

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA E TECNOLOGIA ESPACIAIS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM
ENGENHARIA E GERENCIAMENTO DE SISTEMAS ESPACIAIS**

Coordenador Acadêmico do Curso

Silvio Manea

Coordenador da Área de Concentração

Maria do Carmo de Andrade Nono

Docentes Permanentes

Fabiano Luis de Sousa, Doutor, INPE, Brasil, 2002
Geilson Loureiro, Doutor, Loughborough University, Inglaterra, 1999
José Osvaldo Rossi, Ph.D., University of Oxford, Inglaterra, 1998
Maria de Fátima Mattiello-Francisco, Doutora, ITA, Brasil, 2010
Maurício Gonçalves Vieira Ferreira, Doutor, INPE, Brasil, 2001
Silvio Manea, Doutor, ITA, Brasil, 2013
Walter Abrahão dos Santos, Doutor, ITA, Brasil, 2008

Docentes de Outras Áreas de Concentração:

Marcelo Lopes de Oliveira e Souza, Ph. D., MIT, EUA, 1985
Maria do Carmo de Andrade Nono, Doutora, ITA, Brasil, 1990

Colaboradores Especiais:

Adalberto Coelho da Silva Junior, Doutor, ITA, Brasil, 2011
Alirio Cavalcanti de Brito, Doutor, INPE, Brasil, 2014
Ana Maria Ambrosio, Doutora, INPE, Brasil, 2005
Ana Paula de Sá Santos Rabello, Doutora, INPE, Brasil, 2016
Chen YingAn, Doutor, ITA, Brasil, 1998
Francisco Piorino Neto, Doutor, EEL/USP, Brasil, 2000
Germano de Souza Kienbaum, Ph. D., Brunel University, Inglaterra, 1995
Leonel Fernando Perondi, Ph.D., University of Oxford, Inglaterra, 1993
Magda Aparecida Silverio Miyashiro, Doutora, INPE, 2015
Marco Antonio Chamon, Doutor, SUPAERO, França, 1996
Milton de Freitas Chagas Junior, Doutor, ITA, Brasil, 2009

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA E TECNOLOGIA ESPACIAIS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM
ENGENHARIA E GERENCIAMENTO DE SISTEMAS ESPACIAIS**

1º Período

Obrigatória para o Mestrado e o Doutorado

CSE-200-4	Introdução à Tecnologia de Satélites
CSE-201-4	Introdução à Engenharia de Sistemas Espaciais

Eletivas

CSE-204-4	Engenharia de Requisitos
CSE-212-2	Redação e Oficina de Artigos Científicos
CSE-339-4	Montagem, Integração e Testes de Sistemas Espaciais
CSE-407-4	Engenharia de Missões de Pequenos Satélites
CSE-408-4	Rádios Definidos por Software e Rádios Cognitivos

2º Período

Eletivas

CSE-202-4	Modelagem de Sistemas Espaciais
CSE-203-4	Confiabilidade e Prevenção de Falhas em Sistemas Espaciais
CSE-205-4	Ciência e Tecnologia de Materiais
CSE-206-4	Introdução à Rede de Dados Espaciais
CSE-208-4	Introdução à Gestão de Projetos
CSE-300-4	Métodos e Processos na Área Espacial
CSE-316-4	Garantia do Produto de Sistemas Espaciais I
CSE-329-4	Sistemas e Conceitos em Operação de Satélites
CSE-342-4	Introdução aos Efeitos da Radiação Espacial em Satélites
CSE-343-4	Gestão Transdisciplinar de Processos Aplicada à Engenharia de Sistemas

3º Período Letivo e Seguintes

Eletivas

CSE-209-4	Conceitos e Práticas de Verificação e Validação de Sistemas Espaciais
CSE-210-4	Processo de Desenvolvimento de Missões Espaciais
CSE-304-4	Simulação de Sistemas Espaciais
CSE-305-4	Redundância e Tolerância a Falhas em Sistemas Espaciais
CSE-309-4	Processo de Desenvolvimento de Software
CSE-314-4	Planejamento e Gestão da Qualidade
CSE-317-4	Garantia do Produto de Sistemas Espaciais II
CSE-319-4	Seminários em Engenharia de Sistemas Espaciais

CSE-320-4	Seminários em Sistemas de Bordo para Missões Espaciais
CSE-321-4	Seminários em Sistemas de Solo para Missões Espaciais
CSE-322-4	Seminários em Garantias de Missão e de Produto Espaciais
CSE-323-4	Seminários em Modelagem e Simulação de Sistemas Espaciais
CSE-328-4	Engenharia da Qualidade de Sistemas Espaciais
CSE-332-4	Integração, Verificação, Validação e Aceitação de Sistemas Espaciais em Tempos Virtual ou Real
CSE-334-4	Seleção de Materiais para Aplicações Espaciais
CSE-337-4	Otimização de Projeto Multidisciplinar
CSE-340-4	e-Infraestruturas para Ciência e Engenharia Concorrente
CSE-400-4	Tópicos Especiais em Engenharia de Sistemas Espaciais
CSE-401-4	Tópicos Especiais em Sistemas de Bordo para Missões Espaciais
CSE-402-4	Tópicos Especiais em Sistemas de Solo para Missões Espaciais
CSE-403-4	Tópicos Especiais em Garantias de Missão e de Produto Espaciais
CSE-404-4	Tópicos Especiais em Modelagem e Simulação de Sistemas Espaciais
CSE-406-4	Tópicos Avançados em Aplicações de Alta Tensão no Espaço

**EMENTAS DAS DISCIPLINAS DA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
EM ENGENHARIA E GERENCIAMENTO DE SISTEMAS ESPACIAIS**

1º PERÍODO LETIVO

CSE-200-4	Introdução à Tecnologia de Satélites
------------------	---

Obrigatória

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Definição e exemplos de missões e sistemas espaciais, categorias e requisitos de missões espaciais e segmentos do sistema. Principais eventos e missões espaciais internacionais e nacionais. Objetivos, componentes e funções do segmento solo de controle e de aplicações. Os ambientes do ciclo de vida dos satélite com ênfase no lançamento e no espacial. Conceito de órbita, cálculos simplificados, classificação, perturbações e manobras orbitais. Sistema solar, sistema de coordenadas, geometria espacial, zonas de fuso horário, tempo universal e sideral, longitude e latitude. Arquitetura de satélites, centro de massa e eixos de inercia. Descrição funcional, tecnologias, principais parâmetros de desempenho e de dimensionamento dos subsistemas para controle de atitude e órbita, suprimento de energia, propulsão, telecomunicações de serviço, gestão de bordo, controle térmico e estruturas e mecanismos. Características do veículo lançador e interface com o satélite. Características da Interface solo- bordo. Descrição de uma missão de sensoriamento remoto com as órbitas, cobertura, faixa observável, resolução espacial e temporal e características dos equipamentos de carga útil. Conceitos gerais sobre o processo de desenvolvimento.

Bibliografia

SOUZA, P.N. Curso Introdutório em Tecnologia de Satélites (CITS). São José dos Campos: INPE, abril de 2003. (INPE-9605-PUD/126). 1 CDROM.
LARSON, W.J.; WERTZ, J.R. (editors). Space Mission Analysis and Design, 3rd Edition, Space Technology Library, Dordrech, Kluwer, 1999. (ISBN 1-881883-10-8)
ERTAS, A.; JONES, J.C. The Engineering Design Process, 2nd Edition, New York, Wiley, 1996. (ISBN 0-471-13699-9)
WERTZ, J.R.; LARSON, W.J. (editors). Reducing Space Mission Cost, Space Technology Library, Dordrech, Kluwer, 1999. (ISBN 1-881883-05-1)
PISACANE, V. L.; MOORE, R. C. (editors). Fundamentals of Space Systems, New York, Oxford University Press, 1994. (ISBN 0-19-507497-1)
EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION (ECSS). ECSS-E-ST-10C, Space engineering – System engineering general requirements. ECSS Secretariat, ESA-ESTEC Requirements & Standards Division, Noordwijk, The Netherlands, 6 March 2009.
PRADO, A. F. B. A.; KUGA, H. K. (Editores). Fundamentos de Tecnologia Espacial, INPE, São José dos Campos, 2001. (ISBN 85-17-00004-8).

CSE-201-4	Introdução à Engenharia de Sistemas Espaciais
------------------	--

Obrigatória

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Conceitos básicos: sistema, engenharia de sistemas, requisitos, atributos, funções, implementação. Necessidades da indústria: o caso da indústria automobilística – *Ford Product Development System*. O caso da indústria espacial – o caso da NASA. Modelagem de produtos, processos e organização. Análise dos *stakeholders*.

