempo, encontram-se fora do contexto acadêmico e dessa forma já não dominam a Matemática Básica necessária para o bom acompanhamento do curso. Nesse período de elevação de nível serão estudados tópicos de Matemática e Física do Ensino Médio, bem como Cálculo Diferencial Integral básico e uma introdução à programação em MATLAB. Todas as disciplinas do CEEAA somam uma carga horária de aproximadamente 720 horas, dessa forma, é importante que os candidatos a esse curso possuam base teórica necessária para acompanhar todo o conteúdo ministrado. Ao fim do curso é exigido ao aluno a entrega de um Trabalho de Conclusão de Curso, que será desenvolvido em áreas de seu interesse, porém relacionadas a Armamento Aéreo.

O objetivo do CEEAA é capacitar engenheiros de modo que tenham o conhecimento preliminar para pesquisa e desenvolvimento de sistemas de armamentos aéreos. Inscrições em que o candidato não possui diploma de Graduação em Engenharia podem, eventualmente, serem deferidas, no entanto, é necessário contato prévio com a coordenação do CEEAA para que o caso seja estudado.

Coordenadores do CEEAA

Coordenador do CEEAA no ITA:

Romildo Henrique de Souza, Cap Eng.

E-mail: romildo@ita.br

Tel: (12) 3947-6934

Coordenador do CEEAA no IAE:

Filipe Rodrigues de Souza Moreira, Cap Eng.

E-mail: rodriguesfrsm@iae.cta.br

Telefone: (12) 3947-4716

Página do CEEAA

www.ita.br/especializacao/ceea

Previsão de Calendário para o CEEAA-2017

Disciplina	Nome da Disciplina	Data	Horário
Semana de Nivelamento (13/fev - 03/mar) 9:00 às 17:00			
Primeiro Semestre – Módulo 1			
FQ-201	Materiais Energéticos 64 Horas-aula	Terça-feira	13:30 às 17:30
FQ-202	Engenharia Aplicada a Armamentos e Munições Aéreas 64 Horas-aula	Terça-feira	8:00 às 12:00
AA-804	Introdução ao Controle Clássico 64 Horas-aula	Quarta-feira	13:30 às 17:30
AA-805	Aerodinâmica de Artefatos Bélicos 64 Horas-aula	Quarta-feira	8:00 às 12:00
AA-807	Motor Foguete 64 Horas-aula	Quinta-feira	8:00 às 12:00
Férias			
Segundo Semestre – Módulo 2			
AA-803	Engenharia de Sistemas 48 Horas-aula	Segunda-feira e Terça-feira	13:30 às 14:20 e 8:00 às 09:50
AA-806	Fundamentos de Ótica aplicados em Armamento Aéreo 48 Horas-aula	Segunda-feira e Terça-feira	13:30 às 14:20 e 10:10 às 12:00
AA-808	Tópicos de Pesquisa Operacional aplicados em Defesa 64 Horas-aula	Quarta-feira	13:30 às 17:30
AA-809	Tecnologias de Sensores e Atuadores em Armamento Guiado 64 Horas-aula	Quarta-feira	8:00 às 12:00
AA-810	Letalidade 64 Horas-aula	Quinta-feira	8:00 às 12:00
AA-811	Simulação e Controle de Artefatos Bélicos 64 Horas-aula	Quinta-feira	13:30 às 17:30
AA-812	Introdução ao Projeto Conceitual de Armamento Aéreo 64 Horas-aula	Terça-feira	13:30 às 17:30
Apresentação dos TCC's		05/dez	
Formatura do CEEAA-2017		09/dez	

Total: 738 Horas-aula.

1) Objetivo

Formar profissionais com amplo conhecimento de sistemas e subsistemas contidos em projetos de armamentos aéreos. Espera-se que, ao final do curso, o aluno seja capaz de fazer um projeto conceitual de um armamento aéreo adequado para uma missão pré-estabelecida.

2) Panorama atual do CEEAA

- Curso em nível de **Especialização** com duração de 01 ano;
- Ministrado desde 1977;
- Número de formados: 142;
- Público Alvo: Civis e Oficiais Militares com formação em Engenharia;
- Único curso do Brasil em Pós graduação com formação específica para Armamento Aéreo;
- Trabalhos de Conclusão de Curso de alto nível: Nos últimos 6 anos, mais de 95% dos TCC's obtiveram grau maior ou igual a 85;
- Carga horária prevista para 2017: 738 Horas-aula: 368 em disciplinas obrigatórias e 370 em disciplinas extras;
- Corpo Docente formado por: Doutores, Mestres e Especialistas;
- Porcentagem **atual** de Mestres e Doutores no Corpo Docente previsto para 2017: > 85 %;
- Número de disciplinas previstas para 2017: 12.

