

Instituto Tecnológico de Aeronáutica

MP-AER

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA AERONÁUTICA

CURRÍCULO

TURMA 32 - 2024

1 - GRADE CURRICULAR APROVADA

Fase 1 – 1º Período de 2024

SIGLA	TÍTULO	C.H.	Créditos
AA-701	Aerodinâmica	28	1,5
AB-721	Desempenho de Aeronaves	24	1,5
AB-722	Estabilidade e Controle de Aeronaves	24	1,5
AS-762	Controle por Realimentação	20	1,0
AC-701	Sistemas Propulsivos	28	1,5
AE-701 *	Estruturas Aeronáuticas	28	1,5
AP-743 *	Logística no Desenvolvimento e Manutenabilidade de Sistemas Complexos	28	1,5
MB-751	Estatística	24	1,5
AS-761 *	Engenharia de Sistemas Baseada em Modelos	28	1,5
AS-763	Modelagem e Simulação de Sistemas Dinâmicos	24	1,5
MP-715	Desenvolvimento Integrado do Produto	24	1,5
MT-717 *	Materiais e Processos de Fabricação	28	1,5
		TOTAL	308
			17,5

* pré-requisito para escolha da respectiva Carreira na Fase 2

FASE 2 – 2º Período de 2024**Carreira de ESTRUTURAS**

SIGLA	TÍTULO	C.H.	Créditos
AP-701	Fundamentos do Projeto de Aeronaves	28	1,5
AE-721	Elementos Finitos	40	2,5
AE-722	Análise de Estruturas Aeroespaciais	40	2,5
AE-723	Estabilidade de Estruturas Aeroespaciais	40	2,5
AE-724	Fadiga e Propagação de Trincas	40	2,5
AE-725	Dinâmica Estrutural e Aeroelasticidade	40	2,5
AE-727	Projeto e Análise de Estruturas de Materiais Compósitos	40	2,5
TOTAL		268	16,5

Carreira de SISTEMAS

SIGLA	TÍTULO	C.H.	Créditos
AP-701	Fundamentos do Projeto de Aeronaves	28	1,5
AS-764	Fenômenos de Transporte em Sistemas Aeronáuticos	48	3
AS-765	Sistemas de Controle	48	3
AS-766	Circuitos Elétricos e Conversão de Energia em Sistemas Aeronáuticos	48	3
ET-709	Sistemas de Comunicação Aeronáuticos, Rádio Navegação e Vigilância	48	3
AS-767	Sinais e Sistemas	16	1
AS-768	Sistemas Aeronáuticos de Atuação	32	2
TOTAL		268	16,5

Carreira de MANUFATURA

SIGLA	TÍTULO	C.H.	Créditos	Docentes
AP-701	Fundamentos do Projeto de Aeronaves	28	1,5	
MP-705	Modelagem e Simulação de Sistemas Discretos	48	3	
MB-757	Gestão da Produção	32	2	
MP-703	Projeto e Manufatura de Estruturas de Compósitos	48	3	
MP-742	Tópicos Especiais em Robótica	48	3	
MT-715	Fabricação de Superfícies Complexas	32	2	
MT-721	Manufatura Avançada	32	2	
TOTAL		268	16,5	

Carreira de MANUTENÇÃO

SIGLA	TÍTULO	C.H.	Créditos	Docentes
AP-701	Fundamentos do Projeto de Aeronaves	28	1,5	
MP-705	Modelagem e Simulação de Sistemas Discretos	48	3	
AP-731	Manutenção de Aeronaves	32	2	
AP-734	Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança	32	2	
AP-736	eMaintenance	32	2	
AP-737	Manutenção Centrada em Confiabilidade	32	2	
AP-738	Manutenibilidade Avançada	32	2	
AP-742	Logística no Desenvolvimento, Aquisição e Operação de Sistemas Complexos	32	2	
TOTAL		240	15	

2 - EMENTAS APROVADAS

FASE 1

AA-701 - AERODINÂMICA. Requisitos: não há. Duração: 28h. Créditos: 1,5. Introdução: Definição dos coeficientes aerodinâmicos. Forças e momentos em voo de cruzeiro. Análise de perfis aerodinâmicos: Definição dos parâmetros geométricos de perfis. Análise da força e momento aerodinâmicos em função do ângulo de ataque. Distribuição da pressão e do carregamento ao longo da corda. Conceitos de descolamento e estol. Análise de tipos de perfis e suas aplicações práticas. Dispositivos hipersustentadores. Influência dos números de Reynolds e de Mach; rugosidade superficial. Análise de asas: Definição dos parâmetros geométricos. Escoamento sobre a asa: Vórtice de ponta, ondas de choque, esteira turbilhonar. Arrastos de atrito e de pressão; induzido, forma e de onda. Distribuição de sustentação ao longo da envergadura da asa. Arrasto induzido mínimo. Influências do alongamento, afilamento, enflechamento, torções e do ângulo diedro. Definição da forma em planta de ailerons, flaps e slats. Geradores de vórtices, fences e outros dispositivos usados em aeronaves. Particularidades sobre as empenagens. Fuselagem: Análise de tipos de fuselagens. Força e momento aerodinâmicos de uma fuselagem. Interferência asa-fuselagem. Polar de arrasto de aviões. Bibliografia: Anderson, J.D., Jr., Fundamentals of aerodynamics, 6th Edition, McGraw-Hill, New York, 2016.

Syllabus:

AERODYNAMICS. Requirements: none. Duration: 28h. Credits: 1.5. Introduction: Definition of aerodynamic coefficients. Forces and moments in cruise flight. Analysis of aerodynamic profiles: Definition of geometric parameters of profiles. Analysis of aerodynamic force and moment as a function of angle of attack. Pressure and load distribution along the chord. Flow separation and stall. Analysis of types of profiles and their practical applications. High-lift devices. Influence of Reynolds and Mach numbers; surface roughness. Wing analysis: Definition of geometric parameters. Flow over the wing: tip vortices, shock waves, vortex sheets. Friction and pressure drag; induced, form and wave drag. Distribution of lift along the span. Minimum induced drag. Influences of aspect ratio, taper, swept, torsions and dihedral. Definition of the planform of ailerons, flaps, and slats. Vortex generators, fences and other aerodynamic devices used in airplane. Control surfaces. Fuselage: Fuselage types. Aerodynamic force and moment of a fuselage. Wing-fuselage interference. Airplane drag polar. Bibliography: Anderson, J.D., Jr., Fundamentals of aerodynamics, 6th Edition, McGraw-Hill, New York, 2016.

AB-721 - DESEMPENHO DE AERONAVES. Requisito: não há. Duração: 24h. Créditos 1,5. Atmosfera padrão, forças aerodinâmicas e propulsivas. Definição e medida de velocidade. Desempenho pontual: planeio, voo horizontal, subida, manobras de voo, diagrama altitude-número de Mach. Envelope de voo. Desempenho integral (alcance, autonomia e combustível consumido): cruzeiro, subida e voos curvilíneos. Decolagem, aterrissagem. Bibliografia: McCLAMROCH, N. H. - Steady Aircraft Flight and Performance, Princeton: Princeton University Press, 2011; ANDERSON, J. D. - Aircraft performance and design, Boston: WCB/McGraw-Hill, 1999; ASSELIN, M. - An introduction to aircraft performance, AAIA, 1997 (AAIA Education Series).

Syllabus:

AIRCRAFT PERFORMANCE. Requirements: none. Duration: 24h. Credits: 1,5. Standard atmosphere, aerodynamic and propulsive forces. Speed definition and measurement. Steady conditions: glide, horizontal flight, climb, flight maneuvers, Mach number-altitude diagram, flight envelope. Range, endurance and fuel consumption: cruise, climb, turns. Takeoff, landing. Bibliography: McCLAMROCH, N. H. - Steady Aircraft Flight and Performance, Princeton: Princeton University Press, 2011; ANDERSON, J. D. - Aircraft performance and design, Boston: WCB/McGraw-Hill, 1999; ASSELIN, M. - An introduction to aircraft performance, AAIA, 1997 (AAIA Education Series).

AB-722 - ESTABILIDADE E CONTROLE DE AERONAVES. Requisito: não há. Duração: 24h. Créditos 1,5. Estabilidade estática longitudinal: margens estáticas a manche fixo e a manche livre. Estabilidade estática látero-direcional. Referenciais, sistemas de coordenadas, ângulos de Euler e matrizes de transformação. Dedução das equações do movimento da aeronave modelada como corpo rígido. Cálculo numérico de condições de equilíbrio. Linearização das equações do movimento. Modos naturais

longitudinais e látero-direcionais. Simulação do voo. Estabilidade dinâmica: qualidades de voo. Introdução ao projeto de sistemas de controle de voo: sistemas de aumento de estabilidade. Bibliografia: NELSON, R. C. Flight stability and automatic control. 2. ed. Boston, MA: McGraw-Hill, c1998; ETKIN, B.; REID, L. D. Dynamics of flight: stability and control. 3. ed. New York, NY: Wiley, c1996; STEVENS, B. L.; LEWIS, F. L.; JOHNSON, E. N. Aircraft control and simulation: dynamics, controls design, and autonomous systems. 3.ed. Hoboken, NJ: Wiley, c2015; ABZUG, M. J.; LARRABEE, E. E. Airplane stability and control: a history of the technologies that made aviation possible. 2. ed. Cambridge: University Press, 2002.

Syllabus:

AIRCRAFT STABILITY AND CONTROL. Requirements: none. Duration: 24h. Credits: 1.5. Longitudinal static stability: stick-fixed and stick-free static margins. Lateral-directional static stability. Reference frames, coordinate systems, Euler angles, and transformation matrices. Derivation of the equations of motion of the aircraft modeled as a rigid body. Numerical calculation of equilibrium conditions. Linearization of the equations of motion. Longitudinal and lateral-directional natural modes. Flight simulation. Dynamic stability: flying qualities. Introduction to flight control systems design: stability augmentation systems. Bibliography: NELSON, R. C. Flight stability and automatic control. 2. ed. Boston, MA: McGraw-Hill, c1998; ETKIN, B.; REID, L. D. Dynamics of flight: stability and control. 3. ed. New York, NY: Wiley, c1996; STEVENS, B. L.; LEWIS, F. L.; JOHNSON, E. N. Aircraft control and simulation: dynamics, controls design, and autonomous systems. 3.ed. Hoboken, NJ: Wiley, c2015; ABZUG, M. J.; LARRABEE, E. E. Airplane stability and control: a history of the technologies that made aviation possible. 2. ed. Cambridge: University Press, 2002.