Engenharia dos requisitos. Arquitetura de sistemas: arquitetura funcional e arquitetura física. Do projeto detalhado à operação (projeto, verificação, integração, validação). Ferramentas de análise de sistemas. Projeto para a realizabilidade operacional (Design for X). Gestão de projetos: valor, custo, prazo e risco. Ciclo de vida do desenvolvimento. Organização para a Engenharia de Sistemas.

Bibliografia

BLANCHARD, B.; FABRYCKY, W. Systems Engineering and Analysis. 4th ed. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, NJ, 2004.
NASA. SP6105. Systems Engineering Handbook. 1996. (disponível no site da NASA, www.nasa.gov)
LARSON, W. J.; WETRZ, J. R. (Editors) Space Mission Analysis and Design. 3rd ed. Microcosm Press, New York, 1999 ISBN.: 1881883108
STEVENS, R. et al. Systems Engineering Coping With Complexity, Prentice Hall Europe, London, 1998.
SAGE, A. P.; ROUSE, W. B. Handbook of Systems Engineering and Management, John Wiley & Sons, Inc. New York, 1999.
LOUREIRO, G. A. Systems Engineering and Concurrent Engineering Framework for the Integrated Development of Complex Products. PhD Thesis. Loughborough University. Loughborough. UK. 1999.
Publicações www.incose.org (website do International Council on Systems Engineering)

CSE-204-4	Engenharia de Requisitos
------------------	---------------------------------

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

1) Introdução à Engenharia de Requisitos. Identificando os requisitantes. 2) Colhendo requisitos dos requisitantes. Usando outras fontes de requisitos. 3) Estruturando os requisitos. Contextuando os requisitos. 4) Escrevendo requisitos. Verificando e revendo requisitos. 5) Um processo genérico para a Engenharia de Requisitos. 6) Modelagem de sistemas para a Engenharia de Requisitos. 7) Escrevendo e revisando documentos. 8) Engenharia de Requisitos no domínio do problema. 9) Engenharia de Requisitos no domínio da solução. 10) Rastreabilidade avançada. 11) Aspectos gerenciais da Engenharia de Requisitos. 12) Ferramentas para gerenciar requisitos.

Bibliografia

ALEXANDER, I. F., STEVENS, R. Writing Better Requirements. Addison-Wesley, London, UK, 2002.
HULL, M. E. C., JACKSON, K., DICK, A. J. J. Requirements Engineering. Springer, London, UK, 2002.
YOUNG, R. R. Effective Requirements Practices. Addison-Wesley, Boston, USA, 2001.
IEEE Std 830-1998, IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications. IEEE, Piscataway, NJ, 1998.
IEEE Std 1233, 1998 Edition, IEEE Guide for Developing System Requirements Specifications. IEEE, Piscataway, NJ, 1998.

CSE-212-2	Redação e Oficina de Artigos Científicos
------------------	---

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 30 horas

Contextualização sobre pesquisa Científica, conceitos gerais e dimensão das populações científica e sua produção. O Método Científico, pesquisa, resumo, escolha do tema, palavras-chave, plágio, estrutura de trabalhos científicos, proposta (solução), experimentos (resultados), revisão bibliográfica. Pesquisa bibliográfica em bases de dados acadêmicas (Medline, Web of Science Scopus, Scielo, Cinahl, Google scholar). Publicação de artigos, periódicos indexados e bases de dados científicos, fator de Impacto e Qualis. Porque escrever um artigo e onde publicar. Processo de revisão, envolvidos e etapas do processo de revisão, decisões do conselho editorial.

Bibliografia

VOLPATO G. L. Guia prático para redação científica. 2015. Editora Best Writing.
VOLPATO G. L. VOLPATO. Dicas para redação científica. 4º Edição, 2016. Editora Best Writing.
WAZLAWICK R. S. Metodologia de pesquisa para Ciência da Computação. 2º Edição, 2014. Elsevier.
PHILLIPS E.M., PUGH D.S. How to get a PhD - A handbook for students and their supervisors - Open University Press
disponível em <http://www.ntu.edu.vn/Portals/73/How%20to%20get%20PhD.pdf>.
VIEIRA, S. Como escrever uma Tese. 6º Edição, São Paulo 2008. Atlas.

LIN, C. T. and CHEN, C. T., *A fuzzy-logic-based approach for new product Go/NoGo decision at the front end*, IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics, 34(1), pp. 132-142. 2004.
TIDD, J., BESSANT, J. and PAVITT, K., *Managing Innovation*, John Wiley & sons Ltd, 2001.
ZENG, J., AN, M., SMITH, N.J. *Application of a fuzzy based decision making methodology o construction project risk assessment*, International Journal of Project Management 25 pp. 589-600, 2007.

CSE-339-4	Montagem, Integração e Testes de Sistemas Espaciais
------------------	--

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Etapas de desenvolvimento de um satélite, modelos sistêmicos, elementos constitutivos, das revisões de projeto; Plano de AIV (Montagem, Integração e Verificação): o processo global da Verificação, a filosofia de modelos, e as estratégias da verificação subsistêmica e sistêmica de hardware espaciais; Qualificação de Equipamento/Subsistemas Espaciais : requisitos gerais, testes de qualificação, testes de aceitação; Plano de AIT: Workflow das atividades de AIT (montagem, integração e teste) de satélites, atividades de montagem e integração mecânicas, atividades de integração & testes funcionais elétricos, simulação e testes ambientais, o planejamento das atividades de montagem, integração e testes; testes para campanha de lançamento; Plano de QA AIT : planejamento, organização e controle das atividades de QA AIT, atividades gerais, das revisões de testes/procedimentos/resultados, dos registros/Logs/tratamento de Não conformidades; Equipamentos de suporte de testes : métodos e EGSE para a AIT elétrica, métodos e MGSE para a AIT mecânica, projeto de SCOEs (Equipamento Específico para Check-out) e OCOEs (Equipamento Geral para Check-out). Infraestrutura de testes: características gerais, projeto de instalações de testes de satélites, dos requisitos de instalações de teste de satélites, instalações de testes x modelos sistêmicos de satélites; Estudo de casos de AIT.

Bibliografia

AEROSPACE CORPORATION. TR-2004(8583)-1-rev A: Test Requirements for Launch, Upper-Stage and Space Vehicles. Los Angeles, 2004.

EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARD. ECSS-E-60A: Space Engineering. Noordwijk,2004

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION .Jet Propulsion Laboratory.DMIE-43913: JPL/NASA Design, Verification/Validation and Operations Principles for Flight Systems. Los Angeles, 2002.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Goddard Space Flight Center. GSFC-STD-1001: Criteria for Flight Project Reviews. Washington, DC, 2005.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Goddard Space Flight Center. GSFC – STD – 1000: Rules for the Design, Development, Verification, and Operation of Flight Systems. Washington, DC, 2005.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. LAPG 5300.1: Space Product Assurance. Washington, DC, 2002

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Marshall Space Flight Center. NASA TP2001–210992: Launch Vehicle Design Process Characterization, Technical Integration, and Lessons Learned. Alabama, 2001

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Marshall Space Flight Center .MSFC-HDBK-2221-1: Verification handbook. Alabama, 1994.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. NASA/SP-2007-6105 Rev1. NASA System Engineering Handbook. Washington, DC, 2007.

PISACANE, V.L. Fundamentals of Space Systems. Oxford University Press, Inc. Oxford, 2005, 2v.

SPACE & MISSILE SYSTEMS CENTER. SMC System Engineering Primer & Handbook 4-05. Los Angeles,2005.

CSE-407-4	Engenharia de Mísseis de Pequenos Satélites
------------------	--

Eletiva

Pré-requisito: Não há

Carga horária: 60 horas

Eletiva

Pré-requisito: CSE-200-4 ou solicitação de aprovação pelo docente.

Carga horária: 60 horas

Introdução: missões CubeSat. Gerenciamento de missão e engenharia de sistemas para operações. Revisão de Órbitas: O processo de design de órbita. Veículos lançadores. Cobertura da solo. Balanços delta-V básicos. Seleção de órbitas. Exemplos típicos. Conceito da missão: Definindo uma carga útil e uma plataforma CubeSat. Linha do tempo da missão: Projeto, produção, campanhas de testes, lançamento, implantação e operações. Projeto Mecânico: Plataformas e estruturas, análise de stress, carregamentos e rigidez, instabilidades elásticas, vibração, seleção de materiais, análise estrutural. Projeto Térmico: Fontes térmicas e mecanismos de transporte no espaço, equilíbrio térmico, elementos de controle térmico, projeto e implementação térmicos. Projeto de sistemas de potência: geração, armazenamento, regulação e monitoramento de energia. Cabeamento e conectores, EMC, blindagem e aterramento, monitoramento e proteção. Projeto de telecomunicações e processamento de bordo: sistemas de rastreamento, telemetria e comando. Links de RF, manipulação de dados, OBCs. Sistemas de orientação, navegação e ADCS: determinação e controle de órbita. Determinação de atitude e algoritmos de controle. Mecanismos: Cinemática dos mecanismos, rolamentos e lubrificação. Motores, acionamentos e rodas. Materiais. Produção e teste do projeto de carga útil: projeto detalhado, produção, campanha de teste ambiental, campanha de teste ambiental. Entrega de carga. Projeto de curso, práticas e estudo de caso.