3) Estrutura proposta para o CEEAA-2017

- a) Disciplinas Obrigatórias: São as disciplinas que contarão para a contagem de horas do CEEAA. São elas: AA-803, AA-804, AA-808, AA-809, AA-810 e AA-812. Essas somam um total de 368 horas.
- b) Disciplinas Extra: Todos os alunos farão, obrigatoriamente, todas as disciplinas, no entanto, as disciplinas extra não entrarão no cômputo de horas para o CEEAA, dessa forma, algumas dessas disciplinas poderão serem reaproveitadas em outros programas de Pós-Graduação. São elas: FQ-201, FQ-202, AA-805, AA-806, AA-807 e AA-811. Essas somam um total de 370 horas.
- c) Semana zero: Trata-se de uma semana de nivelamento ou reciclagem, em que serão ministrados tópicos de Matemática do Ensino Médio e Cálculo 1 (limites, integrais e derivadas). Além disso, será dado um rápido curso de MATLAB que vai deixar o aluno com

ferramental para fazer os trabalhos que exijam simulação. Outro conteúdo ministrado nessa semana será a formalística necessária para produção de papers, relatórios e TCC.

- d) Visitas técnicas: estão previstas algumas visitas técnicas para que os alunos tenham contato com o ambiente de indústria e de desenvolvimento de armamentos ou de sistemas que farão parte de armamento. Essas visitas ocorrerão em dias de segunda ou sexta-feira.
- e) Aulas práticas: Algumas disciplinas possuem conteúdo que serão melhores absorvidos através de atividades práticas. É o caso das disciplinas:
 - Explosivos: está previsto preparação e detonação de carga explosiva (HMX ou equivalente) na arena de detonação do IAE;
 - Engenharia de Sistemas: O docente responsável por essa disciplina vai expor os alunos numa situação real de avaliação de projeto de armamento. Isso será feito com o apoio do IFI;
 - Simulação e Controle: essa disciplina será ministrada numa sala de computadores, em que os alunos vão fazer, em tempo real, a simulação de um míssil, durante as aulas e em conjunto com os professores;
 - Motor Foguete: Está previsto um laboratório onde será feito o acompanhamento de uma queima de motor foguete, no banco de provas do IAE;
 - Aerodinâmica: Está previsto um laboratório envolvendo ensaio em túnel de vento; e,
 - Pesquisa Operacional: Estão previstas atividades que englobarão o uso de algoritmos computacionais na resolução de problemas que serão modelados pelos próprios alunos.
- f) Entrega de Paper na formatação de periódico com avaliação mínima B3, para posterior submissão, envolvendo o aluno como 1º autor e o orientador como 2º autor. Esse paper será sobre o assunto abordado no TCC;
- g) Avaliações das disciplinas na forma de trabalhos científicos (papers, relatórios, etc) de modo que possam ser reescritos no formato aceito por simpósios tais como SIGE, SPOLM, COBEM, etc; e,

4) Público Alvo

O CEEAA é destinado a qualquer **Civil ou Oficial Militar do efetivo do Ministério da Defesa** que tenha **formação em Engenharia**. A portaria que regulamenta o curso deixa a cargo do diretor do DCTA decidir sobre o deferimento de inscrições de Civis e Militares não relacionados ao Ministério da Defesa. Para civis da iniciativa privada é necessário que o candidato seja vinculado a uma empresa da Base Industrial de Defesa.

Caso o candidato não tenha diploma de engenharia, é necessário que as coordenações do CEEAA apreciem a situação individualmente, antes do envio à direção do DCTA para efetivação da matrícula.

5) Áreas de Expertise

O Corpo Docente do CEEAA, atualmente, tem condições de orientar trabalhos nas seguintes áreas:

- Controle de Sistemas Dinâmicos;
- Motor Foguete (Propulsão Sólida);
- Aerodinâmica;
- Radar;
- Armamento;
- Explosivos;
- Cabeça de Guerra;
- Ótica;
- Processamento de Imagens;
- Probabilidade e Estatística; e
- Pesquisa Operacional.