AS-762 - CONTROLE POR REALIMENTAÇÃO. Requisitos: não há. Duração: 20h. Créditos: 1. Realimentação, sistemas de controle em malha aberta e em malha fechada; exemplos básicos; representação generalizada de sistemas de malha fechada; modelos de sistemas no domínio do tempo e no domínio-s; modelos lineares, invariantes no tempo, de 1ª ordem e de 2ª ordem; diagramas de blocos e a determinação de funções de transferência; definição de estabilidade e sua importância; requisitos em sistemas de controle: desempenho transiente com base na resposta a degrau e a acuidade de estado estacionário; controladores industriais e as ações básicas de controle (PID); introdução às teorias clássicas para análise e projeto de sistemas de controle. Bibliografia: Ogata, K., Engenharia de Controle Moderno, 5a. Ed., Pearson Prentice-Hall, São Paulo, 2010; Franklin, G.F., Powell, J.D. & Emami-Naeini, A., Sistemas de Controle para Engenharia, 6ª Ed., Bookman Editora, Porto Alegre, 2013.

Syllabus:

FEEDBACK CONTROL. Requirements: none. Duration: 20h. Credits: 1. Feedback, open-loop and closed-loop control systems; basic examples; generalized representation of closed-loop systems; systems models in the time domain and s-domain; first and second order linear time-invariant models; block diagrams and determination of transfer functions; definition of stability and its importance; control systems requirements: transient performance based on step response and steady-state accuracy; industrial controllers and basic control actions (PID); overview of classical theories for analysis and design of control system. Bibliography: : Ogata, K., Engenharia de Controle Moderno, 5a. Ed., Pearson Prentice-Hall, São Paulo, 2010; Franklin, G.F., Powell, J.D. & Emami-Naeini, A., Sistemas de Controle para Engenharia, 6ª Ed., Bookman Editora, Porto Alegre, 2013.

AC-701 - SISTEMAS PROPULSIVOS. Requisitos: não há. Duração: 28h. Créditos: 1,5. Princípio da turbina a gás como sistema propulsivo. Componentes e modelo propulsivo dos motores turbojato, turbofan e ramjet: entrada de ar, compressor, câmara de combustão, turbina, pós-queimador e bocal de exaustão, modelo propulsivo no ponto de projeto e modelo propulsivo fora do ponto de projeto. Análise da operação dos motores turbojatos. Análise da operação dos motores turbofans e evolução e vantagens operacionais do motor turbofan para aplicação na aviação comercial. Limitações do motor turbojato para alta velocidade e o motor ramjet. Motor turbo hélice: arquitetura e funcionamento, hélice, modelo propulsivo no ponto de projeto, considerações para aplicação do modelo, estratégia de operação, modelo propulsivo fora do ponto de projeto, propfan. Emissões em motores aeronáuticos: principais poluentes, certificação, regimes de operação do motor versus a emissão de poluentes e formas de controle. Bibliografia: Hill, P., Peterson, C., Mechanical and Thermodynamics of Propulsion, 2o ed., Addison-Wesley, 1992; Cohen, H., Rogers,

G.F.C., Straznicky, P., Saravanamutto, H.I.H., Nix, A., Gas Turbine Theory, 17th ed, Logman Scientific & Technical, 2017.

Syllabus:

PROPULSIVE SYSTEMS. Requirements: none. Duration: 28 hours. Credits: 1.5. Principle of the gas turbine as a propulsion system. Components and propulsive model of turbojet, turbofan and ramjet engines: air inlet, compressor, combustion chamber, turbine, afterburner and exhaust nozzle, design and off-design propulsive models. Analysis of the operation of turbojet engines. Analysis of the operation of turbofan engines and evolution and operational advantages of the turbofan engine for application in commercial aviation. Limitations of the turbojet engine for high speed and the ramjet engine. Turbo propeller engine: architecture and operation, propeller, propulsive model at the design point, considerations for applying the model, operating strategy, off-design propulsive model, propfan. Emissions from aeronautical engines: main pollutants, certification, engine operating regimes versus pollutant emissions and control strategy. Bibliography: Hill, P., Peterson, C., Mechanical and Thermodynamics of Propulsion, 2o ed., Addison-Wesley, 1992; Cohen, H., Rogers, G.F.C., Straznicky, P., Saravanamutto, H.I.H., Nix, A., Gas Turbine Theory, 17th ed, Logman Scientific & Technical, 2017.

AE-701 - ESTRUTURAS AERONÁUTICAS. Requisitos: não há. Duração: 28h. Créditos: 1,5. Anatomia de estruturas aeronáuticas. Introdução a cargas. Bases da teoria de elasticidade. Fator de concentração de tensões. Critérios de Plastificação. Flexão, cisalhamento e torção de vigas e estruturas de paredes finas. Bibliografia: Megson, T.H.G., Aircraft structures for engineering students, 7th Ed, Butterworth-Heinemann, 2021; Peery, D.J., Aircraft structures, Dover, 2013; GERE, J. M., GOODNO, B. J., Mechanics of materials 9th ed. Belmont: Thomson, 2017.

Syllabus:

AERONAUTICAL STRUCTURES. Requirements: none. Duration: 28h. Credits: 1.5. Structural components of aircraft. Introduction to airframe loads. Basic elasticity. Stress concentration factor. Yield criteria. Bending, shear and torsion of bars and thin-walled beams. Bibliography: Megson, T.H.G., Aircraft structures for engineering students, 7th Ed, Butterworth-Heinemann, 2021; Peery, D.J., Aircraft structures, Dover, 2013; GERE, J. M., GOODNO, B. J., Mechanics of materials 9th ed. Belmont: Thomson, 2017.

AP-743 - LOGÍSTICA NO DESENVOLVIMENTO E MANUTENIBILIDADE DE SISTEMAS COMPLEXOS. Requisitos: não há. Duração 28h. Créditos: 1,5. Sistemas; Ciclo de vida de Sistemas Aeronáuticos Complexos: Fases e Características; Logística: Definições e Medidas de Desempenho; Custo Total do Ciclo de Vida; no Desenvolvimento de Sist. Complexos: Apoio Logístico Integrado (ILS); Manutenção, manutenibilidade e custo do ciclo de vida. Influência de confiabilidade e manutenibilidade sobre a disponibilidade e sobre os custos operacionais e de suporte. Requisitos de manutenibilidade. Desenvolvimento do plano de manutenibilidade e integração com o processo de DIP e Engenharia de Sistemas; Os princípios de simplificação, padronização, modularização e sistemas de diagnóstico de falhas. Outras características de projeto para melhorar a manutenibilidade. A influência dos ambientes operacional, logístico e da manutenção sobre os parâmetros da manutenibilidade. Validação, simulação, previsão e monitoramento de manutenibilidade. Princípios de diagnósticos integrados. Alguns focos de problemas de manutenibilidade no avião. Bibliografia: BLANCHARD, Benjamin S. LOGISTICS ENGINEERING AND MANAGEMENT. Sixth edition. New Jersey: Pearson, 2003; AeroSpace and Defence Industries Association of Europe and Aerospace Industries Association 2020. International guide for the use of the S-Series Integrated Logistics Support (ILS) specifications (<http://www.sx000i.org/>); DEPARTMENT OF DEFENSE. MIL-HDBK-470A: Designing and developing maintainable products and systems, Washington, U.S. Department of Defense, 1997. DEPARTMENT OF DEFENSE. DoD guide for achieving reliability, availability, and maintainability, Washington, U.S. Department of Defense, 2005.

Syllabus:

LOGISTICS IN THE DEVELOPMENT OF COMPLEX SYSTEMS. Requirements: none. Duration 28h. Credits: 1.5. Systems; Lifecycle of Complex Aeronautical Systems: Phases and Characteristics; Logistics: Definitions and Performance Measures; Total Life Cycle Cost; Log. in Complex System Development : Integrated Logistic Support (ILS); Maintenance, maintainability and life cycle cost. Influence of reliability and maintainability on availability and on operating and support costs. Maintainability requirements. Development of the maintenance and integration plan with the DIP and Systems Engineering process; The principles of simplification, standardization, modularization and fault

diagnosis systems. Other design features to improve maintainability. The influence of operational, logistical and maintenance environments on maintainability parameters. Maintainability validation, simulation, forecasting and monitoring. Principles of Integrated Diagnostics. Some outbreaks of maintainability issues on aircraft. Bibliography: BLANCHARD, Benjamin S. LOGISTICS ENGINEERING AND MANAGEMENT. Sixth edition. New Jersey: Pearson, 2003; AeroSpace and Defense Industries Association of Europe and Aerospace Industries Association 2020. International guide for the use of the S-Series Integrated Logistics Support (ILS) specifications (<http://www.sx000i.org/>); DEPARTMENT OF DEFENSE. MIL-HDBK-470A: Designing and developing maintainable products and systems, Washington, U.S. Department of Defense, 1997. DEPARTMENT OF DEFENSE. DoD guide for achieving reliability, availability, and maintainability, Washington, U.S. Department of Defense, 2005.

MB-751 - ESTATÍSTICA. Requisitos: não há. Duração: 24h. Créditos: 1,5. Estatística e seu papel em Engenharia. Elementos fundamentais em estatística: tipos de dados; estatística descritiva e inferência estatística. Obtenção de dados: estudos observacionais e experimentos planejados; princípios de amostragem e de planejamento de experimentos. Resumo de dados: análise descritiva e exploratória de dados; modelos probabilísticos; distribuições amostrais. Análise de dados, interpretação da análise e comunicação de resultados: estimação pontual; estimação por intervalos; princípios de teoria da decisão; testes de hipóteses; princípios de análise de regressão. Aplicações em problemas de tomada-decisão em engenharia. Bibliografia: Devore, J.L., Probability and Statistics for Engineering and the Sciences, Cengage Learning, 9th. Edition, 2016; Mendenhall, W.; Sincich, T., A Second Course in Statistics - Regression Analysis, Pearson, 7th Edition, 2012; Montgomery, D.C., Design and Analysis of Experiments, John Wiley & Sons, 9th Edition, 2017.

Syllabus:

STATISTICS. Requirements: none. Duration: 24h. Credits: 1,5. Statistics and its importance in engineering: what is statistics; the role of statistics in engineering; types of data; descriptive and inferential statistics. Data collection: observational and experimental studies; principles of sampling designs; principles of design of experiments. Data summary: descriptive and exploratory data analysis; probabilistic models; sampling distributions. Data analysis, interpretation and communication of results: point estimation; estimation using confidence intervals; principles of decision theory; tests of hypotheses; principles of regression analysis. Applications in engineering decision-making. Bibliography: Devore, J.L., Probability and Statistics for Engineering and the Sciences, Cengage Learning, 9th Edition, 2016; Mendenhall, W.; Sincich, T., A Second Course in Statistics - Regression Analysis, Pearson, 7th Edition, 2012; Montgomery, D.C., Design and Analysis of Experiments, John Wiley & Sons, 9th Edition, 2017.