Bibliografia

NASA, NASA CubeSat 101: Basic Concepts and Processes for. First-Time CubeSat Developers, NASA CubeSat Launch Initiative, Oct. 2017.

FORTESCUE, P., SWINERD, G. & STARK, J. (Editors), Spacecraft Systems Engineering, 4th Edition, 2011. NASA, NASA Systems Engineering Handbook, NASA/SP-2016-6105 Rev2, 2016.

WERTZ, J.R, EVERETT, D.F., PUSCHELL, J.J., Space Mission Engineering: The New SMAD. 1st ed. Microcosm Press, New York, 2011.

WERTZ, J. R.; LARSON, W. J. (editors) Reducing Space Mission Cost, Space Technology Library, Dordrech, Kluwer, 1999. (ISBN 1-881883- 05-1)

CCSDS, General Documents,

<http://public.ccsds.org/publications/default.aspx>CCSDS, The Collaborative Work Environment (CWE), <http://cwe.ccsds.org>

TANENBAUM, A. Computer Networks. Prentice-Hall, 4 ed., 2003. Technical papers in the space area and data networks.

CSE-408-4	Rádios Definidos por Software e Rádios Cognitivos
------------------	--

Eletiva

Pré-requisito: CSE-200-4 ou solicitação de aprovação pelo docente.

Carga horária: 60 horas

Componentes básicos de rádios definidos por software (SDR). Arquiteturas de rádio definido por software. Evolução da tecnologia de rádio. Arquiteturas de transceptores. Antenas e front-end de rádio. DSP multirate em SDR. Síntese digital direta (DDS). Conversão analógica-digital e digital-analógica. Introdução a antenas inteligentes e algoritmos DSP de banda base. Redes de antenas, algoritmos de conformação de feixe e arquiteturas. Hardware digital para SDR. Métodos de software para SDR e Arquitetura de software para comunicação (SCA - *Software Communication Architecture*). A Abordagem do Rádio GNU. Visão geral da do fluxo de dados: usando um fluxograma. Exemplos de GNU. Introdução ao Rádio Cognitivo (CR). Rede de rádios cognitivos (CRN). Arquiteturas de rede para CR. Implementação e Experimentação de SDRs. Detecção de espectro. Acesso Dinâmico ao Espectro. Esforços de padronização do CRN. Projeto do curso, práticas e estudo de caso.

Bibliografia

J.H. REED, Software-Defined Radio, Prentice-Hall, 2002.

CARLOS R. AGUAYO GONZÁLEZ, CARL B. DIETRICH, AND JEFFREY H. REED, "Understanding the Software Communications Architecture", IEEE Communications Magazine, 2009.

TORRE ULVERSØY, «Software Defined Radio: Challenges and Opportunities», IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 12, no. 4, pp. 531-550, Fourth Quarter 2010.

GEORGE SKLIVANITIS, ADAM GANNON, STELLA N. BATALAMA, AND DIMITRIS A. PADOS «Addressing Next-Generation Wireless Challenges with Commercial Software-Defined Radio Platforms», IEEE Communications Magazine, 2016.

BOB STEWART, KENNETH BARLEE, DALE ATKINSON, LOUISE CROCKETT, «Software Defined Radio using Matlab and Simulink and the RTL-SDR», University of Strathclyde Engineering, 2015.

G. J. MINDEN, et al., "Cognitive Radios of Dynamic Spectrum Access - An Agile Radio for Wireless Innovation," IEEE Communications Mag, Vol. 45, No. 5, pp. 113-121, May 2007.

ERIK AXELL, GEERT LEUS, ERIK G. LARSSON, AND H. VINCENT POOR, "A Spectrum Sensing for Cognitive Radio: State-of-the-art and recent advances," IEEE Signal Processing Magazine, Vol. 29, No. 3, May 2012. CCSDS, General Documents, <http://public.ccsds.org/publications/default.aspx>.

WERTZ, J. R.; LARSON, W. J. (editors) Space Mission Analysis and Design. 3rd ed. Microcosm Press, New York, 1999 (ISBN.: 1881883108).

TANENBAUM, A. Computer Networks. Prentice-Hall, 4 ed., 2003. Technical papers in the area.

**EMENTAS DAS DISCIPLINAS DA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
EM ENGENHARIA E GERENCIAMENTO DE SISTEMAS ESPACIAIS**

2º PERÍODO LETIVO

CSE-202-4	Modelagem de Sistemas Espaciais
------------------	--

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Introdução aos modelos e à modelagem. Origens e breve história dos modelos e da modelagem. Noções e tipos de modelos: concretos (maquetes, protótipos, modelos em escala, etc.) ou abstratos (modelos lógicos, modelos físicos, modelos matemáticos, etc.); estáticos ou dinâmicos; em tempo/evento contínuo ou discreto; com grandezas ou sinais lógicos, analógicos, discretos ou digitais; etc. Noções de modelagem. O compromisso básico da modelagem: simplicidade x fidelidade. Graus de realismo. Erros de modelagem. Métodos de modelagem. Lógica booleana e modelos lógicos. Analogia e modelos análogos. Representação de grandezas e relações. Determinação ou estimação de relações e grandezas. Noções da Teoria de Identificação. Métodos de identificação "off-line" e "on-line". Escalonamento de variáveis e constantes. Números característicos e noções da Teoria de Similaridade. Arquiteturas de modelagem: localizada, distribuída, HLA, etc. Ambientes e linguagens para a construção de modelos lógicos (tabelas-verdade, diagramas booleanos, diagramas com chaves, diagramas em escada, máquinas de estado, etc.) e de modelos análogos (diagramas de bloco, diagramas de fluxo de sinal, diagramas de ligação, equações algébricas, equações diferenciais, tabelas, relações empíricas, etc.). Computação lógica, analógica ou digital. Ambientes e linguagens computacionais correspondentes (CACSD). Características essenciais ou desejáveis. Operação em tempos virtual ou real; em batelada ou iterativa; interfaces amigáveis ou visuais, orientação a objetos; conversão de linguagens; geração de códigos, etc. Verificação, validação e certificação de modelos e modelagens. Estudo de casos.

Bibliografia

- RAINEY, L. B. (ed.). DAVIES, P. K. (fwd.) Space Modeling And Simulation: Roles And Applications Throughout The System Life Cycle. AIAA, Washington DC., 2004.
- TAKAHASHI, Y., RABINS, M. J., AUSLANDER, D. M. Control and Dynamic Systems. Reading, MA, USA, Addison-Wesley, 1970.
- OGATA, K. System Dynamics. Englewood Cliffs, NJ, USA, Prentice-Hall, 1978.
- SHEARER, J. L., MURPHY, A. T., RICHARDSON, H.H. Introduction to System Dynamics. Reading, MA, USA, Addison-Wesley Pub. Co., 1967.
- KARNOPP, D., ROSENBERG, R. System Dynamics: A Unified Approach. New York, NY, USA, John Wiley & Sons, 1975.
- WHITE, F. M. Fluid Mechanics. New York, NY, USA, McGraw-Hill, 1979.
- SENA, L. A. Units of Physical Quantities and their Dimensions. Moscow, Mir Publishers, 1972.
- SÉDOV, L. Similitude et Dimensions en Mécanique. Moscou, Éditions MIR, 1977.
- JOHANSSON, R. System Modeling and Identification. Englewood Cliffs, NJ, USA, Prentice-Hall, 1993.
- LINKENS, D. A. (ed.) CAD for Control Systems. New York, NY, USA, Marcel Dekker, Inc., 1993.
- MEDIN, A. L., DAHMANN, J. HLA Rules. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.

MEDIN, A. L., DAHMANN, J. HLA Interface Specification. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.

MEDIN, A. L., DAHMANN, J. Object Model Template Specification. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.