Caso o aluno do CEEAA tenha interesse em realizar pesquisa em outras áreas não listadas acima, ele pode buscar outros orientadores do Corpo Docente do ITA e que não ministram no CEEAA. A única exigência feita sobre o TCC é que o objeto de estudo seja baseado em sistemas ou subsistemas de armamentos aéreos.

6) Custo do Curso

- Para Candidato militar da ativa ou servidor público civil pertencente ao efetivo do Ministério da Defesa não cabe pagamento para cursar o CEEAA, no entanto, cabe indenização à Força Aérea Brasileira, caso haja exclusão do curso, a pedido do aluno.
- Para qualquer candidato civil ou militar não pertencente ao efetivo do Ministério da Defesa cabe pagamento do valor do curso, com valor informado pelo ITA.
- O procedimento para inscrições de candidatos não pertencentes ao efetivo do Ministério da Defesa está sendo estudado pelo ITA.

EMENTAS DAS MATÉRIAS

FQ-202 – Engenharia Aplicada a Armamentos e Munições Aéreas

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-4.

Bombas de Fins Gerais, Constituição das bombas de fins gerais, Perfil aerodinâmico, Materiais e Processos de Fabricação de BFG, Funcionamento de BFG, Emprego de BFG x Efeito Terminal. Modelos de Previsão de Fragmentação: Velocidade dos Fragmentos, Distribuição em massa e quantidade de fragmentos, Envelope de Fragmentação. Técnicas de avaliação de efeito terminal: ensaios de arena, medida de velocidade dos fragmentos, coleta de fragmentos e avaliação do efeito de sopro de BFG. Espoletas para bombas: conceito de trem explosivo, componentes de um trem explosivo, requisitos de segurança, mecanismo de funcionamento, processos e materiais para fabricação, ensaios de avaliação. Bombas de alto arrasto: tecnologias de freio aerodinâmico, requisitos de espoletas. Características das bombas de exercício. Características das bombas incendiárias, processos de fabricação, emprego. Constituição das bombas lança-granadas, materiais e processos de fabricação, funcionamento, técnicas de espalhamento de submunições, tipos de submunições. Bombas de penetração e antipista: materiais, funcionamento, modelos de previsão de penetração. Tecnologias de guiamento em bombas de aviação: bombas com guiamento laser, guiamento por GPS. Foguetes de aviação: constituição, visão geral sobre foguetes, modelos de dimensionamento, previsão de desempenho, materiais e processos de fabricação de componentes, cabeças-de-guerra, espoletas, mecânica de funcionamento das espoletas para foguetes, emprego e precisão, lançadores de foguetes. Metralhadoras e canhões: munições 7,62 mm, .50", 20 e 30 mm, emprego e precisão. Mísseis: tipos de mísseis, constituição, tipos de guiamento, leis de navegação, características aerodinâmicas x emprego, espoletas de proximidade, cabeças-de-guerra. Bibliografia: Documentação Técnica dos projetos desenvolvidos pela ASD; LINDSEY, G. H., REDMON D. R., Tactical Missile Design, Naval Postgraduate School; MIL-STD-709D – Ammunition Color; MIL-STD-810E – Environment Test Methods and Engineering Guidelines; MIL-STD-331C - Fuze and Fuze Components, Environmental and Performance Tests.

Docentes:

Cap Eng João Paulo Dias, Mestre.

Paulo Cesar Miscow Ferreira, M.Sc.

Visita Técnica Prevista

Indústria de Material Bélico do Brasil - IMBEL

Memorial Aeroespacial Brasileiro - MAB

FQ-201 – Materiais Energéticos

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-4.

Explosivos: Definições Gerais, Propriedades Físicas e Químicas, Propriedades Explosivas, Testes de Avaliação e Principais Usos, Prática no Manuseio de Explosivo, Testes em Campo. Propelentes: Definições Gerais, Propriedades Físicas e Químicas, Testes de Avaliação. Operação de Fabricação de Propelentes para Armas de Cano: Base Simples, Base Dupla e Base Tripla. Propelentes de Foguetes, Base Dupla, Estruturada e Moldada. Propelente Compósito. Pólvora Negra. Visita à Usina de Propelente Compósito. Pirotécnicos: Definições Gerais, Materiais Utilizados e Principais Usos dos Iniciadores. Elementos de Retardo. Composições Fumígenas e Luminosas. Dispositivos Eletro-Explosivos. Pirotécnicos para Foguetes. Aspectos de Segurança no Manuseio de Explosivos.