AS-761 - ENGENHARIA DE SISTEMAS BASEADA EM MODELOS. Requisitos: não há. Duração: 28h. Créditos: 1,5. Conceitos e princípios do pensamento sistêmico e da Engenharia de Sistemas. Digitalização da Engenharia de Sistemas. Linguagem clássica da Engenharia de Sistemas. SysML. Sistemas Reativos. OPM. Metodologia Arcadia. Domínio do Problema: Análise de contexto e Intervenção sistêmica. Domínio da Solução: Modelagem Conceitual, Arquitetura Conceitual, Verificação e Validação e Arquitetura Concreta. Geração de Documentos. Tendências. Bibliografia: SEBoK Editorial Board, 2022, The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK) , v. 2.7, R.J. Cloutier (Editor in Chief), disponível em:

[https://sebokwiki.org/wiki/Guide_to_the_Systems_Engineering_Body_of_Knowledge_\(SEBoK\)](https://sebokwiki.org/wiki/Guide_to_the_Systems_Engineering_Body_of_Knowledge_(SEBoK));

CRAWLEY, E., CAMERON, B., SELVA, D., 2016, System Architecture – Strategy and Product Development for Complex Systems. England, Pearson, 2016, ISBN 1-292-11084-8; VOIRIN, J.L. Model-based System and Architecture Engineering with the Arcadia Method. Elsevier, 2017, ISBN 978-0-0810-1794-4.

Syllabus:

MODEL BASED SYSTEMS ENGINEERING. Requirements: none. Duration: 28h. Credits: 1,5. Concepts and principles of systems thinking and Systems Engineering. Digitalization of Systems Engineering. Classical languages of Systems Engineering. SysML. Reactive Systems. OPM. Arcadia Methodology. Problem Domain: Context Analysis and Systemic Intervention. Solution Domain: Conceptual Modeling, Conceptual Architecture, Verification and Validation and Concrete Architecture. Document Generation. Trends. Bibliography: SEBoK Editorial Board, 2022, The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK) , v. 2.7, R.J. Cloutier (Editor in Chief), disponível em:

[https://sebokwiki.org/wiki/Guide_to_the_Systems_Engineering_Body_of_Knowledge_\(SEBoK\)](https://sebokwiki.org/wiki/Guide_to_the_Systems_Engineering_Body_of_Knowledge_(SEBoK));

CRAWLEY, E., CAMERON, B., SELVA, D., 2016, System Architecture – Strategy and Product Development for Complex Systems. England, Pearson, 2016, ISBN 1-292-11084-8; VOIRIN, J.L. Model-based System and Architecture Engineering with the Arcadia Method. Elsevier, 2017, ISBN 978-0-0810-1794-4.

AS-763 – MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS DINÂMICOS. Requisitos: não há. Duração: 24h. Créditos: 1,5. Classificação geral de modelos de sistemas dinâmicos. Elementos para modelagem física unificada de sistemas mecânicos, elétricos, fluidos e térmicos. Representação de modelos físicos por meio de grafo de sistema e de grafos de ligações. Formulação das equações dinâmicas no espaço de estados usando grafos de ligações. Formulação variacional de Lagrange-Hamilton. Aplicações na modelagem e simulação de sistemas de aeronaves, eletro-hidráulicos, eletromecânicos e termo-hidráulicos. Bibliografia: Adade Filho, A. – Modelagem e Simulação de Sistemas Dinâmicos. S. José dos Campos - SP, 2021, ISBN: 978-6500372212; Tenreiro Machado, J.A, and Cunha V.M. – Bond Graph Modeling with Applications. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, 2021, ISBN 978-1003057741; Shuvra Das, Mechatronic Modeling and Simulation Using Bond Graphs, CRC Press, 2009, ISBN 978-1420073140.

Syllabus:

MODELING AND SIMULATION OF DYNAMIC SYSTEMS. Requirements: none. Duration: 24h. Credits: 1,5. General classification of dynamical systems models. Elements for unified physical modeling of mechanical, electrical, fluid and thermal systems. Representation of physical models through system graphs and connection graphs. Formulation of dynamic equations in state space using link graphs. Lagrange-Hamilton variational formulation. Applications in modeling and simulation of aircraft, electro-hydraulic, electromechanical and thermo-hydraulic systems. Bibliography: Adade Filho, A. – Modelagem e Simulação de Sistemas Dinâmicos. S. José dos Campos - SP, 2021, ISBN: 978-6500372212; Tenreiro Machado, J.A, and Cunha V.M. – Bond Graph Modeling with Applications. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, 2021, ISBN 978-1003057741; Shuvra Das, Mechatronic Modeling and Simulation Using Bond Graphs, CRC Press, 2009, ISBN 978-1420073140.

MP-715 – DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTO. Requisitos: não há. Duração: 24h. Créditos: 1,5. Conceitos, definições e terminologia associada ao Desenvolvimento de Produtos (DP). O Processo do Desenvolvimento de Produtos: Modelo Genérico de Processo, Fases, Stage Gates, Desafios. Identificação de Oportunidades de Novos Produtos. Planejamento do Produto. Identificação das Necessidades e Requisitos dos Clientes. Especificações do Produto. Geração de Soluções Conceituais para o Produto. Avaliação e Seleção de Conceitos e Soluções. Testes do Conceito do Produto. Arquitetura do Produto. Design for Environment. Design for Manufacturing. Prototipação ao Longo do Desenvolvimento de Produtos. Aspectos de Economia Associadas ao Desenvolvimento de Produto. Bibliografia: ULRICH, K. T., EPPINGER, S. D & YANG, M.C.; Product Design and Development; McGrawHill. Seventh Edition. New York, 2020. ISBN-10 0073404772; KATZENBACH, J.R. and DOUGLAS K. S., The Wisdom of Teams: Creating the High-Performance Organization, Harvard Business Review, Reprint Edition, Boston, 2015; COOPER, R. G., Winning at New Products: Creating Value through Innovation. Fourth Edition, Basic Books, New York, 2011.

Syllabus:

INTEGRATED PRODUCT DESIGN AND DEVELOPMENT. Requirements: none. Duration: 24h. Credits: 1,5. Concept, definitions and terminology applied to the Product Development (PD) process. Generic PD process, Phases, Stage Gates, Challenges. Opportunity Identification. Product Planning. Identifying Customer's Needs. Product Specifications. Concept Generation. Concept Screening and Selection. Concept Testing. Product Architecture. Design for Environment. Design for Manufacturing. Prototyping. Product Development Economics. Bibliography: ULRICH, K. T., EPPINGER, S. D & YANG, M.C.; Product Design and Development; McGrawHill. Seventh Edition. New York, 2020. ISBN-10 0073404772; KATZENBACH, J.R. and DOUGLAS K. S., The Wisdom of Teams: Creating the High-Performance Organization, Harvard Business Review, Reprint Edition, Boston, 2015; COOPER, R. G., Winning at New Products: Creating Value through Innovation. Fourth Edition, Basic Books, New York, 2011.

MT-717 - MATERIAIS E PROCESSOS DE FABRICAÇÃO. Requisitos: não há. Duração 28h. Créditos: 1,5. Materiais metálicos: propriedades mecânicas; principais ligas de aplicação aeronáutica. Conceitos gerais de: materiais cerâmicos, poliméricos e carbonosos: aplicações. Resistência dos materiais: hipóteses básicas. Comportamento dos materiais: elástico; plástico; anelástico; viscoelástico. Tipos de falhas mecânica: deformação plástica excessiva; deformação elástica excessiva; fratura; instabilidade plástica. Teoria do escoamento plástico: critérios de escoamento (Von Mises, Tresca, Levi-Mises, Hill). Fundamentos básicos da conformação de metais: classificação dos processos; influência da anisotropia, taxa de deformação, temperatura, atrito e lubrificação. Fabricação de tubos e de chapas: extrusão; laminação; trefilação. Processos de fabricação convencionais e não convencionais: conformação de chapas; conformação de volume; processos convencionais de usinagem. Introdução e apresentação dos componentes principais de uma aeronave. Introdução à fabricação de fuselagens: componentes principais e processos de fabricação, selagem e rebites. Introdução à montagem de asas e empenagens. Introdução a compósitos: materiais e processos de fabricação de compósitos: Fabricação de trens de pouso: materiais e processos de fabricação. Desenvolvimento de novos processos: manufatura aditiva. Bibliografia: Dieter, G. E., Mechanical Metallurgy – SI Metric Edition, Mc Graw – Hill Book Co., 1988; Chakrabarty, J., Applied Plasticity, Springer, 2nd edition, 2010; Hosford, W. F., Caddell, R. M., Metal Forming: Mechanics and Metallurgy, Cambridge University Press, 4th edition, 2011; Verlinden, B., Driver, J., Samajdar, I., Doherty, R. D., Thermo-Mechanical Processing of Metallic Materials, Elsevier, 2007; ASM Handbook, Volume 14, Forming and Forging, electronic files, 1998.

Syllabus:

MATERIALS AND FABRICATION PROCESSES. Requirements: none. Duration: 28h. Credits: 1,5. Metallic materials: mechanical properties; metal alloys for aeronautical applications. General concepts: ceramic materials, polymers and carbon based: applications. Mechanics of materials: basic assumptions. Material behavior: elastic; plastic; inelastic; viscoelastic. Types of mechanical failure: excessive plastic deformation; excessive elastic deformation; fracture; plastic instability. Theory of plastic yielding: yield criteria (von Mises, Tresca, Levi-Mises, Hill). Fundamentals of metal forming: process classification; influence of anisotropy, strain rate, temperature, friction and lubrication. Fabrication of tubes and sheets: extrusion; rolling; drawing. Conventional and non-conventional fabrication processes: sheet forming; volume forming; conventional machining. Introduction and presentation of main aircraft components. Introduction to the fabrication of fuselages: main components and fabrication processes, sealing and riveting. Introduction to wing and empennage assembly. Introduction to composites: materials and fabrication processes. Landing gear manufacture: materials and fabrication processes. Development of new fabrication processes: additive manufacture. Bibliography: Dieter, G. E., Mechanical Metallurgy – SI Metric Edition, Mc Graw – Hill Book Co., 1988; Chakrabarty, J., Applied Plasticity, Springer, 2nd edition, 2010; Hosford, W. F., Caddell, R. M., Metal Forming: Mechanics and Metallurgy, Cambridge University Press, 4th edition, 2011; Verlinden, B., Driver, J., Samajdar, I., Doherty, R. D., Thermo-Mechanical Processing of Metallic Materials, Elsevier, 2007; ASM Handbook, Volume 14, Forming and Forging, electronic files, 1998.

FASE 2

AP-701 - FUNDAMENTOS DO PROJETO DE AERONAVES. Requisitos: não há. Duração: 28h. Créditos: 1,5. Categorias de aeronaves e o mercado de aviação. Etapas do programa de uma aeronave. Escolha de configuração e dimensionamento inicial. Layout de fuselagem. Análise aerodinâmica para projeto conceitual. Escolha e integração do grupo moto-propulsor. Estimativa de pesos e centro de gravidade. Aplicação de requisitos para análise de desempenho e estimativa de carga alar e razão tração/peso. Layout estrutural inicial. Posicionamento de trem de pouso. Análise de estabilidade e dimensionamento de superfícies de controle. Bibliografia: RAYMER, D.P., Aircraft design: a conceptual approach, 5th Edition, AIAA educational series, Washington DC, 2012; GUDMUNDSSON, S. General aviation aircraft design: applied methods and procedures. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2013; ROSKAM, J. Airplane design, parts I-VIII. Ottawa: Roskam Aviation and Engineering Corporation, 1985.