CSE-203-4	Confiabilidade e Prevenção de Falhas em Sistemas Espaciais
------------------	---

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

1) Introdução á Prevenção, Correção e Tolerância de Falhas. Noções e tipos de falhas em sistemas espaciais. 2) Conceitos básicos: prevenção, correção e tolerância a falhas; manutenção preventiva/corretiva, reparo/correção, redundância; confiabilidade, manutenibilidade, disponibilidade, dependabilidade, reconfigurabilidade, etc. 3) Modelos de falhas: determinísticos, probabilísticos, de pior caso, com/sem incertezas, etc. 4) A curva de freqüência relativa de falhas e suas fases. 5) O modelo de falhas exponencial para a fase 2 e suas características: λ , MTTF, MTBF, etc.. 6) Outros modelos de falhas para as fases 1 e 3 e suas características; 7) Arquiteturas para análise de confiabilidade: série, paralela, realimentada, mista, localizada, distribuída, etc. 8) Métodos para a análise de confiabilidade: diagrama de blocos, FTA, etc.; 9) Métodos para a análise de modos de falhas, suas causas e efeitos: FMEA, FMECA, etc. 10) Ambientes para a construção de modelos de prevenção de falhas. Características essenciais ou desejáveis. 11) Verificação, validação e certificação de modelos de falhas e de confiabilidade de sistemas. 12) Estudo de casos (modelagem de falhas de veículos aeroespaciais, robôs, processos nucleares e industriais, etc.).

Bibliografia

O'CONNOR, P.D. T. Reliability Engineering. John Wiley, New York, NY, 1998.

BILLINTON, R. , ELLAN, R. Reliability Evaluation of Engineering Systems. Pitman Advanced Pub. Program, Boston, MA, 1985.

BASOV, I. Reliability Theory and Practice. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1961.

CSE-205-4	Ciência e Tecnologia dos Materiais
------------------	---

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Estrutura atômica e ligações interatômicas. Estruturas de sólidos cristalinos e imperfeições. Estrutura de sólidos não cristalinos. Mobilidade atômica e iônica. Nucleação e desenvolvimento de microestruturas. Diagramas de equilíbrio de fases. Tratamentos térmicos. Características e propriedades metais, cerâmicas e vidros, polímeros e materiais compostos. Propriedades mecânicas, elétricas, térmicas, magnéticas, óticas. Corrosão e degradação de materiais. Introdução à seleção de materiais e considerações de projetos

Bibliografia

SHACKELFORD, J. F. Introduction to Materials Science for Engineers. MacMillan Publishing Company, New York, U.S.A., 1992

CALLISTER Jr., W. D. Materials Science and Engineering - An Introduction. John Wiley & Sons Inc., 3th edition, U.S.A., 1994

ORING, M. Engineering Materials Science. Academic Press, U.S.A., 1995

S. M. ALLEN and E. L. THOMAS, The Structure of Materials, Wiley, New York, 1999

CSE-206-4	Introdução a Redes de Dados Espaciais
------------------	--

Eletiva

Pré-requisito: Não há

Carga horária: 60 horas

Fundamentos de Comunicação de Dados e Protocolos. Avionica espacial e principais barramentos de dados de bordo (Spacewire, RS-422, RS-485, MIL-1553, CAN-Bus, I2C). Fundamentos de CCSDS (*Consultative Committee for Space Data Systems*) e suas áreas: Serviços de Internetworking Espacial, Operações de Centro de Missão e Serviços de Gerenciamento de Informação, Serviços de Interface a Bordo em Satélites, Engenharia de Sistemas, Serviços de Suporte Cruzado (*Cross Support Services*), Serviços de Enlace Espacial e seus Grupos de Trabalho em Andamento. Projeto de Curso e Estudo de Caso.

Bibliografia

CCSDS, General Documents, <http://public.ccsds.org/publications/default.aspx>.
CCSDS, The Collaborative Work Environment (CWE), <http://cwe.ccsds.org>.
WERTZ, J. R.; LARSON, W. J. (editors) *Space Mission Analysis and Design*. 3rd ed. Microcosm Press, New York, 1999 (ISBN.: 1881883108).
WERTZ, J. R.; LARSON, W. J. (editors) *Reducing Space Mission Cost*, Space Technology Library, Dordrech, Kluwer, 1999. (ISBN 1-881883-05-1)
HAMMOND, W. E. *Design Methodologies for Space Transportation Systems*, AIAA Education Series, 2001 (ISBN 978-1563474729).
GARCIA, M. (editor) *Advances in Optronics and Avionics Technologies*, Wiley-Ec Aeronautics Research Series. 1996 (ISBN 978-0471953623).
GALLO, M. A.; HANCOCK, W. M. *Comunicação entre Computadores e Tecnologias de Rede*. Thompson, 2003.
TANENBAUM, A. *Computer Networks*. Prentice-Hall, 4 ed., 2003.
Artigos técnicos na área espacial e de redes de dados.

CSE-208-4	Introdução à Gestão de Projetos
------------------	--

Eletiva

Pré-requisitos: não há

Carga horária:60 horas

1. Conceitos de Gestão de Projetos: atributos, ciclo de vida, processo de gestão. 2. Execução do Projeto: planejamento, gerenciamento de riscos, realização do projeto, controle do projeto, conclusão do projeto. 3. Planejamento e controle do projeto: definição dos produtos, estrutura do projeto (WBS), matriz de responsabilidades, definição de atividades. 4. Cronograma: estimativa de duração das atividades data de início e de conclusão do projeto, redes de atividades (CPM, PERT). 5. Controle do cronograma. 6. Gerenciamento de risco. 7. Software de Gestão de Projeto. 8. Projetos e Processos.

Bibliografia

LESTER, A., *Project Planning and Control*, Oxford, Elsevier, 2003.
SALVENDY, G. (editor), *Handbook of Industrial Engineering*, New York, John Wiley, 2001.
CHARVAT, J., *Project Management Methodologies: Selecting, Implementing, and Supporting Methodologies and Processes for Projects*, New York, John Wiley, 2003.
Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, Philadelphia, Project Management Institute, 2004. (ISBN 193069945X).
GIDO, J., CLEMENTS, J.P., *Gestão de Projetos*, São Paulo, Thomson Learning, 2007. (ISBN 978-85-221-0555-7).
JURAN, J.M., GRZYNA, F.M., BINGHAM, R.S. (editores), *Quality Control Handbook*, New York, McGraw-Hill, 1979.

GAITHER, N., FRAZIER, G., Administração da Produção e Operações, Thomson Learning, 2002.
FUSCO, J.P.A., SACOMANO, J.B., BARBOSA, F.A., AZZOLINI JR., W., Administração de Operações, São Paulo, Arte & Ciência, 2003.
BRITISH STANDARDS INSTITUTION, *BS 6079, Part 1, Guide to Project Management*, BSI (2002).

CSE-300-4	Métodos e Processos na Área Espacial
------------------	---

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

1. Análise dos tópicos de processo, contínuo e intermitente. 2. Engenharia do processo: objetivo do processo, descrição das atividades, análise de valor das atividades, otimização das atividades, seqüência ótima. Gráfico das atividades e gráfico H-H, fluxograma do processo. 3. Estudo de tempo das atividades, análise estatística das atividades. 4. Balanço material e energético, enriquecimento do trabalho. 5. Aspectos ergonômicos e ambientais. 6. Seleção e dimensionamento de equipamentos, confiabilidade. 7. Estudos econômicos do processo e comparação entre alternativas. 8. Estudo de casos.

Bibliografia

WERTZ, J. R.; LARSON, W. J. (editors). *Reducing Space Mission Cost*, Space Technology Library, Dordrech, Kluwer, 1999. (ISBN 1-881883- 05-1)
PISACANE, V. L.; MOORE, R. C. (editors). *Fundamentals of Space Systems*, New York, Oxford University Press, 1994. (ISBN 0-19- 507497-1)
HAX, A.; CANDEA, D., *Production and inventory management*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1984.
SCHOMBERGER, R.; KNOD, E., *Operations management*, 3rd Ed., Business Publications, Plano, TX, 1988.

CSE-316-4	Garantia do Produto de Sistemas Espaciais I
------------------	--

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Noções gerais da Garantia do Produto: qualidade, histórico, desdobramento do Controle da Qualidade e do Gerenciamento da Qualidade Total (Juran, Crosby, Taguchi) e Sistema de Gestão da Qualidade Aeroespacial. Política das Agências Espaciais (NASA, ESA, CNES). Política das indústrias em geral (ISO 9000, AS 9100). Função da Garantia do Produto nos projetos, ligações com outras entidades (i.e. engenharia, gerenciamento da configuração). Fundamentos matemáticos para Garantia do Produto: estatística, aplicação em CEP (Controle Estatístico de Processo); - probabilidades, aplicação em Predição de Confiabilidade e Manutenibilidade. Teste de Confiabilidade e aplicação da lei de Weibull. Gráfico de Markov, redes de Petri. Demonstração de Confiabilidade, teste de Bayes. Técnicas da Garantia do Produto - Análises de Confiabilidade (FMEA, FMECA, pior caso). Teste de Confiabilidade: ESS (*Environmental Stress Screening*). Avaliações e auditorias.