Propelentes e Pirotécnicos. Bibliografia: COOK, M. A., "The Science of High Explosives". Editora Robert E. Krieger Publishing Co. Inc., Huntington, N. Y., 2a edição 1971; CALZIA, J., "Les Substances Explosives et Leurs Nuisances". Editora Dunod, Paris, 1a edição 1969; TM-9-1300-214/TO Technical Manual. Department of the Army and the Air Force, Washington, 1967; AMCP-706-177 Engineering Design Handbook Explosives, US Army; MCA-135-2 Manual de Segurança de Explosivos, Ministério da Aeronáutica.

Docentes

Rodrigo Roversi Rapozo, Mestre.

AA - 803/ 2016 – Engenharia de Sistemas

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-3.

Conceito de ciclo de vida do produto. Conceito de ciclo de vida de desenvolvimento. Decomposição física e decomposição lógica. Diagrama de blocos funcionais. Especificação de requisitos. Análise funcional. Arquitetura de produto. Verificação de requisitos. Revisão de projetos. Bibliografia: BLANCHARD, B.S. and FABRYCKY, W. J., Scientific Systems Engineering and Analysis, Prentice Hall. 3rd ed., ISBN 0-13-135047-1.

Docentes

1º Ten Eng Andrea Ferraz Carlos de Sousa Yamada, Esp.

AA-804/ 2016 – Introdução ao Controle Clássico

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-4.

Conceitos fundamentais de controle. Fundamentos históricos. Conceito de Estados: Vetor de Estados e Representação por Espaço de Estados. Linearização. Solução da Equação de Estados no domínio do tempo. Transformadas de Laplace. Resolução de equações diferenciais ordinárias. Teorema do Valor Final. Teorema do Valor Inicial. Transformação Inversa. Função de Transferência. Cálculo da Matriz de Transferência. Diagrama de Polos e Zeros. Localização dos Polos e Estabilidade. Diagrama de Blocos e sua Álgebra. Cálculo da Função de Transferência em Malha Fechada. Sistemas de 1º ordem, 2º ordem e ordens superiores: Resposta ao Degrau e Análises. Critério de Estabilidade de Routh. Simulações em Matlab e Simulink. Projeto de controladores através de Lugar Geométrico das Raízes: análises usando Matlab. Controle PID. Projeto de Controle por Realocação de Polos. Resposta em Frequência: Diagramas de Bode, Interpretação e Traçado. Conceito de Margem de Fase e Margem de Ganho. Introdução ao controle ótimo: LQR. Bibliografia: OGATA, K., Engenharia de Controle Moderno, 5th Ed, Prentice Hall, 2010; D'AZZO, J. J., HOUPIS, C. H. Análise e projeto de Sistemas de Controle Lineares, 2º ed., McGraw-Hill, 1966.

Equivalente no CEEAA: AA-804/ 2016 – Introdução ao Controle Clássico

Docentes

Cap Eng, Filipe Rodrigues de Souza Moreira, M.Sc.

AA-805/ 2016 – Aerodinâmica de Mísseis

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-4.

Introdução às Equações Governantes da Mecânica dos Fluidos: Formulação de Navier Stokes, Formulação de Euler, Formulação Potencial e Formulação Potencial Linear. Considerações sobre Carregamento Aerodinâmico: Forças Aerodinâmicas, Momentos Aerodinâmicos, Centro de Pressão, Derivadas de Estabilidade. Características Aerodinâmicas de Componentes de Airframes: Corpo, Asa, Strakes / Strakelets / Shoes e Interferência Aerodinâmica. Características Aerodinâmicas da Configuração Completa: Forças e Momentos Resultantes, Derivadas de Estabilidade, Modelo Aerodinâmico empregado em Mísseis e Bombas, Análise de Estabilidade Dinâmica, Caracterização de Airframes (software Missile Datcom® x Teoria Linear). Anteprojeto de um artefato bélico: Requisitos de Projeto. Baseline: Dados Históricos. Baseline: Requisito Fator de Carga. Baseline: Requisito Condições de Trimagem. Anteprojeto do veículo do curso VA-1. Bibliografia: CHIN, S.S., 1961, Missile Configuration Design, McGraw-Hill Book Company, Inc; FLEEMAN, E.L., 2006, Tactical Missile Design, AIAA Education Series, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc.; ZARCHAN, P. , 2002, Tactical and Strategic Missile Guidance, Progress in Astronautics and Aeronautics, Vol 199, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc

Docentes

Maurício Guimarães Silva, Dr.