Syllabus:

AIRCRAFT DESIGN FUNDAMENTALS. Requirements: none. Duration: 28h. Credits: 1.5. Aircraft categories and the aviation market. Phases of an aircraft program. Configuration selection and initial sizing. Fuselage layout. Aerodynamic analysis for conceptual design. Selection and integration of propulsion system. Weight estimate and center of gravity. Using requirements for performance analysis and wing loading and thrust-to-weight ratio estimation. Initial structural layout. Landing gear placement. Stability analysis and control surface sizing. References: RAYMER, D.P., Aircraft design: a conceptual approach, 5th Edition, AIAA educational series, Washington DC, 2012; GUDMUNDSSON, S. General aviation aircraft design: applied methods and procedures. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2013; ROSKAM, J. Airplane design, parts I-VIII. Ottawa: Roskam Aviation and Engineering Corporation, 1985.

ESTRUTURAS

AE-721 - ELEMENTOS FINITOS. Requisitos: AE-701. Duração: 40 h. Créditos: 2,5. Introdução ao cálculo variacional. Métodos de energia. Métodos de Rayleigh-Ritz e Resíduos Ponderados. Formulação variacional de elementos finitos. Elementos finitos lineares: treliça, vigas de Euler e de Timoshenko. Elementos finitos para estado plano de tensão e deformação, placas e sólidos tridimensionais. Integração numérica. Aplicações em problemas de estabilidade elástica (flambagem linear) e vibração livre. Modelagem de estruturas aeronáuticas. Bibliografia: Reddy, J.N., Introduction to the finite element method, 4th. ed., McGraw Hill, 2018; Cook, R. D., et al, Concepts And Applications of Finite Element Analysis, Wiley, 4th ed, 2002; Bathe, K.J., Finite Element Procedures, Klaus-Jurgen Bathe, 2nd Ed., 2014.

Syllabus:

FINITE ELEMENT METHOD. Requirements: AE-701. Duration: 40h. Credits: 2.5. Introduction to the calculus of variations. The Principle of Virtual Work. Rayleigh-Ritz and Weighted Residuals methods. Variational formulation of finite elements. One-dimensional problems: trusses, Euler beams and Timoshenko beams. Finite elements for plane stress and plane strain problems. Finite elements for Kirchhoff-Love plates. Three-dimensional finite elements. Numerical integration. Eigenvalue problems: applications to the stability (buckling) and free vibration analyses. Modeling of aeronautical structures. Bibliography: Reddy, J.N., Introduction to the finite element method, 4th. ed., McGraw Hill, 2018; Cook, R. D., et al, Concepts And Applications of Finite Element Analysis, Wiley, 4th ed, 2002; Bathe, K.J., Finite Element Procedures, Klaus-Jurgen Bathe, 2nd Ed., 2014.

AE-722 - ANÁLISE DE ESTRUTURAS AEROESPACIAIS. Requisitos: AE-701. Duração: 40 h. Créditos: 2,5. Flexo-torção de vigas de paredes finas de seção aberta e fechada; restrição axial; idealização estrutural; deflexões. Difusão em painéis. Análise de estruturas da asa e da fuselagem; efeito de aberturas; anéis caverna; nervuras. Análise das fixações e das juntas. Modelagem pelo método de elementos finitos. Bibliografia: Megson, T.H.G., Aircraft structures for engineering students, Butterworth-Heinemann, 6th edition, 2016; Bruhn, E.F., Analysis and design of flight vehicle structures, TriOffset, Cincinnati, 1973; Flabel, J.C., Practical stress analysis for design engineers, Lake City Publishing Company, 1997.

Syllabus:

ANALYSIS OF AEROSPACE STRUCTURES. Requirements: AE-701. Duration: 40h. Credits: 2.5. Bending-torsion of thin-walled beams with open and closed cross sections; axial constraint; structural idealization; deflections. Shear lag. Analysis of wing and fuselage structures; effect of cutouts; fuselage frames; ribs. Analysis of connections and fittings. Finite element modeling. Bibliography: Megson, T.H.G., Aircraft structures for engineering students, Butterworth-Heinemann, 6th edition, 2016; Bruhn, E.F., Analysis and design of flight vehicle structures, TriOffset, Cincinnati, 1973; Flabel, J.C., Practical stress analysis for design engineers, Lake City Publishing Company, 1997.

AE-723 - ESTABILIDADE DE ESTRUTURAS AERONÁUTICAS. Requisitos: AE-701. Duração: 40 h. Créditos: 2,5. Comportamento Mecânico dos Materiais. Flambagem de Colunas com Seções Estáveis. Flambagem Torsional e Flexo-Torsional de Colunas de Paredes Finas. Flambagem de Placas Planas. Instabilidade e Falha de Colunas de Paredes Finas e Painéis Reforçados. Noções de Flambagem de Cascas Cilíndricas e Campo de Tração Diagonal em Painéis Planos. Bibliografia: Megson, T. H. G. Aircraft structures for engineering students. 6. ed. Oxônia: Butterworth-Heinemann, 2016; Chajes, A. Principles of

structural stability theory. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1974; Bruhn, E. F. Analysis and design of flight vehicle structures. Cincinnati: TriOffset, 1973.

Syllabus:

STABILITY OF AERONAUTICAL STRUCTURES. Requirements: AE-701. Duration: 40h. Credits: 2.5. Mechanical behaviour of materials. Buckling of columns. Torsional and Bending-Torsion buckling analysis of thin-walled columns. Buckling of Flat Plates. Instability and collapse analysis of thin-walled columns and stiffened panels. Buckling of shells and diagonal tension field effects in flat panels. Bibliography: Megson, T. H. G. Aircraft structures for engineering students. 6. ed. Oxônia: Butterworth-Heinemann, 2016; Chajes, A. Principles of structural stability theory. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1974; Bruhn, E. F. Analysis and design of flight vehicle structures. Cincinnati: TriOffset, 1973.

AE-724 - FADIGA E PROPAGAÇÃO DE TRINCAS. Requisitos: AE-701. Duração: 40 h. Créditos: 2,5. Introdução. Histórico de problemas de fadiga e fratura. Projeto tolerante ao dano. Fadiga S-N - definições básicas. Ensaio para obtenção de curvas S-N. Parâmetros que influenciam nas curvas S-N. Efeito da tensão média. Fadiga multiaxial. A regra de Palmgren-Miner. Contagem de ciclos. Concentradores de tensão. Mecânica da fratura linear elástica - definições básicas. Taxa de liberação de energia. Curvas R. Fatores de intensidade de tensão. Relação entre G e K. Influência da zona plástica. Ensaio de tenacidade à fratura. Tensão plana e deformação plana. Limites de validade de G e K. Propagação de trincas por fadiga. Curvas da/dN. Equações de propagação. Bibliografia: N. E. Dowling, Mechanical Behavior of Materials - Engineering Methods for Deformation, Fracture, and Fatigue, Fourth Edition, Pearson Education Limited, 2013; T. L. Anderson, Fracture Mechanics - Fundamentals and Applications, Third Edition, CRC Press 2005; J. Schijve, Fatigue of Structures and Materials, Second Edition, Springer, 2009.

Syllabus:

FATIGUE AND CRACK PROPAGATION. Requirements: AE-701. Duration: 40h. Credits: 2.5. Fatigue and fracture challenges along the history. Damage tolerant design approach. Fatigue of materials: Stress-Based approach. Definitions and concepts. Fatigue Testing. S-N fatigue curve parameters and trends. Mean stresses effect. Multiaxial stresses effect on fatigue life. Variable amplitude loading: Palmgreen-Miner cumulative damage rule and cycle counting, Notched members: Notch effect on fatigue life. Linear Elastic Fracture Mechanics: Definitions. The Energy Release Rate (G). Instability and the R Curve. The Stress Intensity Factor (K): Definition, Relationship between K and G. Crack-Tip Plasticity. Fracture Toughness testing on metals. Plane strain fracture. G and K validity limits for application on aeronautic structures. Fatigue crack propagation. Empirical Fatigue Crack Growth Equations. Effects of loading variables on crack growth. Bibliography: N. E. Dowling, Mechanical Behavior of Materials - Engineering Methods for Deformation, Fracture, and Fatigue, Fourth Edition, Pearson Education Limited, 2013; T. L. Anderson, Fracture Mechanics - Fundamentals and Applications, Third Edition, CRC Press 2005; J. Schijve, Fatigue of Structures and Materials, Second Edition, Springer, 2009.

AE-725 - DINÂMICA ESTRUTURAL E AEROELASTICIDADE. Requisitos: AE-701. Duração: 40 h. Créditos: 2,5. Modelagem de sistemas dinâmicos: equações de Lagrange. Vibrações livres, respostas à excitação harmônica, periódica, impulsiva e geral em sistemas de único grau de liberdade. Vibrações livres e respostas dinâmicas de sistemas com vários graus de liberdade: condições de ortogonalidade e solução por análise modal. Vibrações livres e respostas dinâmicas de sistemas contínuos. Modelagem de sistemas aeroelásticos: o problema da seção típica. Problemas de estabilidade e resposta aeroelástica. Modelos aeroelásticos na base modal. Métodos de elementos discretos em aeroelasticidade: análise numérica de estabilidade aeroelástica. Bibliografia: D. Inman, Engineering Vibration, 4th Ed., Prentice Hall, 2013; Wright, J.R. and Cooper, J.E. Introduction to Aircraft Aeroelasticity and Loads, John Wiley & Sons, West Sussex, England, UK, 2007; Bisplinghoff, R.L., Aeroelasticity, Mineola, NY: Dover, 1996.

Syllabus:

STRUCTURAL DYNAMICS AND AEROELASTICITY. Requirements: AE-701. Duration: 40 h. Credits: 2.5. Modeling of dynamical systems: Lagrange equations. Free vibrations, responses to harmonic, periodic, impulsive and general excitation in single degree of freedom systems. Free vibrations and dynamic responses of multiple degree of freedom systems: orthogonality conditions and solution by modal analysis. Free vibrations and dynamic responses of continuous systems. Modeling of aeroelastic systems: the typical section problem. Stability problems and aeroelastic response. Aeroelastic models in modal

space. Discrete element methods in aeroelasticity: numerical aeroelastic stability analysis. Bibliography: D. Inman, Engineering Vibration, 4th Ed., Prentice Hall, 2013; Wright, J.R. and Cooper, J.E. Introduction to Aircraft Aeroelasticity and Loads, John Wiley & Sons, West Sussex, England, UK, 2007; Bisplinghoff, R.L., Aeroelasticity, Mineola, NY: Dover, 1996.