Bibliografia

CARLSEN, R.; ANN, J.; GERBER, J. F. *Manual of Quality Assurance Procedures and Forms*. McHugh Prentice-Hall Inc., 1981.
ANDERSON, R. T. *Reliability Handbook*. IIT Research Institute, 1976.
BARÇANTE, L. C. *Qualidade Total: uma visão brasileira, o impacto estratégico na universidade e na empresa*. Campus, Rio de Janeiro, 1998.

BARROS, C. D. C. Qualidade & participação: o caminho para o êxito. Editora Nobel, São Paulo, 1991.

D'ANGELO, F. Padrões normativos para sistemas da qualidade. In: Amato Neto, J. (Org.). Manufatura classe mundial – conceitos, estratégias e aplicações. São Paulo: Atlas, 2001.

DEPARTMENT OF DEFENSE. MIL-STD-109C: quality assurance terms and definitions. Washington, 1994.

ISHIKAWA, K. TQC - Total quality control: estratégica e administração da qualidade. IMC, São Paulo, 1986.

JURAN, J. M.; GRAYNA, F. M. Juran's quality control handbook. McGraw-Hill, New York, 1988.

MARANHÃO M. ISO série 9000: manual de implementação: versão 2000. Qualitymark, Rio de Janeiro, 2001.

MELLO, C. H, P. et al. Sistema de gestão da qualidade para operações de produção e serviços. Ed. Atlas, São Paulo, 2002.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Recommended aerospace quality clauses. Washington, 2005. Disponível em: <http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/quality/qa_clause/frameset.htm>. Acesso em: 9 jun. 2005.

SAE AEROSPACE. Quality management system assessment. Washington D.C.: SAE, 2003. (SAE AS9101 Rev. B).

SAE AEROSPACE. Quality management systems-aerospace-requirements. Washington D.C.: SAE, 2004. (SAE AS 9100 Rev. B).

SAE AEROSPACE. Requirements for certification/registration of aerospace quality management systems. Washington D.C.: SAE, 2003. (SAE AIR 5359 Rev. B).

NBR ISO 9001: sistemas de gestão da qualidade; requisitos. Rio de Janeiro, 2000a.

NBR ISO 9000: fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2000b.

NBR ISO 9004: sistemas de gestão da qualidade; diretrizes para melhorias de desempenho. Rio de Janeiro, 2000c.

NBR 15100: sistema da qualidade; aeroespacial; modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados. Rio de Janeiro, 2004.

NBR ISO 8402: gestão da qualidade e garantia da qualidade; terminologia. Rio de Janeiro, 1994.

NBR ISO 19011: diretrizes para auditorias de sistema de gestão da qualidade e/ou ambiental. Rio de Janeiro, 2002.

ABNT ISO/IEC GUIA 62: requisitos gerais para organismos que operam avaliação e certificação/registo de sistemas da qualidade. Rio de Janeiro, 1997.

CSE-329-4	Sistemas e Conceitos em Operação de Satélites
------------------	--

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Descrição geral de sistemas que apóiam a operação de satélites em órbita: centro de controle, estações terrenas, centros de missões, rede de comunicação de dados e protocolos padrões existentes. Arquitetura de referência para sistemas de dados espaciais. Atividades de um centro de controle: determinação de órbita e atitude, manobras do satélite, previsão de passagens, planejamento de operações, análise de telemetrias e transmissão de telecomandos, procedimentos operacionais, controle e monitoração de estações terrenas, uso de simuladores operacionais. Conceitos relacionados a estações terrenas: transmissão e recepção de dados de um satélite em radio frequência, métodos de rastreamento: medidas de distância (ranging), medidas de velocidade (range-rate), tempo e frequência, tipos de estações: TT&C e recepção de imagens, configurações para atender serviços de transmissão e recepção de diferentes cargas úteis. Atividades de Centros de Missões (Payload Control Center/Mission Exploration Center): controle de cargas úteis, armazenamento e disseminação dos dados fim da missão, aplicações para os usuários.

Bibliografia:

Wiley J. Larson and James R Wertz. Space Mission Analysis and Design. Space Technology Series. Microcosm, Inc. 3rd. Edition 1999.
ECSS-E-ST-70C. ECSS Space Engineering – Ground systems and operations. July, 2008.
ECSS-E-70-41-A. ECSS Space Engineering – Ground systems and operations – Telemetry and telecommand packet utilization. January, 2003.
CCSDS- 311.0-M-1. Reference Architecture for Space Data Systems. Recommended Practice. September 2008.

CSE-342-4	Introdução aos Efeitos de Radiação Espacial em Satélites
------------------	---

Eletiva**Pré-requisito:** não há**Carga Horária:** 60 horas

Conceitos básicos de Radiação Espacial, fontes, ambiente, modelos. Efeitos do ambiente de radiação em materiais, sistemas eletroeletrônicos e seres humanos. Introdução às ferramentas de simulação dos efeitos do ambiente espacial. Noções de estruturas de alertas de eventos solares e cósmicos. Características de instalações de teste de radiação e planejamento de testes em solo. Garantia de resistência à radiação de sistemas espaciais e seleção de componentes. Introdução à Sistema Monitor de Ambiente Espacial e técnicas de dosimetria em solo.

Bibliografia:

ESA PSS-01-609 Issue 1 - The Radiation Design Handbook
Claeys C., Simoen E. Radiation Effects in Advanced Semiconductor Materials and Devices – Springer
Vainio R., et al Dynamics of the Earth's Particle Radiation Environment -- Springer-2005
Adams J.H. et al Cosmic Ray Effects on Microelectronics– NRL – US Navy
ESCC Basic Specification No. 22900 - TOTAL DOSE STEADY-STATE IRRADIATION
ESCC Basic Specification No. 25100 - single event effects test method and guidelines
ECSS-Q-ST-60-15C - Radiation Hardness Assurance - EEE components
MIL-STD-883G - Test Method Standard Microcircuits
ECSS-E-ST-10-12C: Methods for the calculation of radiation received and its effects, and a policy for design margins
ECSS-E-ST-10-04: European Normative Specification for Space Environment

CSE-343-4	Gestão Transdisciplinar de Processos Aplicada à Engenharia de Sistemas
------------------	---

Eletiva**Requisitos:** Não há**Carga Horária:** 60 horas

Fundamentos: Modelos de Referência; Ciclo de Vida de Modelos de Processos; Ciência e Tecnologia Transdisciplinares de Processos (CT²P); Diagramas de Ciclo de Atividades (DCAs); Notação Transdisciplinar para a Gestão de Processos (NTGP). Definição do Problema: a Fase de Design do Ciclo de Vida da Engenharia de Sistemas (Baseado em SEBOK/INCOSE, NASA/ECSS); Modelos de Referência criados com ambas especificações; O Framework CT²P aplicado Fase de Design do Ciclo de Vida da Engenharia de Sistemas; Modelagem Conceitual (Elicitação, Modelo IDEF0, Modelo NTGP); Modelo de Desenvolvimento; Projeto de Experimentos; Execução e Análise; Avaliação Global; Revisão Holística. Apresentação do Projeto Final pelos grupos de alunos. Observações: a avaliação do

curso é feita com base num projeto de curso desenvolvido em três fases: Fase 1: Definição do Problema e Modelagem Conceitual; Fase 2: Desenvolvimento do Projeto, Planejamento e Projeto de Experimentos, Execução e Análise de Resultados; Fase 3: Consolidação dos Resultados. Relatório Final e Apresentação pelos grupos.