AA - 806/ 2016 – Ótica Aplicada em Defesa

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 3-0-0-3.

Princípios básicos de óptica e especificações de sistemas ópticos. Difração, aberrações e qualidade de imagem. Escolha de materiais ópticos. Superfícies esféricas e anesféricas. Configurações de projetos ópticos. Noções básicas sobre imageamento termal de 3 µm a 5µm e de 8µm a 12µm. Avaliação de desempenho e teste de sistemas ópticos. Noções básicas sobre filmes finos. Noções básicas sobre detectores. Imageadores termais. Designadores. Sistemas de medição de proximidade. Sistemas de simulação. Bibliografia: FISCHER, R. E, et al, Optical System Design, McGraw-Hill, New York, 2008; FREEMAN, M. H., Optics, 10ª ed., Butterworth-Heinemann, London, 1990.

Docentes

Major Eng Paulo Roberto Leite Júnior, M. Sc.

Equivalente no CEEAA: AA-807/ 2016 – Motor Foguete

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-4.

Introdução à Dinâmica do Gás: Conservação de Energia, Conservação do Momento, Conservação de Massa, Onda de choque Normal, Onda de Choque Oblíqua, Outras Ondas de Choque, Interação da Camada Limite, Escoamento em Difusores e Escoamento de Gás com Transferência de Calor. Propulsão de Foguetes: História das Aplicações dos Foguetes Militares, Critérios de desempenho, Desempenho Termodinâmico de Motores-foguetes, Balística de Propelente Sólido, Propelente Sólido, Desenvolvimento de Motor a Propelente Sólido e o Sistema de Motor a Propelente Líquido. Propulsão de Air-breather: Histórico, Consumos, o Ciclo Termodinâmico Ideal, Sistema Ramjet, Sistema Turbojet, Sistema Turbofan. Mecânica do Voo: Equações de Velocidades e Equações de Alcance. Bibliografia: BARRERE, M. e JAUMOTTE, A., Rocket Propulsion, Elsevier, London,

1960; SUTTON, G. P., Rocket Propulsion Elements, John Willey, New York, 1976; KUO, K. K. e SUMMERFIELD, M., Fundamentals of solid-propellant combustion, AIAA, Washington, 1984;

Docentes

Cap Eng Rodrigo Roversi Rapozo, Mestre.

AA-808/ 2016 – Tópicos de Pesquisa Operacional Aplicados em Defesa

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-4.

Introdução à Probabilidade: Probabilidade, Álgebra de Eventos, Variáveis Aleatórias Discretas e Contínuas. Estatística Básica: Distribuições Amostrais, Teorema do Limite Central, Estimação Pontual, Estimação por Intervalos, Testes de Hipóteses. Simulação Monte Carlo. Simulação Bootstrap. Aplicações de Problemas de Otimização: Programação Linear e Programação Dinâmica. Introdução à Decisão Multicritério: Métodos Ordiniais, AHP (Analytic Hierarchy Process) e ANP (Analytic Network Process). Aplicação de Métodos Multivariados: Análise dos Componentes Principais e Análise Fatorial. Bibliografia: VIEIRA, W. J., Exercícios de Simulação Monte Carlo, Apostila, Circulação interna, 2008; MEYER, P. L., Probabilidade: Aplicações à Estatística. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1976; JAISWAL, N. K., Military Operations Research: Quantitative Decision Making. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts, USA, 2003. ISBN 0-7923-9858-0; MONTGOMERY, D. C., RUNGER, G. C., Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros, LTC, 2º Ed, Rio de Janeiro, 2003.

Docentes

Cap Eng, Filipe Rodrigues de Souza Moreira, M.Sc.

Amanda Cecilia Simoes da Silva, Dra.

AA - 809/ 2016 – Tecnologias de Sensores e Atuadores em Armamento Guiado

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-4.