AE-727 - PROJETO E ANÁLISE DE ESTRUTURAS DE MATERIAL COMPÓSITO. Requisitos: AE-701. Duração: 40 h. Créditos: 2,5. Introdução a compósitos poliméricos. Processos de manufatura aplicados a compósitos poliméricos avançados. Comportamento macromecânico da lâmina: transformação de tensão e deformação, relações constitutivas na lâmina. Rigidez e flexibilidade da lâmina. Constantes de engenharia. Relações tensão x deformação na lâmina; invariantes do material. Resistência da lâmina, critérios de resistência biaxiais. Comportamento micromecânico da lâmina: volume representativo, regra de misturas e abordagens baseadas em elasticidade. Teoria de Placas Finas. Teoria Clássica da Laminação. Flexão, flambagem e vibração de placas laminadas. Efeitos Higrotermoelásticos. Aeroelasticidade de placas laminadas. Projeto e análise de laminados. Tópicos avançados de projeto e análise de impacto em compósitos. Bibliografia: Jones, R. M. Mechanics of Composite Materials, 2nd ed., Taylor & Francis, 1999; Daniel, I. M.; Ishai, O. Engineering mechanics of composite materials, 2nd ed. Oxford: University Press, 2006; Reddy J. N. Mechanics of Laminated Composite Plates and Shells: theory and analysis, 2nd ed. CRC Press, 2004.

Syllabus:

ANALYSIS AND DESIGN OF COMPOSITE STRUCTURES. Requirements: AE-701. Duration: 40h. Credits: 2.5. Introduction to polymeric composites. Manufacturing processes for advanced polymeric composite structures. Laminae macromechanical behaviour: strain and stress transformations, constitutive relationship at ply level. Stiffness and compliance definition at ply level. Engineering constants. Stress x strain relationship at laminae level; material invariants. Laminae strengths, multiaxial failure criteria for composites. Laminae micromechanical behaviour: representative volume element, rule of mixtures and elasticity based approaches for stiffness and strength prediction. Thin plate theory. Classical Laminate Theory. Bending, buckling and vibration of laminated plates. Hygrothermoelastic effects. Aeroelasticity of laminated plates. Design and analysis of composite laminates. Advanced topics on design and impact analysis of composite structures. Bibliography: Jones, R. M. Mechanics of Composite Materials, 2nd ed., Taylor & Francis, 1999; Daniel, I. M.; Ishai, O. Engineering mechanics of composite materials, 2nd ed. Oxford: University Press, 2006; Reddy J. N. Mechanics of Laminated Composite Plates and Shells: theory and analysis, 2nd ed. CRC Press, 2004.

SISTEMAS

AS-764 - FENÔMENOS DE TRANSPORTE EM SISTEMAS AERONÁUTICOS. Requisito: AS-702. Duração: 48h. Créditos: 3. Conceitos fundamentais em mecânica dos fluidos; Análise de escoamento; leis básicas para sistemas e volumes de controle; conservação da massa; equação da quantidade de movimento linear; primeira lei da termodinâmica; equação de Bernoulli. Escoamento viscoso incompressível; escoamento em tubos; diagrama de Moody; perdas de carga distribuídas e localizadas; escoamento laminar vs escoamento turbulento; perfis de velocidade e tensão de cisalhamento para escoamentos turbulentos. Introdução ao Escoamento Compressível. Primeira e Segunda Lei da Termodinâmica; Conceitos fundamentais em transmissão de calor; dimensões e unidades; Leis básicas da transmissão de calor; condução, convecção e radiação; mecanismos combinados de transmissão de calor. Condução unidimensional em regime permanente. Convecção; camada limites de velocidade e térmica aplicadas a escoamento interno e externo; Bibliografia: Fox, R.W., McDonald, A.T., Pritchard, P. J., Introdução à Mecânica dos Fluidos. 9a edição, Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2018. Bergan, T. L., Lavine, A. S., Incropera, F.P. & De Witt, D.P., Fundamentos de Transferência de Calor e Massa, 7a edição, Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2014. Fundamentos de Termodinâmica, Sonntag, Richard; Borgnakke, Claus; 2a edição, Ed. Blucher, 2018.

AS-765 - SISTEMAS DE CONTROLE. Requisito: AS-702. Duração: 48h. Créditos: 3. Modelos de sistemas para controle: modelos no domínio do tempo e no domínio da frequência (plano-s e resposta em frequência); linearização (limites de validade do modelo linear). Resposta temporal de sistemas de controle

contínuos no tempo - solução da equação de estado. Estabilidade (conceitos e critérios). Desempenho transiente e de estado-estacionário. Ações básicas de controle – controladores e compensadores clássicos. Métodos empíricos e abordagem algorítmica de projeto. Análise e projeto pelo método do Lugar Geométrico das Raízes (LGR). Análise e introdução ao projeto pelos métodos de resposta em frequência: margens de estabilidade, o critério de estabilidade de Nyquist e projeto utilizando os diagramas de Bode. Realimentação de estado e projeto de controle no espaço de estados: controlabilidade e observabilidade; alocação de polos; controle ótimo linear-quadrático (LQR); realimentação de estado com ação integral; observadores de estado – princípio da separação e projeto. Bibliografia: Ogata, K., Engenharia de Controle Moderno, 5a. Ed., Pearson Prentice-Hall, São Paulo, 2010; Franklin, G.F., Powell, J.D. & Emami-Naeini, A., Sistemas de Controle para Engenharia, 6ª Ed., Bookman Editora, Porto Alegre, 2013; [Skogestad, S.; Postlethwaite, I. Multivariable Feedback Control - Analysis and Design, 2nd. Ed. , John Wiley and Sons, Chichester, 2005.]

AS-766 - CIRCUITOS ELÉTRICOS E CONVERSÃO DE ENERGIA EM SISTEMAS AERONÁUTICOS. Requisito: AS-702. Duração: 48h. Créditos: 3. Circuitos Elétricos: leis de Kirchhoff; elementos resistivos de circuitos (resistores, fontes controladas, amplificador operacional, elementos não-lineares), ponto de operação, reta de carga, linearização; circuitos resistivos, análise matricial, propriedades, circuitos não-lineares; circuitos de primeira ordem (capacitores e indutores, constante de tempo, análise por inspeção, solução geral; circuitos de segunda ordem, sistemas mecânicos análogos, tipos de resposta à entrada zero, comportamento qualitativo; circuitos dinâmicos de ordem superior, indutores acoplados; regime permanente senoidal, fasores, funções de rede, potência e energia, circuitos trifásicos; circuitos acoplados magneticamente, indutância mútua, transformadores, dimensionamento de cabos. Baterias: arquitetura – células e topologia; tipos, princípios de funcionamento e densidades de potência/energia; conceitos básicos (SOC, curvas de carga de descarga, ciclo de vida versus condições ambientais e uso; circuito equivalente (modelo); dissipação térmica. Conversores de Potência Elétrica: AC/DC, DC/AC, DC/DC, AC/AC. Geradores e Motores Elétricos: modos de operação (4Q, gerador/motor); modelos simples de motores DC; noções de motor AC (síncrono, assíncrono). Bibliografia: KIENITZ, K. H. Análise de circuitos: um enfoque de sistemas. 2. ed. São José dos Campos: ITA, 2010. BURIAN, Y.; LYRA, A. C. C. Circuitos elétricos. São Paulo: Prentice Hall, 2006. HAYT, W. H.; KEMMERLY, J. E.; DURBIN, S. M. Análise de circuitos em engenharia. 7. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008. SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. Microeletrônica. São Paulo: Prentice Hall, 2007. BIRD, J. Circuitos Elétricos: Teoria e Tecnologia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

ET-709 - SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES AERONÁUTICAS, RÁDIO NAVEGAÇÃO E VIGILÂNCIA. Requisito: AS-702. Duração: 48 horas. Créditos: 3. Comunicação de voz e dados entre a aeronave e o ATC (Air Traffic Control). Comunicações via satélite. Navegação via rádio de curto alcance: NDB (Non-Directional Beacon), VOR (VHF Omnidirectional Range), DME (Distance Measurement Equipment). Sistema de pouso por instrumento (ILS – Instrument Landing System). Conceitos da navegação por satélites. Erros de navegação e sistemas de melhoria de precisão. Tipos de navegação: convencional, RNAV (Area Navigation), RNP (Required Performance Navigation). Controle de área e vigilância: PSR (Primary Surveillance Radar), SSR (Secondary Surveillance Radar), MLAT (Multilateration) e ADS (Automatic Dependent Surveillance). Vigilância a bordo e sistemas de alerta de colisão. Noções do Sistema de Gerenciamento de Voo (FMS -Flight Management System). Bibliografia: Binns C., Aircraft Systems Instruments, Communications, Navigation, and Control, John Wiley & Sons Inc., 2019; Stacey D., Aeronautical Radio Communication Systems and Networks, John Wiley & Sons Inc., 2008; Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation International Civil Aviation Organization International Standards and Recommended Practices Fourth Edition July 2007 Volume IV Surveillance and Collision Avoidance Systems.

Syllabus:

AERONAUTICAL COMMUNICATION, RADIO NAVIGATION AND SURVEILLANCE. Requirements: AE-702. Duration: 48h. Credits: 3. Aircraft voice and data communication supported by ATC (Air Traffic Control). Satellite communications. Low range radio navigation: NDB (Non-Directional Beacon), VOR (VHF Omnidirectional Range), DME (Distance Measurement Equipment). Instrument Landing System (ILS). Satellite navigation concept. Navigation errors and augmentation systems. Navigation types: conventional, RNAV (Area Navigation), RNP (Required Performance Navigation).

PBN (Performance-Based Navigation). Area control and surveillance: PSR (Primary Surveillance Radar), SSR (Secondary Surveillance Radar), MLAT (Multilateration) e ADS (Automatic Dependent Surveillance). Airborne surveillance and collision avoidance systems. Flight Management System (FMS) concepts. Bibliography: Binns C., Aircraft Systems Instruments, Communications, Navigation, and Control, John Wiley & Sons Inc., 2019; Stacey D., Aeronautical Radio Communication Systems and Networks, John Wiley & Sons Inc., 2008; Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation International Civil Aviation Organization International Standards and Recommended Practices Fourth Edition July 2007 Volume IV Surveillance and Collision Avoidance Systems.