Bibliography

BPM & Workflow Handbook. Future Strategies, Inc. 2007. ISBN 0- 9777527-0-4
CACI. *Simprocess User's Manual - Release 5*. CACI, INC.-FEDERAL, 2015.
KIENBAUM, G. S. A Framework for Process Science and Technology and its Application to Systems Concurrent Engineering. Technical Report, Loughborough University, Loughborough. 2014.
KIENBAUM, G. S. A Framework for Process Science and Technology and its Applications to Systems Engineering. In: ISPE International Conference on Concurrent Engineering – CE2012, 19., 2012, Trier, DE. Proceedings... Tier, 2012. International Council On Systems Engineering (INCISE). *About INCISE, 2013*. [Online]. Available from: http://sebokwiki.org/wiki/Guide_to_the_Systems_Engineering_Body_of_Knowledge (SEBoK). 2014.03.13
PIDD, M. "Computer Simulation in Management Science". John Wiley & Sons, Chichester, UK, 1992, 3rd Edition.
PYSTER, A. AND OLWELL, D. (EDS). 2013. *The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK)*, v. 1.2. Hoboken, NJ: The Trustees of the Stevens Institute of Technology. [Online]. Available from: <http://www.sebokwiki.org>. 2014.11.13
Artigos de Periódicos, Anais de Conferências e material obtido em sites da Web com conteúdos relacionados com Engenharia de Sistemas Baseada em Modelos, Engenharia/Re-engenharia de Processos, Gerência de Projetos, Gestão de Processos de Negócios e Simulação de Sistemas

EMENTAS DAS DISCIPLINAS DA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ENGENHARIA E GERENCIAMENTO DE SISTEMAS ESPACIAIS

3º PERÍODO LETIVO E SEQUINTE

CSE-209-4	Conceitos e Práticas de Verificação e Validação de Sistemas Espaciais
------------------	--

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Conceitos de verificação e validação (V&V). Processo de V&V. Filosofia de modelos. Estratégia de V&V. Seleção de Métodos, Níveis e Estágios de V&V. Matriz de V&V. Plano de V&V. Especificações, Procedimentos e Relatórios de V&V. Execução e Controle de V&V. Ferramentas e Documentação de V&V. Práticas de V&V no nível de sistema, subsistema, equipamentos e software. Verificação de Software em aplicações espaciais. Técnicas de modelagem para sistemas críticos (Tabela de decisão, Tabela de transição de estados). Teste baseado em modelos. Metodologias de análise e teste baseadas em modelo. Técnicas e critérios para avaliação de conjunto de testes. Simulações para Análise e Verificação de missões espaciais.

Bibliografia

JENS EICKHOFF . *Simulating Spacecraft Systems*. Spring Aerospace Technology. Springer, Heidelberg, 2009.

WIERINGA, R. J. *Design Methods for Reactive Systems: Yourdon, Statemate, and the UML*. 2003. ISBN: 1-55860-755-2.

SP-2007-6105-Rev1: *NASA system engineering handbook*. National Aeronautics and Space Administration. NASA Headquarters. Washington, D.C. December, 2007

ECSS-E-10 Part 1B. SE System engineering — Part 1: Requirements and process. November, 2004. (ECSS-E-10A. ECSS Space Engineering - System Engineering. April, 1996.)

ECSS-E-ST-10-02C. ECSS Space Engineering – Verification. March, 2009.

ECSS-E-ST-10-03A. ECSS Space Engineering – Testing. February, 2009.

ECSS-E-ST-40C. ECSS Space Engineering – Software. March, 2009. (ECSS-E-40 A. ECSS Space Engineering – Software. April, 1999.)

ECSS-E-ST-40 Part 1B. ECSS Space Engineering – Software – Part1: Principles and requirements. November, 2003.

ECSS-E-ST-40 Part 2B. ECSS Space Engineering – Software – Part2: Document requirements definitions (DRDs). March, 2005.

ECSS-Q-80B. ECSS Space Product Assurance – product assurance. October, 2003.

ECSS-E-TM-10-21A. ECSS Space Engineering – Simulation modeling and simulation. April 2010.

EICKHOFF, J.; FALKE, A.; RÖSER, H. P. Model-based design and verification – State of the art from Galileo constellation down to small university satellites. Acta Astronautica 61 (2007), p. 383-390.

AMBROSIO, A.M. CoFI – uma abordagem combinando teste de conformidade e injeção de falhas para validação de software em aplicações espaciais. Tese de doutorado, INPE, São José dos Campos, 2005.

CSE-210-4	Processo de Desenvolvimento de Missões Espaciais
------------------	---

Eletiva

Pré-requisito: CSE-200-4

Carga horária: 60 horas

Modelos de desenvolvimento. Fases de desenvolvimento pela ECSS (objetivos, atividades, documentos resultantes, entradas e saídas, esforço e duração, aplicação das fases aos subníveis). Revisões de projeto no padrão da ECSS (objetivos, organização, documentos de entrada, status). Organizações envolvidas na área espacial no Brasil. Organização de projetos (estrutura matricial mínima, estrutura funcional, atribuições, produtos e núcleos de competência). Atividades gerais de projeto (planejamento, capacitação, normalização, desenvolvimento tecnológico, etc.). Interação do projeto com a organização da estrutura funcional (modalidades de alocação de pessoal, serviços solicitados às unidades, responsabilidades e produtos de entrada e saída). Atividades de engenharia de sistema e integração com outras atividades (gerenciamento, operação, AIT, garantia do produto). Balanços e a política de margens. Demonstração da viabilidade técnica e estudos comparativos. Demonstração da viabilidade programática, as estimativas de custos nas fases iniciais e a análise de risco. Atividades de AIT (sequência de teste e integração, processo de execução de testes, documentos prévios e posteriores). Avaliação das tecnologias a serem utilizadas e padrão de referencia. Conceitos de garantia do produto, de gestão da configuração e de gerenciamento do projeto. Cálculos de confiabilidade adotados nos projetos. Documentação Técnica para projetos espaciais. Plano de desenvolvimento no INPE e na ECSS. Uso de modelos físicos e virtuais para verificação. Plano de gerenciamento (descrição detalhada e pacotes de trabalho). Gestão de configuração. Software aplicativos de apoio em: fase de definição da missão, controle de requisitos, gestão de documentos e o projeto de subsistemas.

Bibliografia

INCOSE, Systems Engineering Handbook, version 3.2 January 2010.

ECSS, European Cooperation for Space Standardization (ECSS) – Padrões das famílias M (Gerenciamento), E (Engenharia) e Q (Qualidade), Abril/2014.

NASA, SP-2007-6105-Rev1: NASA system engineering handbook. National Aeronautics and Space Administration. NASA Headquarters. Washington, D.C. December, 2007

NASA, System Engineering Processes and Requirements, March, 2007.
 ETE, Planos de Desenvolvimento da MECB e CBERS, INPE, 2014.
 ETE, Planos de Gerenciamento da MECB e CBERS, INPE, 2014.
 DoD, System Engineering Fundamentals – January, 2001.
 Wertz, J. R., Everett, D. F., Puschell, J. J., Space Mission Engineering: The New SMAD, Microcosm Press, Hawthorne, Calif., July, 2011.
 Wertz, J. R. And Larson, W. J., Space Mission Analysis and Design, 3ed., 1999.
 Wertz, J. R. And Larson, W., Reducing Space Cost, 1996.

CSE-304-4	Simulação de Sistemas Espaciais
------------------	--

Eletiva

Pré-requisito: CSE-202-4 ou equivalente

Carga horária:60 horas

Introdução aos simuladores e à simulação. Origens e breve história dos simuladores e da simulação. Noções e Tipos de simuladores: concretos (usando maquetes, protótipos, modelos em escala, simuladores físicos, etc.) ou abstratos (usando modelos lógicos, modelos físicos, modelos matemáticos, simuladores computacionais, etc.); estáticos ou dinâmicos; em tempo/evento contínuo ou discreto; com grandezas ou sinais lógicos, analógicos, discretos ou digitais; etc. Noções de simulação. O compromisso básico da simulação: transparência x fidelidade. Graus de realismo e de transparência. Erros de simulação. Arquiteturas de simulação: localizada, distribuída, HLA, etc. Métodos de simulação. Simulações física, computacional e mista. Caracterização, modelagem e calibração de simuladores físicos. Ambientes e linguagens de simulação computacional. Computação lógica, analógica ou digital. Ambientes e linguagens computacionais correspondentes (CACSD). Características essenciais ou desejáveis. Operação em tempos virtual ou real; em batelada ou iterativa; interfaces amigáveis ou visuais; orientação a objetos, conversão de linguagens; geração de códigos, etc. Interação de simuladores físicos e computacionais. Operação *stand-alone*, com processador na malha, com hardware na malha, etc. Verificação, validação e certificação de simuladores e simulações. Estudo de casos.