Introdução a Microondas: Principais conceitos. Introdução a antenas. Receptores de microondas: Principais parâmetros, tipos, aplicações e projeto. Noções de radar aplicados em projetos de defesa: Definição dos parâmetros do radar com vistas á missão. Radar de vigilância. Radar milimétrico. Radar diretor de tiro. Técnicas de processamento de sinal radar. Sensores IR: Conceituação, Principais elementos, Redução de dados. Sensores Inerciais e sua integração com GPS; Navegação inercial. Atuadores: Principais conceitos. Conceito de dispositivo mecatrônico. Tipos de atuadores de armamentos guiados: Mecânicos, Elétricos e Pneumáticos. Atuador eletromecânico: Tipos de conversores de movimento, Tipos de Motores e principais características, AC, DC (convencional e brushless) e motor de passo. Motor DC Convencional: Modelagem matemática convencional, tipos de acionamento, controle dos motores e características. Eletrônica do atuador elétrico: de potência e digital, ponte H e microcontrolador. Computação do atuador elétrico: funções primárias e secundárias, malhas de controle e aspectos gerais de projeto de malha de controle. Exemplos de atuadores eletromecânicos aplicados em mísseis da FAB. Sensores de atuadores de armamentos guiados: girômetros, acelerômetros, potenciômetros, encoders óptico (absoluto e incremental) e magnético, sensores de efeito hall. Atuador pneumático: tipos (a gás frio e gás quente). Válvulas: Tipos. Válvulas direcionais: representação por diagrama de quadrados. Modelagem matemática de

atuador a gás quente. Exemplos de atuadores pneumáticos aplicados em mísseis da FAB. Aspectos gerais de requisitos e especificações de projetos de atuadores para superfícies de controle de armamentos guiados. Bibliografia: Microwave Receivers, New York, NY: McGraw-Hill, 1948; DERENIAK e BOREMAN, Infrared Detectors and Systems, Wiley Interscience, 1996; FLEEMAN, E. L., Tactical Missile Design, AIAA, 2001; ZARCHAN, P., Tactical and Strategic Missile Guidance, AIAA, 2012; Estudo dos sistemas de guiamento e pilotagem para bombas guiadas com sensores inerciais e GPS. Schmaedecke, André Luiz, Tese de mestrado. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Área de Mecânica e Controle do Voo. Curso de Engenharia Aeronáutica e Mecânica. Defesa em 05/12/2005. Orientador: Pedro Paglione; co-orientador: Waldemar de Castro Leite Filho; Documentação Técnica dos Projetos MAA1-B, MAR e A-Darter; Mecatrônica, Sabri Cetinkunt, LTC, 2008; Stability and Control of Tactical Missile Systems, AGARD CONFERENCE PROCEEDINGS, N° 451, 1989.

Docentes

Cap Eng João Paulo Dias, Mestre.

Cap Eng Marcio Vinicius Perassoli, M.Sc.

1º Ten Eng Caio Barbosa Amorim, Esp.

1º Ten Eng Jozias Del Rios Vieira Granado Santos, Esp.

AA - 810/ 2016 – Letalidade

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-3.

Probabilidade de acertar o alvo (Ph): alvos circulares, retangulares e elípticos. Probabilidade de neutralizar um alvo. “Single-shot Kill Probability” (SSKP): avaliação da SSKP utilizando a área letal, avaliação da SSKP utilizando a área vulnerável. Probabilidade de neutralizar acumulada. Conceitos gerais sobre a letalidade do armamento. Relação cabeça-de-guerra/espoleta/mecanismo de segurança e armar (SAU). Erros de guiamento. Medidas de neutralização: hierarquização dos efeitos destrutivos do armamento e da missão. Conceitos de defesa aérea, susceptibilidade, vulnerabilidade e capacidade de sobrevivência. Mecanismos e processos de danos. Tipos de cabeças de guerra e seus efeitos terminais. Modelos de previsão de fragmentação e velocidade inicial dos fragmentos e métodos experimentais. Modelos de previsão do efeito de sopro. Conceitos da perfuração de chapas metálicas por jato metálico (efeito Monroe) e estimativas de perfuração. Variáveis envolvidas no desempenho do jato metálico. Modelos de previsão de efeito de cratera e penetração em solo. Projeto de cabeças de guerra. Bibliografia: BALL, R. E., The Fundamentals of Aircraft Survivability Analysis and Design, 2e, AIAA; PRZEMIENIECKI, J. S., Mathematical Methods in Defense Analyses, 3e, AIAA; JAISWAL, N. K., Military Operations Research Quantitative Decision Making, Kluwer Academic Publishers; SHEPHARD, R. W., HARTLEY, D. A., HAYSMAN P. J., Applied Operations Research Examples from Defense Assessment, Plenum Press; MORSE, P. M., George E. Kimball, Methods of Operations Research, Dover Publications; DOW, R. B., Fundamentals of Advanced Missiles, John Wiley&Sons; MERRILL, G., Principle of Guided Missile Design, D. Van Nostrand Company, Inc; ZARCHAN, P., Conventional Warhead Systems Physics and Engineering Design, AIAA. CARLEONE, J., Tactical Missile Warheads, AIAA. AMCP 706-160, Engineering Design Handbook, Elements of Terminal Ballistics, Part One, Introduction, Kill Mechanisms and Vulnerability, U.S. Materiel Command; AMCP 706-160, Engineering Design Handbook, Elements of Terminal Ballistics, Part Two, Introduction, Collection and Analysis of Data Concerning Targets, U.S. Materiel Command; AMCP 706-160, Engineering Design Handbook, Ammunitions Series, Section 2, Design form Terminal Effects, U.S. Materiel Command.