AS-767 - SINAIS E SISTEMAS. Requisito: AS-702. Duração: 16h. Créditos: 1. Introdução aos sinais: classificação de sinais de tempo contínuo e tempo discreto; impulso unitário; degrau unitário; transformações da variável independente. Introdução aos sistemas: sistemas de tempo contínuo e de tempo discreto; integral e soma de convolução; resposta ao pulso unitário, resposta ao degrau unitário, causalidade, invariância no tempo; linearidade. Equações diferenciais lineares e equações a diferenças finitas lineares, discretização, amostragem: Série e Transformada de Fourier de tempo contínuo e discreto: definição, inversão, propriedades e cálculo de transformadas usuais; amostragem de sinais e o teorema da amostragem de Shannon. Relação entre a transformada de Fourier de tempo discreto e transformada de Fourier de sinais de tempo contínuo amostrados. Filtragem: exemplos de filtros clássicos de tempo contínuo. Bibliografia: LATHI, B. P. Sinais e Sistemas Lineares. 2 ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006; OPPENHEIM, A. V.; WILLISKY, A. S. Signals and systems. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1997;

AS-768 - SISTEMAS AERONÁUTICOS DE ATUAÇÃO. Requisito: AS-702. Duração: 32h. Créditos: 2. Introdução aos sistemas de atuação em aeronaves. Fundamentos da modelagem dinâmica de sistemas hidráulicos, e termo-hidráulicos. Componentes de sistemas de atuação como bombas e atuadores hidráulicos, servoválvulas, válvulas sequenciais, válvulas reguladoras de pressão e vazão. Análise dinâmica e simulação de servomecanismos eletro-hidráulicos e eletromecânicos (HSA, EHA e EMA). Aplicações em sistemas de comando de voo, acionamento de trem de pouso, sistemas de freio hidráulico e controle de direção (steering). Manring, N, Fales, R.C., Hydraulic Control Systems, 2 ed, John Wiley & Sons, 2020. Maré, J-C, Aerospace Actuators 2 – Signal-by-Wire and Power-by-Wire, ISTE and John Wiley & Sons, London, 2017; Vasiliu, N., Vasiliu, D., Calinoiu, C., Puhalschi, R., Simulation of Fluid Power Systems with Simcenter Amesim, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2018; Wang, S., Tomovic, M., Liu, H., Commercial Aircraft Hydraulic Systems, Shangai Jiao Tong University Press, 2016;

MANUFATURA

MP-705 - MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS DISCRETOS. Requisitos: MT-717. Duração 48 horas. Créditos: 3. Classificação geral de modelos de sistemas dinâmicos. Introdução aos sistemas a eventos discretos. Máquinas de estado e autômatos. Ferramentas e técnicas de simulação e verificação de sistemas discretos. Modelos de sistemas discretos com tempo. Teoria de Filas: conceitos gerais, processo de simulação, componentes de sistema de simulação. Procedimentos de modelagem de simulação: diagrama de ciclo de atividades (DCA), abordagem de modelagem. Simulação com software comercial: principais modelos, submodelos, implementação de modelos de simulação, animação e visualização de variáveis e de relatórios, analisador estatístico de dados, gráficos para análise de período de estabilização, projeto de experimentos. Bibliografia: Cassandras, C.G., Lafortune, S. Introduction to Discrete Event Systems. Springer US, 2nd Edition, 2008, 772 p. Banks, J. et al. Discrete-event system simulation. 3 ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000. Karnopp, D. et al., System dynamics: a unified approach, John Wiley, New York, 1990.

Syllabus:

MODELING AND SIMULATION OF DISCRETE SYSTEMS. Requirements: MT-717. Duration: 48 h. Credits: 3. General classification of systems models. Introduction to discrete event systems. State machines and automata. Tools and techniques for simulation and verification of discrete systems. Models of discrete systems with time. Queuing Theory: general concepts, simulation process, components of simulation system. Simulation modelling procedures: activity cycle diagram (ACD), modelling approach.

Simulation with commercial software tools: main models, sub-models, implementation of simulation models, animation and visualization of variables and reports, statistical data analyzer, charts for stabilization period analysis, design of experiments. References: Cassandras, C.G., Lafortune, S. Introduction to Discrete Event Systems. Springer US, 2nd Edition, 2008, 772 p. Banks, J. et al. Discrete-event system simulation. 3 ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000. Karnopp, D. et al., System dynamics: a unified approach, John Wiley, New York, 1990.

MB-757 - GESTÃO DA PRODUÇÃO. Requisitos: MT-717. Duração: 32h. Créditos: 2. Princípios de gestão da produção. Competitividade, Estratégia e Produtividade. Previsão em Produção. Gestão dos estoques: necessidade de estoques, controle dos estoques e MRP (Materials Resource Planning). A visão por processos: mapeamento de processos, indicadores de desempenho, planejamento de capacidade e gargalos. Seleção de processo e do arranjo físico de instalações. Linhas de produção: planejamento de capacidade, balanceamento de linhas e customização em massa. Produção em lotes: planejamento de capacidade, lote econômico de produção, sequenciamento e controle da produção. Processo de jobbing: projeto de layout funcional, agilidade na resposta e sequenciamento. Manufatura enxuta e just-in-time. Melhoria da produção e gestão de risco. Bibliografia: Slack, N., Brandon-Jones, A, Johnston, R. Administração da Produção, 4a. edição. São Paulo: Atlas, 2015; Corrêa, H. L., Corrêa, C. A. Administração de Produção e de Operações - Manufatura e Serviços - Uma Abordagem Estratégica, 4a edição. São Paulo: Atlas, 2017; Stevenson, W. J. Operations Management, 10th. ed., McGraw-Hill, 2009.

Syllabus:

PRODUCTION MANAGEMENT. Requirements: MT-717. Duration: 32h. Credits: 2. Production management principles. Competitiveness, Strategy and Productivity. Production forecasting. Inventory management: inventory necessity and control, MRP (Materials Resource Planning). The process view: process mapping, performance indicators, capacity planning and production bottleneck. Process selection and layout. Production lines: capacity planning, line balancing and mass customization. Batch production: capacity planning, economic production batch, sequencing and scheduling and production control. Jobbing process: functional layout design, agility management and production scheduling. Lean manufacturing and just-in-time. Production improvement and risk management. Bibliography: Slack, N., Brandon-Jones, A, Johnston, R. Administração da Produção, 4a. edição. São Paulo: Atlas, 2015; Corrêa, H. L., Corrêa, C. A. Administração de Produção e de Operações - Manufatura e Serviços - Uma Abordagem Estratégica, 4a edição. São Paulo: Atlas, 2017; Stevenson, W. J. Operations Management, 10th. ed., McGraw-Hill, 2009.

MP-703 - PROJETO E MANUFATURA DE ESTRUTURAS DE COMPÓSITOS. Requisitos: MT-717. Duração: 48h. Créditos: 3. Introdução aos materiais compósitos: classificação, anisotropia, homogeneidade. Fibras para compósitos de alto desempenho. Resinas termorrígidas e termoplásticas. Cinética de cura e reologia de resinas termorrígidas. Noções de projeto de estruturas de materiais compósitos. Aplicações de materiais compósitos em estruturas aeronáuticas. Processos de fabricação para materiais compósitos de matriz termorrígida: laminação manual, laminação automática, enrolamento filamental, pultrusão, técnicas de infusão. Modelagem numérica. Processos de fabricação para materiais compósitos de matriz termoplástica. Moldes metálicos e de compósitos. Corte e montagem. Métodos de inspeção, caracterização experimental e teste de materiais compósitos. Juntas mecânicas e juntas coladas. Reparos. Bibliografia: Daniel, I. M.; Ishai, O. Engineering mechanics of composite materials, 2nd ed. Oxford: University Press, 2006; Strong, B. Fundamentals of composites manufacturing: materials, methods, and applications. SME Publications, 2nd edition, 2007; Morena, J. J. Advanced composite mold making. Krieger Pub Co, edição reprint, 2007.

Syllabus:

DESIGN AND MANUFACTURE OF COMPOSITE STRUCTURES. Requirements: MT-717. Duration: 48h. Credits: 3. Introduction to composite materials: classification, anisotropy, homogeneity. Fibers for high performance composites. Thermofixed and thermoplastic resins. Cure kinetics and rheology of thermofixed resins. Concepts of design of composite structures. Application of composites in aeronautic construction. Fabrication of thermofixed matrix composite materials: manual layup, automatic layup, filament winding, pultrusion and infusion. Numerical modeling. Fabrication of thermoplastic matrix composite materials. Metallic and composite molds. Cutting and assembly. Inspection, experimental characterization and testing of composites. Mechanical joints and glued joints. Repairs. Bibliography: Daniel, I. M.; Ishai, O. Engineering mechanics of composite materials, 2nd ed. Oxford: University Press,

2006; Strong, B. Fundamentals of composites manufacturing: materials, methods, and applications. SME Publications, 2nd edition, 2007; Morena, J. J. Advanced composite mold making. Krieger Pub Co, edição reprint, 2007.

MP-742 - TÓPICOS ESPECIAIS EM ROBÓTICA. Requisito: MT-717. Duração: 48h. Créditos: 3. Fundamentos da automação industrial e aeronáutica. Conceitos de *Design for Automation*. Tópicos sobre produção conectada, fusão sensorial e visão computacional para sistemas de automação. Introdução a programação de sistemas com *Labview*TM. Fundamentos de robótica e programação de robôs industriais. Conceitos de programação *Off-line* e CAM/CNC. Aplicação e uso da metrologia de grandes volumes. Conceitos fundamentais da robótica colaborativa e adaptativa para uso em células de manufatura aeronáutica. Apresentação de tecnologias robóticas de automação para uso industrial e estudo de casos de projetos de automação aeronáutica. Bibliografia: Springer Handbook of Automation, Nof, S. Y., Springer, 2020 (on-line); Mechatronic Systems: Devices, Design, Control, Operation and Monitoring (Mechanical and Aerospace Engineering Series), C. W., de Silva, CRC Press, 2020 (on-line); Industrial Robotics – Selection, Design and Maintenance, Colestock, H. McGrawHill , 2005.

Syllabus:

SPECIAL TOPICS IN ROBOTICS. Requirements: MT-717. Duration: 48 h. Credits: 3. Fundamentals of industrial and aeronautical automation. Introduction to Design for Automation. Topics on connected production, sensor fusion and computer vision for automation systems. Introduction to systems programming with *Labview*TM. Fundamentals of robotics and industrial robot programming. Off-line and CAM/CNC programming concepts. Application and use of large volume metrology. Fundamental concepts of collaborative and adaptive robotics for use in aeronautical manufacturing cells. Presentation of robotic automation technologies for industrial use and case studies of aeronautical automation projects. Bibliography: Springer Handbook of Automation, Nof, S. Y., Springer, 2020 (on-line); Mechatronic Systems: Devices, Design, Control, Operation and Monitoring (Mechanical and Aerospace Engineering Series), C. W., de Silva, CRC Press, 2020 (on-line); Industrial Robotics – Selection, Design and Maintenance, Colestock, H. McGrawHill , 2005.

MT-715 - FABRICAÇÃO DE SUPERFÍCIES COMPLEXAS. Requisitos: MT-717. Duração: 32h. Créditos: 2. Características significativas de processo para a determinação da fabricação: modelo, peça, máquina e ferramentas. Exigências de precisão dimensional, erros geométricos de fabricação. Tipos de máquinas-ferramentas, de dispositivos de fixação e de ferramentas. Procedimentos para tomada de decisão tecnológica em usinagem. Meios lubri-refrigerantes para a usinagem. Bibliografia: Gomes, J. O.: Fabricação de superfícies de forma livre por fresamento no aço temperado ABNT 420, na liga de alumínio AMP8000 e na liga de Cobre Cu-Be.2001. Tese (Doutorado) - UFSC-Brasil/RWTH-Aachen, Alemanha, 2001; Eversheim, W. E Klocke,F.: *Werkzeugbau mit Zukunft (Strategie und Technologie)*. Berlin: Springer-Verlag, 1999; Trent, E. M.: *Metal Cutting, Butherworths*,1992; Schroeter, R. B., Weingaertner, W. L. Tecnologia da Usinagem com Ferramentas de Geometria Definida, parte 1. Apostila (traduzido e adaptado por Prof. Dr. Eng. Rolf Bertrand Schroeter e Prof. Dr.-Ing. Walter Lindolfo Weingaertner do livro *Fertigungsverfahren Drehen, Bohren, Fräsen*, de Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c.mult. Wilfried König e Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke).