Bibliografia

RAINEY, L. B. (ed.), DAVIES, P. K. (fwd.). Space Modeling And Simulation: Roles And Applications Throughout The System Life Cycle. AIAA, Washington DC., 2004
 ARPASI, D. J., BLECH, R. A. Applications and Requirements for Real-Time Simulators in Ground-Test Facilities. Washington D.C., NASA, 1986 (NASA TP 2672).
 KAYLOR, J. T., ROWELL, L. F., POWELL, R. W., A Real-Time Digital Computer Program for the Simulation of Automatic Spacecraft Reentries. Washington D.C., NASA, 1977 (NASA TM X-3496).
 GRANTHAM, C., WILL, R. A Real-Time Space-Station Dynamics and Control System Simulation. Washington D.C., NASA, 1971. (NASA TND-6449).
 ROSKO, J. S. Digital Simulation of Physical Systems. . Reading, MA, USA, Addison Wesley Pub. Co., 1972.
 SHANNON, R. Systems Simulation: The Art and Science. Prentice-Hall, 1975.
 BENNET, B. S. Simulation Fundamentals. Englewood Cliffs, NJ, USA, Prentice-Hall, 1995.
 BANKS, J.(ed.) Handbook of Simulation. New York, NY, John Wiley & Sons, Inc./EMP Books, 1998.
 GOLDBERG, A., RUBIN, K. .S. Succeeding with Objects. Reading, MA, USA, Addison Wesley Pub. Co., 1995.
 LINKENS, D. A. (ed.) CAD for Control Systems. New York, NY, USA, Marcel Dekker, Inc., 1993.
 MEDIN, A. L., DAHMANN, J. HLA Rules. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.

MEDIN, A. L., DAHMANN, J. HLA Interface Specification. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.

MEDIN, A. L., DAHMANN, J. Object Model Template Specification. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.

CSE-305-4	Redundância e Tolerância a Falhas em Sistemas Espaciais
------------------	--

Eletiva

Pré-requisito:CSE-203-4 ou equivalente

Carga horária:60 horas

1) Introdução á Prevenção, Correção e Tolerância de Falhas. Noções e tipos de falhas em sistemas espaciais. 2) Conceitos básicos: redundâncias física e analítica, resíduos e geração de resíduos; falso alarme, perda de alarme; detecção, diagnóstico, isolamento, identificação de falhas; reconfiguração do sistema, cobertura (total ou parcial) de falhas; emissão de alarmes, registros, estatísticas, etc. 3) Tipos dos resíduos e suas propriedades (temporais, freqüenciais, direcionais, estatísticas, etc.) sem/com incertezas no modelo. 4) Fundamentos de estimação de parâmetros e sua relação com os conceitos de redundância analítica. 5) Geração de resíduos por redundância física ou analítica, etc. Implementação de geradores de resíduos por equações de paridade, para resíduos estruturados, direcionais, ou para falhas paramétricas. 6) Robustez na geração de resíduos às incertezas no ambiente ou no modelo. 7) Detecção por testes (em batelada, seqüenciais, determinísticos, probabilísticos, pior caso, etc.) de hipóteses (decisão, indecisão, falso alarme, perda de alarme, etc.) sobre as propriedades dos resíduos sem/com incertezas no ambiente ou no modelo. 8) Diagnóstico/isolamento/identificação por testes de hipóteses sobre as propriedades dos resíduos sem/com incertezas no ambiente ou no modelo. 9) Diagnóstico de falhas aditivas por identificação de modelos; e de falhas multiplicativas por estimação de parâmetros; 10) Reconfiguração/cobertura das falhas, lógica de comutação, modos degradados/de emergência, índices dedesempenho, etc. 11) Ambientes para a construção de modelos de tolerância a falhas. Características essenciais ou desejáveis. 12) Verificação, validação e certificação de controles tolerantes a falhas. Estudo de casos (controles tolerantes a falhas de veículos aeroespaciais, robôs, processos nucleares e industriais, etc).

Bibliografia

GERTLER, J.J. Fault Detection and Diagnosis in Engineering Systems. New York, NY, USA, Marcel Dekker, Inc., 1998.

PATTON, R., FRANK, P.M. & CLARK, R.N. (eds.) Fault Diagnosis in Dynamic Systems. London, UK, Prentice-Hall, 1989.

PATTON, R., FRANK, P.M. & CLARK, R.N. (eds.) Issues in Fault Diagnosis in Dynamic Systems. , UK, Springer-Verlag, 2000

CSE-309-4	Processo de Desenvolvimento de Software
------------------	--

Eletiva

Pré- Requisito: não há

Carga Horária: 60 h

Unidade 1- Escopo do desenvolvimento de sistemas de software: sistemas de software, os desafios do desenvolvimento de software, o contexto organizacional do desenvolvimento de software (recursos, tecnologias e pessoas), ciclo de vida do software, qualidade e produtividade no desenvolvimento de software. Unidade 2 - O paradigma de desenvolvimento de software orientado a objetos: evolução histórica da orientação a objetos, vantagens da orientação a objetos, as bases da orientação a objetos, princípios para administrar complexidade, conceitos da orientação a objetos, sistemas de software orientados a objetos. Unidade 3 -Desenvolvimento de sistemas de software orientado a objetos: definição do problema, estudo de

viabilidade, modelagem do sistema de software orientado a objeto, princípios de modelagem, conceito de modelos, características de um bom modelo, os níveis de abstração de um sistema de software e seus modelos. Unidade 4 - Linguagem de modelagem unificada(UML): estratégias e padrões para construção de modelos, processo de modelagem através da UML, modelagem descritiva, modelagem conceitual, modelagem ambiental, modelagem comportamental, modelagem operacional, modelagem implementacional, modelagem da implantação, diagrama de atividades, diagrama de casos de uso. Unidade 5 – Rational Unified Process: Estudar as fases do processo; Iterações em cada fase; Ferramentas da UML aplicadas em cada fase; Artefatos gerados em cada fase. Unidade 6 - Design patterns: Identificar problemas comuns em engenharia de software e utilizar soluções testadas e bem documentadas; Estudar os padrões de projeto proposto por Gamma; classificação e relacionamento entre eles; aplicações práticas na área de software para controle de satélites.

Bibliografia

BOOCH, G; RUMAUGH, J; JACOBSON, I. UML Guia do Usuário, Rio de Janeiro; Editora Campus, 2000. 472p.
COAD, P.; NORTH, D.; MAYFIELD, M. Object Models Strategies, Patterns, & Applications, Yourdon Press, Prentice Hall, 1995.
PRESSMAN, R. S. Engenharia de Software, São Paulo; McGraw-Hill, 1995. 1056p.
CORDEIRO J. C. Gerenciando Projetos de Desenvolvimento de Software com PMI, RUP e UML. Editora BRASPORT. 2004
BOGGS, W.; BOGGS, M. UML com Rational Rose 2002. Editora Altabooks. 2002
BEZERRA E. Princípios de Análise e Projeto de Sistemas com UML. Editora : CAMPUS 2002
ERIKSSON, H-E; PENKER, M. UML Toolkit, John Wiley, 1997.
GAMMA ERICH et al. Design Patterns: Elements of Reusable Object-oriented Software. Addison-Wesley, 1995. Adapter, Facade, Bridge & Composite. Referência com exemplos em C++ e Smalltalk.
COPLIEN, J. O. "Software Patterns". New York, NY (USA): SIGS Books, 1996.

CSE-314-4	Planejamento e Gestão da Qualidade
------------------	---

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

O atual paradigma da qualidade. Modelos de gestão da qualidade total aplicados na manufatura. A qualidade total e a estratégia da empresa. Integração dos planos e sistemas da qualidade às estratégias de negócio. Gerenciamento por processo. Definição dos processos críticos baseados na missão da empresa. Técnicas de melhoria do processo. Definição e melhoria de fluxos administrativos. A qualidade no projeto. Desenvolvimento do planejamento da qualidade e plano de controle no projeto do produto. Gerenciamento pelas diretrizes. Desdobramento da política da qualidade QFD. Metodologias para a melhoria do processo. Metodologia de solução de problemas. As sete ferramentas básicas da qualidade. Kaizen. 5S. Gerenciamento da rotina diária. As sete ferramentas gerenciais da qualidade. Gestão de pessoas para a qualidade Motivação. Comprometimento. O conceito seis sigma: A metodologia DMAIC. Avaliação e desenvolvimento de fornecedores. O conceito *Comakership* para redes de suprimento. Qualidade em serviços. Definição das dimensões da qualidade em serviços. Análise do ciclo de serviço como ferramenta para a melhoria da qualidade. *Benchmarking*.

Bibliografia

SLACK, N. Vantagem Competitiva em Manufatura. Editora Atlas, Rio de Janeiro, 2002.
SENGE, P. M. A Quinta Disciplina. Editora Qualitymark, Rio de Janeiro, 1993.

SPENDOLINI M. Perspectivas Gerências do QFD. Benchmarking Makron Books, 1992.
HAMMER, M.; CHAMPY, J. Planejando para a Qualidade Pioneira. Editora Campus, Rio de Janeiro, 1988.
Artigos de revistas especializadas.