Docentes

Paulo Cesar Miscow Ferreira, M.Sc.

AA-811/2016 – Simulação e Controle de Artefatos Bélicos

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-3.

Noções de cálculo numérico: Método de Runge-Kutta e Método de Euler. Estudo de Atmosfera Padrão Internacional. Aerodinâmica básica. Balística em meio denso. Envelopes de fragmentação: Análise dos parâmetros balísticos. Simulações numéricas de trajetórias de artefatos bélicos, com 2, 3 e 6 graus de liberdade com efeito do vento. Análise de erros. Erro Circular Provável. Modelagem matemática de coeficientes aerodinâmicos a partir de lançamentos experimentais. Cálculo de tabela balística. Modelamento matemático da dinâmica de um míssil. Controle LQR e PID. Implementação do guiamento de um míssil de cruzeiro. Modelamento dos Autopilotos de um míssil. Implementação de simulação do modelo completo de um míssil (dinâmica, guiamento e controle). Bibliografia: STICKLAND, J. Flight Missile Simulation: surface-to-air missiles, 2012; TEUKOLSKY, S.A., Press, W.H. Numerical Recipes in Fortran: The Art of Scientific Computing. Cambridge, MA, 1992; TEUKOLSKY, S.A., Press, W.H. Numerical Recipes Example Book. Cambridge, MA, 1992; OGATA, K. Engenharia de Controle Moderno. 5ª Edição. São Paulo: Prentice-Hall do Brasil, 2010; Notas de Aula da Disciplina AB-266 do ITA.

Docentes

1º Ten Eng Caio Barbosa Amorim, Mestre.

1º Ten Eng Jozias Del Rios Vieira Granado Santos, Esp.

AA - 812/ 2016 – Introdução ao Projeto Conceitual de Armamento Aéreo

Requisito recomendado: Não há. Requisito exigido: Não há. Horas semanais: 4-0-0-4.

Tutorial para Design de Mísseis em Geral. Mísseis do tipo “Gun Launched”. Mísseis Anti Navio (MAN). Míssil de Cruzeiro. Naval Air Defence. Mísseis Balísticos. Mísseis Ar-Ar. Munição Guiada Lançada de Canhão. Mísseis AntiRadiação. Armas Guiadas AntiTanque. UAV’s e UCAV’s. Stand-Off Weapons. Mísseis do tipo "Air Launched Stand-Off – Land Attack. Bibliografia: Notas de Aula do Programa de Mestrado em Sistemas de Armas Guiadas da Cranfield University.

Docentes

Maurício Guimarães Silva, Dr.

Paulo Cesar Miscow Ferreira, M.Sc.

Cap Eng Rodrigo Roversi Rapozo, Mestre.

Cap Eng Filipe Rodrigues de Souza Moreira, M.Sc.

Cap Eng Guilherme Felipe Reis Duarte, M.Sc.

Cap Eng João Paulo Dias, Mestre.

Cap Eng Marcio Vinícius Perassoli, M.Sc.

1º Ten Eng Jozias Del Rios Vieira Granado Santos, Esp.

1º Ten Eng Luty Rodrigues Ribeiro, Esp.

1º Ten Eng Caio Barbosa Amorim, Mestre.