Syllabus:

COMPLEX SURFACES MANUFACTURING. Requirements: MT-717 . Duration: 32 h. Credits: 2. Significant process characteristics for manufacturing determination: model, part, machine and tools. Dimensional accuracy requirements, geometric manufacturing errors. Types of machine tools, fixtures and tools. Procedures for technological decision making in machining. Cutting fluids and applications for machining. Bibliography: Gomes, J. O.: Fabricação de superfícies de forma livre por fresamento no aço temperado ABNT 420, na liga de alumínio AMP8000 e na liga de Cobre Cu-Be.2001, Tese (Doutorado), UFSC-Brasil/RWTH-Aachen, Alemanha, 2001; Eversheim, W. E Klocke,F.: *Werkzeugbau mit Zukunft (Strategie und Technologie)*, Berlin: Springer-Verlag, 1999; Trent, E. M.: *Metal Cutting, Butherworths*,1992; Schroeter, R. B., Weingaertner, W. L. Tecnologia da Usinagem com Ferramentas de Geometria Definida, parte 1. Apostila (traduzido e adaptado por Prof. Dr. Eng. Rolf Bertrand Schroeter e Prof. Dr.-Ing. Walter Lindolfo Weingaertner do livro *Fertigungsverfahren Drehen, Bohren, Fräsen*, de Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c.mult. Wilfried König e Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke).

MT-721 - MANUFATURA AVANÇADA. Requisito: MT-717. Duração: 32h. Créditos: 2. Introdução aos conceitos de Industrie 4.0 e Advanced Manufacturing; conceitos de manufatura para a Customização em Massa; Processo de Modelagem e Fabricação por Manufatura Aditiva; Modelos de Maturidade e Processo de transformação para a Manufatura Avançada; Inteligência Artificial e Machine learning aplicados à manufatura; Consolidação de Valor, Estratégia, Tecnologia e Organização para a Indústria 4.0. Bibliografia: Alp USTUNDAG, Emre CEVIKCAN., Industry 4.0: Managing The Digital Transformation; SCHWAB, K.The Fourth Industrial Revolution – January 12, 2016; KLOCKE, F. Manufacturing Processes, volumes 1 a 5: RWTH edition; BRECHER, C. Advances in Production Technology. 2015; ACATECH. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, 2013; ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index, 2017.

Syllabus:

ADVANCED MANUFACTURING. Requirements: MT-717. Duration: 32 h. Credits: 2. Introduction to Industrie 4.0 and Advanced Manufacturing concepts; manufacturing concepts for Mass Customization; Additive Manufacturing Modeling and Manufacturing Process; Maturity Models and Transformation Process for Advanced Manufacturing; Artificial Intelligence and Machine learning applied to manufacturing; Consolidation of Value, Strategy, Technology and Organization for Industry 4.0. Bibliografia: Alp USTUNDAG, Emre CEVIKCAN., Industry 4.0: Managing The Digital Transformation; SCHWAB, K.The Fourth Industrial Revolution – January 12, 2016; KLOCKE, F. Manufacturing Processes, volumes 1 a 5: RWTH edition; BRECHER, C. Advances in Production Technology. 2015; ACATECH. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, 2013; ACATECH. Industrie 4.0 Maturity Index, 2017.

MANUTENÇÃO

AP-731 - MANUTENÇÃO DE AERONAVES. Requisitos: AP-743. Duração: 32h. Créditos 2. Definição de Manutenção. Importância da Manutenção no Sistema de Aviação. Autoridades, Instituições e Regulamentação Aeronáutica. Conceitos e Tipos de Falha. Aeronavegabilidade continuada. Conceitos de Programa de Manutenção de Aeronaves. Tipos de Manutenção. Níveis de Manutenção. Preventiva. Manutenção Corretiva (não programada). Manutenção baseada na condição. Manutenção Preditiva. Manutenção Prescritiva. Conceito Geral de e-Maintenance. Conceitos de Confiabilidade, Manutenibilidade, Disponibilidade e Custos de Manutenção. A Manutenção na Empresa Aérea: Organização, Responsabilidades pela Manutenção e pela Aeronavegabilidade. Manutenção de Linha, Hangar e Oficinas. Elementos Logísticos: Dados Técnicos, Suprimento, Pessoal e Fatores Humanos, Testes e Ferramentas. O Manual de Manutenção da Empresa. Registros de Manutenção. Responsabilidade pela Manutenção e pela Aeronavegabilidade. Dados Técnicos da Manutenção. Equipe de Manutenção Responsabilidades e Habilitações. Planejamento e Controle de Atividades de Manutenção, Conceitos de Inspeções e Ensaio Não-Destrutivos. Conceitos de Reparos, Modificações, Pesagem e Balanceamento de Aeronaves. A Manutenção no Desenvolvimento do Produto. Diretrizes de Aeronavegabilidade. Certificação de Tipo. Objetivos de Projeto. Processo de Desenvolvimento do Plano de Manutenção. Conceitos da metodologia MSG-3. Instruções para Aeronavegabilidade Continuada. Dados Técnicos e Documentação da Fabricante. Bibliografia: KINNISON, H. A. - Aviation Maintenance Management, Ed. Mc Graw Hill, 2004; SANDERSON, J- Aircraft Inspection and Maintenance Records, Jeppesen Co., 2003; REASON, J. and HOBBS, A. – Managing Maintenance Error, Ed. Ashgate, 2003.

Syllabus:

AIRCRAFT MAINTENANCE. Requirements: AP-743. Duration: 32 h. Credits: 2. Definition of Maintenance. Importance of Maintenance in the Aviation System. Authorities, Institutions, and Aeronautical Regulation. Failure Concepts and Types. Continuing Airworthiness. Aircraft Maintenance Program Concepts. Maintenance Types. Maintenance Levels. Preventive and Corrective Maintenance (unscheduled). Condition-Based maintenance. Predictive Maintenance. Prescriptive Maintenance. e-Maintenance Concept. Reliability, Maintainability, Availability, and Maintenance Costs Concepts. Maintenance in the Airline: Organization, Responsibilities for Maintenance and Airworthiness. Line, Hangar, and shop Maintenance. Logistics Elements: Technical Data, Supply Support, Personnel, Tests equipment, and Tools. The Operator's Maintenance Manual. Maintenance Records. Responsibility for Maintenance and Airworthiness. Maintenance Technical Data. Maintenance Team Responsibilities and

Qualifications. Maintenance Planning and Control Activities. Inspection, and Non-Destructive Testing. Concepts of Repairs, Modifications, Weighing and Balancing of Aircraft. Maintenance in the Integrated Product Development. Instruction for Continued Airworthiness. Type Certification. Project Objectives. Maintenance Plan Development Process. Introduction to the MSG-3 methodology. Instructions for Continuing Airworthiness. Manufacturer's Technical Data and Documentation. Bibliography: KINNISON, H. A. - Aviation Maintenance Management, Mc Graw Hill, 2004; SANDERSON, J., Aircraft Inspection and Maintenance Records, Jeppesen Co., 2003; REASON, J. and HOBBS, A. – Managing Maintenance Error, Ed. Ashgate, 2003.

AP-734 - CONFIABILIDADE, DISPONIBILIDADE, MANUTENIBILIDADE E SEGURANÇA.

Requisitos: AP-743. Duração: 32h. Créditos: 1,5. Conceitos fundamentais: confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade, segurança, falhas, erros, aeronavegabilidade continuada, acidente, incidente, risco. Influência de confiabilidade e manutenibilidade sobre a disponibilidade e os custos operacionais e de suporte. Gestão de requisitos de RAMS. Previsão de confiabilidade. Confiabilidade de software. Crescimento da confiabilidade. Identificação e análise dos requisitos de manutenibilidade. Os princípios de simplificação, padronização e modularização. Sistemas de diagnóstico de falhas. Critérios de projeto e arquitetura de sistemas objetivando aumento de disponibilidade. Despachabilidade. Otimização da confiabilidade, disponibilidade e custo. Requisitos de segurança de sistemas civis e militares. Técnicas de análise de segurança no desenvolvimento. A influência dos ambientes operacional, logístico e da manutenção sobre os indicadores de RAMS. Avaliação de impactos em disponibilidade e custos de modificações e opções de projeto. Análises de tradeoffs. Bibliografia: O'CONNOR, P. D. T., Practical reliability engineering, 3rd ed., New York: John Wiley & Sons, 1991; MIL-HDBK-470A, Designing and Developing Maintainable Products and Systems, 1997; SAE ARP 4761 - Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment.

Syllabus:

RELIABILITY, AVAILABILITY, MAINTAINABILITY AND SAFETY. Requirements: AP-743. Duration: 32 h. Credits: 1.5. Fundamental concepts: reliability, availability, maintainability, safety, failures, errors, continued airworthiness, accident, incident, risk. Influence of reliability and maintainability on availability and operational and support costs. Management of RAMS requirements. Reliability prediction. Software reliability. Reliability growth. Identification and analysis of maintainability requirements. The principles of simplification, standardization and modularization. Fault diagnosis systems. System design and architecture criteria aiming to increase availability. Dispatchability. Optimization of reliability, availability and cost. Safety requirements of civil and military systems. Safety assessment techniques in system development. The influence of operational, logistical and maintenance environments on RAMS indicators. Assessment of impacts on availability and costs of modifications and design options. Tradeoff analysis. Bibliography: O'CONNOR, P. D. T., Practical reliability engineering. 3rd ed., New York: John Wiley & Sons, 1991; MIL-HDBK-470A, Designing and Developing Maintainable Products and Systems, 1997; SAE ARP 4761 - Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment.

AP-736 – eMAINTENANCE. Requisitos: AP-743. Duração: 32h. Créditos: 2. Conceito de Informações em Logística (eMaintenance); Introdução à Gerenciamento Integrado da Saúde de Veículos (IVHM); Modelos de Fusão de Dados para Manutenção de frota de aeronaves; Redes sem Fio, Serviços Web para Manutenção Baseada na Condição; Computação em Nuvem, Internet das Coisas (IoT) e Sistemas Móveis; Modelagem 3D, Realidade Virtual (VR), Realidade Aumentada (AR) e Impressão 3D para Manutenção; Interoperabilidade de Dados de Manutenção, Qualidade de Dados, Dados Massivos (Big Data); eMaintenance no ciclo de vida; Sensores e Etiquetas Inteligentes; Exemplos de Soluções de eMaintenance; Requisitos de Projeto de Aeronaves que Viabilizem eMaintenance; Desafios e Perspectivas Futuras. Bibliografia: HOLMBERG et al., E-maintenance, Springer, NY, 2010; MÁRQUEZ, Crespo A., The Maintenance Management Framework, Springer, Spain, 2007; PASCUAL, D. G., Artificial Intelligence Tools, CRC Press, FL, 2015.

Syllabus:

eMAINTENANCE. Requirements: AP-743. Duration: 32 h. Credits 2. Concept of Information in Logistics (eMaintenance); Introduction to Integrated Vehicle Health Management (IVHM); Data Fusion Models for Aircraft Fleet Maintenance; Wireless Networks, Condition Based Maintenance Web Services;

Cloud Computing, Internet of Things (IoT) and Mobile Systems; 3D Modeling, Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) and 3D Printing for Maintenance; Maintenance Data Interoperability, Data Quality, Massive Data (Big Data); eMaintenance in the lifecycle; Intelligent Sensors and Labels; Examples of eMaintenance Solutions; Aircraft Design Requirements Enabling eMaintenance; Challenges and Future Perspectives. Bibliography: HOLMBERG et al., E-maintenance, Springer, NY, 2010; MÀRQUEZ, Crespo A., The Maintenance Management Framework, Springer, Spain, 2007; PASCUAL, D.G., Artificial Intelligence Tools, CRC Press, FL, 2015.

AP-737 - MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE. Requisitos: AP-743. Duração: 32h. Créditos: 2. Introdução à função manutenção. Elemento manutenção no ciclo de vida do produto. Conceitos de Programa de Manutenção de Aeronaves. Tipos de Manutenção. Níveis de Manutenção. Os processos primários de manutenção. Princípios da manutenção centrada em confiabilidade (MCC). Novos paradigmas em manutenção. A confiabilidade na MCC. Confiabilidade e características de falhas dos componentes. Definição do sistema e suas funções críticas. Identificação das falhas funcionais e das consequências da falha. Definição das causas de falha. Análise de modos, efeitos e da criticidade das falhas. Análise da árvore de falha. Características e objetivos das tarefas de manutenção. Introdução a metodologia MSG-3. Lógicas de Análises de MSG-3 para: Sistemas e motores; Estruturas; Proteções contra Raios e Campos de Radiação de Alta Intensidade (L/HIRF – Lightning/High Intensity Radiated Field); Sistema de Interligação Elétrica (EWIS-Electrical Wiring Interconnection System) /Zonas da Aeronave. Definição dos intervalos iniciais dos requisitos de manutenção. Análise, desenvolvimento e controle do Plano de Manutenção. Limitações de Aeronavegabilidade: CMR (Certification Maintenance Requirements); ALI (Airworthiness Limitation Item); FSL (Fuel System limitations); CDCCL (Critical Design Configuration Control Limitation) Elementos de custos de manutenção. Custos da falha e da prevenção da falha. Influência da manutenção nos desempenhos de custo e confiabilidade. Avaliação e evolução do Plano de Manutenção. Bibliografia: MOUBRAY, J. RCM II: Reliability Centered Maintenance. Great Britain: Biddles Ltd., 2002; KINNISON, H. A. Aviation Maintenance Management, Mc Graw Hill, 2004; AIR TRANSPORT ASSOCIATION (ATA). MSG-3 Rev 2015.1: Airline and Operator Maintenance Program, Washington, 2015.

Syllabus:

RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE. Requirements: AP-743. Duration: 32 h. Credits: 2. Introduction to Maintenance. Maintenance in the product life cycle. Aircraft Maintenance Program Concepts. Maintenance types. Maintenance levels. Maintenance Process Evolution. Principles of Reliability Centered Maintenance (RCM). New paradigms in maintenance. The Reliability (R) in the RCM. Reliability and failure characteristics of components. Definition of the system and critical functions. Identification of functional failures and the consequences of failure. Definition of failure causes. Analysis of failure modes, effects, and criticality. Fault tree analysis. Characteristics and objectives of maintenance tasks. Introduction to MSG-3 methodology. MSG-3 Analysis Logic: Systems and PowerPlant; Structures; Lightning and High-Intensity Radiation Fields Protections (L/HIRF); Electric Wiring Interconnection System (EWIS))/Zonal. Definition of initial maintenance requirement intervals. Analysis, development, and control of the Maintenance Plan. Airworthiness Limitations: CMR (Certification Maintenance Requirements); ALI (Airworthiness Limitation Item); FSL (Fuel System limitations); CDCCL(Critical Design Configuration Control Limitation). Maintenance cost breakdown. Failure and failure prevention costs. Influence of maintenance on cost and reliability performance. Process for evaluation and evolution of the Maintenance Plan. Bibliography: MOUBRAY, J. RCM II: Reliability Centered Maintenance. Great Britain: Biddles Ltd., 2002; KINNISON, H. A. Aviation Maintenance Management, Mc Graw Hill, 2004; AIR TRANSPORT ASSOCIATION (ATA). MSG-3 Rev 2015.1: Airline and Operator Maintenance Program, Washington, 2015.

AP-738 - MANUTENIBILIDADE AVANÇADA. Requisitos: AP-743. Duração: 32h. Créditos: 2. Aplicação dos Conceitos e as Metodologias para projetar para Manutenibilidade. Análise de Equipamento e Subsistema e Análise dos dados e Características da Manutenibilidade de um Subsistema e Equipamento Aeronáutico. Interação entre a Teoria e a Prática nas Oficinas de Manutenção da Aviação Civil e Defesa. Ferramentas de Manutenibilidade. Maintenance Task Análise (MTA). Análise do Custo de Ciclo de Vida do Produto. Indicadores da Manutenibilidade. Análise da Manutenibilidade. Requisitos de Manutenibilidade. Interface e com outras áreas do DIP. Características de Manutenibilidade e sua

Incorporação no Projeto. Elaboração MPP (Maintenance Program Plan). Disponibilidade Inerente e sua relação com a Manutenibilidade. Custo de Manutenção Direta. Produtividade em Manutenção. Bibliografia: BLANCHARD, B. S., Maintainability, a key to effective serviceability and maintenance management, John Wiley & Sons, 1995; KECECIOGLU, D., Maintainability, availability and operational readiness engineering, DEStech Publishing, 1999; DHILLON, B. S., Maintainability, maintenance and reliability for engineers, CRC Publishing, 2006.

Syllabus:

ADVANCED MAINTAINABILITY. Requirements: AP-743. Duration: 32 h. Credits: 2. Application of Concepts and Methodologies to design for Maintainability. Equipment and Subsystem Analysis and Data Analysis and Maintainability Characteristics of an Aeronautical Subsystem and Equipment. Interaction between Theory and Practice in Civil Aviation and Defense Maintenance Workshops. Maintenance Tools. Maintenance Task Analysis (MTA). Product Life Cycle Cost Analysis. Maintainability Indicators. Maintainability Analysis. Maintainability Requirements. Interface and with other areas of the DIP. Maintainability Characteristics and Their Incorporation into the Project. Preparation of MPP (Maintenance Program Plan). Inherent Availability and its relation to Maintainability. Direct Maintenance Cost. Maintenance Productivity. Bibliography: BLANCHARD, B. S., Maintainability, a key to effective serviceability and maintenance management, John Wiley & Sons, 1995; KECECIOGLU, D., Maintainability, availability and operational readiness engineering, DEStech Publishing, 1999; DHILLON, B. S., Maintainability, maintenance and reliability for engineers, CRC Publishing, 2006.

AP-742 - LOGÍSTICA NO DESENVOLVIMENTO, AQUISIÇÃO E OPERAÇÃO DE SISTEMAS COMPLEXOS. Requisitos: AP-743. Duração: 32h. Créditos: 2. CONOPS e delineamento de requisitos para a suportabilidade de sistemas aeroespaciais complexos; Medidas de desempenho da Suportabilidade; Desenvolvimento para RAMS (Design for RAMS); Ferramentas de modelagem para gerenciamento de frotas e Modelagem de Serviços Logísticos; Teste, verificação e validação da suportabilidade de sistemas. Bibliografia: Benjamin S. Blanchard, Logistics engineering and management, 6th edition, New Jersey: Pearson, 2003; International guide for the use of the S-Series Integrated Logistics Support (ILS) specifications (<http://www.sx000i.org/>); SHERBROOKE, C. C., Optimal inventory modeling of systems, Springer US, 2004.

Syllabus:

LOGISTICS IN THE DEVELOPMENT, ACQUISITION AND OPERATION OF COMPLEX SYSTEMS. Requirements: AP-743. Duration: 32 h. Credits: 2. CONOPS and requirements design for the supportability of complex aerospace systems; Supportability performance measures; Development for RAMS (Design for RAMS); Modeling tools for fleet management and Logistics Services Modeling; Test, verification and validation of systems supportability. Bibliography: Benjamin S. Blanchard, Logistics engineering and management, 6th edition, New Jersey: Pearson, 2003; International guide for the use of the S-Series Integrated Logistics Support (ILS) specifications (<http://www.sx000i.org/>); SHERBROOKE, C. C., Optimal inventory modeling of systems, Springer US, 2004.

FASE 3

EP-600 - ESTÁGIO PROFISSIONAL. Requisito: não há. Carga horária: 600 horas. Créditos: até 3. Desenvolvido ao longo de pelo menos 4 meses dentro da Empresa, em tempo integral, os alunos, divididos em equipes de trabalho, desenvolvem um projeto de aeronave cujas especificações nascem dentro da própria Diretoria Técnica da EMBRAER. Mentores do ITA e da Embraer acompanham as equipes. Ao final, um Relatório contendo todas as fases do projeto da aeronave é entregue e apresentado ao ITA e à equipe da Embraer. Além deste projeto, os alunos participam de visitas técnicas nos vários setores e plantas da empresa (no Brasil e no exterior), participam de cursos extracurriculares oferecidos pela Embraer e empresas parceiras, participam de workshops, dinâmicas de grupo e diversas outras atividades. Bibliografia: RAYMER, D.P., Aircraft design: a conceptual approach, 5th Edition, AIAA educational series, Washington DC, 2012. GUDMUNDSSON, S. General aviation aircraft design: applied methods and procedures. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2013. ROSKAM, J. Airplane design, parts I-VIII. Ottawa: Roskam Aviation and Engineering Corporation, 1985.

Syllabus:

PROFESSIONAL INTERNSHIP. Requirements: none. Duration: 600 h. Credits: 3.. Developed over at least 4 months within the Company, full-time, the students are divided into work teams to develop an aircraft project whose specifications are created by EMBRAER Technical Board (EBT). Mentors from ITA and Embraer accompany the teams. A Technical Report containing all phases of the aircraft project is presented to ITA and EBT. In addition to this project, students participate in technical visits to the company's various sectors and plants (in Brazil and abroad), participate in extracurricular workshops and courses offered by Embraer, and several other activities. Bibliography: RAYMER, D.P., Aircraft design: a conceptual approach, 5th Edition, AIAA educational series, Washington DC, 2012. GUDMUNDSSON, S. General aviation aircraft design: applied methods and procedures. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2013. ROSKAM, J. Airplane design, parts I-VIII. Ottawa: Roskam Aviation and Engineering Corporation, 1985.