CSE-317-4	Garantia do Produto de Sistemas Espaciais II
------------------	---

Eletiva

Pré-requisito:CSE-316-4 ou equivalente

Carga horária:60 horas

Plano da Garantia do Produto do *Prime Contractor*. Requisitos de Garantia do Produto do *Prime Contractor*. Apresentação dos Requisitos Gerais da Garantia do Produto, regras para estudos de Segurança e Confiabilidade, regras para estudos de Manutenção e de Manutenibilidade. Regras para estudos de Garantia e Controle da Qualidade, seleção e especificação de suprimento para componentes EEE & M, Requisitos e regras para materiais, processos e componentes mecânicos, Especificação geral de limpeza, Garantia da Qualidade aplicável ao desenvolvimento software de bordo e de suporte de solo. Metrologia. Noções de Garantia de Missão e Segurança.

Bibliografia

CARLSEN, R.; ANN, J.; GERBER, J. F. Manual of Quality Assurance Procedures and Forms. McHugh Prentice-Hall Inc., 1981.
ANDERSON, R. T. Reliability Handbook. IIT Research Institute, 1976.
BARÇANTE, L. C. Qualidade Total: uma visão brasileira, o impacto estratégico na universidade e na empresa. Campus, Rio de Janeiro, 1998.
BARROS, C. D. C. Qualidade & participação: o caminho para o êxito. Editora Nobel, São Paulo, 1991.
D'ANGELO, F. Padrões normativos para sistemas da qualidade. In: Amato Neto, J. (Org.). Manufatura classe mundial – conceitos, estratégias e aplicações. São Paulo: Atlas, 2001.
DEPARTMENT OF DEFENSE. MIL-STD-109C: quality assurance terms and definitions. Washington, 1994.
ISHIKAWA, K. TQC - Total quality control: estratégia e administração da qualidade. IMC, São Paulo, 1986.
JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. Juran's quality control handbook. McGraw-Hill, New York, 1988.
MARANHÃO M. ISO série 9000: manual de implementação: versão 2000. Qualitymark, Rio de Janeiro, 2001.
MELLO, C. H, P. et al. Sistema de gestão da qualidade para operações de produção e serviços. Ed. Atlas, São Paulo, 2002.
NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Recommended aerospace quality clauses. Washington, 2005. Disponível em:
<http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/quality/qa_clause/frameset.htm>.
Acesso em: 9 jun 2005.
SAE AEROSPACE. Quality management system assessment. Washington D.C.: SAE, 2003. (SAE AS9101 Rev. B).
SAE AEROSPACE. Quality management systems-aerospace-requirements. Washington D.C.: SAE, 2004. (SAE AS 9100 Rev. B).
SAE AEROSPACE. Requirements for certification/registration of aerospace quality management systems. Washington D.C.: SAE, 2003. (SAE AIR 5359 Rev. B).
NBR ISO 9001: sistemas de gestão da qualidade; requisitos. Rio de Janeiro, 2000a.
NBR ISO 9000: fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2000b.
NBR ISO 9004: sistemas de gestão da qualidade; diretrizes para melhorias de desempenho. Rio de Janeiro, 2000c.

NBR 15100: sistema da qualidade; aeroespacial; modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados. Rio de Janeiro, 2004.

NBR ISO 8402: gestão da qualidade e garantia da qualidade; terminologia. Rio de Janeiro, 1994.

NBR ISO 19011: diretrizes para auditorias de sistema de gestão da qualidade e/ou ambiental. Rio de Janeiro, 2002.

ABNT ISO/IEC GUIA 62: requisitos gerais para organismos que operam avaliação e certificação/registro de sistemas da qualidade. Rio de Janeiro, 1997.

CSE-319-4	Seminários em Engenharia de Sistemas Espaciais
------------------	---

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Temas de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico na área de Engenharia de Sistemas Espaciais, ministrados na forma de seminários.

CSE-320-4	Seminários em Sistemas de Bordo para Missões Espaciais
------------------	---

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Temas de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico na área de Sistemas de Bordo para Missões Espaciais, ministrados na forma de seminários.

CSE-321-4	Seminários em Sistemas de Solo para Missões Espaciais
------------------	--

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Temas de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico na área de Sistemas de Solo para Missões Espaciais, ministrados na forma de seminários.

CSE-322-4	Seminários em Garantias de Missão e de Produto Espaciais
------------------	---

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Temas de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico na área de Garantias de Missão e de Produto Espaciais, ministrados na forma de seminários.

CSE-323-4	Seminários em Modelagem e Simulação de Sistemas Espaciais
------------------	--

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Temas de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico na área de Modelagem e Simulação de Sistemas Espaciais, ministrados na forma de seminários.

CSE-328-4	Engenharia da Qualidade de Sistemas Espaciais
------------------	--

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Introdução. Custos da qualidade. Conceitos de qualidade. Ferramentas básicas de solução de problemas. Qualidade em projeto: QFD e fundamentos de confiabilidade projeto de parâmetros, projeto de tolerâncias, projeto de experimentos, FMEA, engenharia simultânea, projeto de processos. Controle estatístico da qualidade na produção: cartas de controle, capacidade de processos. Metrologia. Qualidade em compras: amostragem estatística para aceitação.

Bibliografia:

JURAN, J. M.E GRINA, F. Quality analysis and planning. MacGraw Hill, New York, 1993.
 KRISHNAMOORTHY, K. S. Quality engineering. Pearson Education, Inc. Londres. 2006. ISBN: 0-13-147201-1
 MONTGOMERY, D. C. Design and Analysis of Experiments. John Wiley & Sons, New York, 1990.
 TAGUCHI, G.; ELSAYED, E.; HSIANG, T. Engenharia da Qualidade em Sistemas de Produção. McGraw-Hill, New York, 1991.

CSE-332-4	Integração, Verificação, Validação e Aceitação de Sistemas Espaciais em Tempos Virtual ou Real
------------------	---

Eletiva

Pré-requisitos:

Carga horária: 60 horas

1) Introdução à integração, verificação, validação e aceitação (IVVA) de sistemas espaciais (SW e HW), sobretudo sistemas de controle que operem em tempos virtual ou real (TV ou TR). 2) Contexto Geral e Específico: Origens e breve história. A evolução das necessidades e das normas. 3) Conceitos Básicos de: requisitos, especificações, previsibilidade, confiabilidade, segurança, ("safety" e "security"), prevenção ou tolerância a falhas, testabilidade, usabilidade, reusabilidade, manutenção, conectividade, portabilidade, simultaneidade, etc.; integração, verificação, validação, aceitação, certificação, tempo virtual, tempo real, etc. 4) Linguagens e Ambientes: textuais/visuais, informais/formais, etc. que viabilizem a especificação e obtenção de módulos ou componentes. Exemplos destes. 5) Arquiteturas e Métricas: para aplicações em tempo real ("soft", "firm", "hard") e em vários níveis de criticalidade ("operation critical", "mission critical", "vehicle critical", "safety-critical", "life-critical", etc.). 6) Métodos e Técnicas: exaustivos, amostrados, teóricos, por modelos, por simulação, experimentais, etc. 7) Ciclos e Revisões (conceitual, preliminar, crítica, etc.), documentações e controles de projeto. 8) Desenvolvimento Baseado em Modelos: Conceitos Básicos; 9) Idem: Linguagens e Ambientes. 10) Idem: Processos, IVVA. 11) Normas Gerais e Específicas: fontes, natureza, níveis e objeto das normas do DoD/DMSO, NASA, FAA, JAA, IEEE, CCITT, CTA, SAE, etc. 12) Estudo de casos.

Bibliografia

STANKOVIC, J. A., RAMAMRITHAM, K. Hard Real-Time Systems. Los Alamitos, CA, IEEE Computer Society Press, 1988.
 HALANG, W. A., STOYENKO, A. D. Constructing Predictable Real-Time Systems. Boston, MA, Kluwer Academic Publishers, 1991.
 PERRY, W. Effective Methods for Software Testing (2nd.ed.). New York, NY, John Wiley & Sons, Inc. 2000.

KRISHNA, C.M., LEE, Y. H. (eds.) Special Issue on Real-Time Systems. Proceedings of the IEEE, Vol. 82, No.1, January 1994.

SHIN, K. G., KRISHNA, C. M. Characterization of Real-Time Computers. Washington D.C., NASA, 1984 (NASA CR 3807).

MEDIN, A. L., DAHMANN, J. HLA Rules. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.

MEDIN, A. L., DAHMANN, J. HLA Interface Specification. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.

MEDIN, A. L., DAHMANN, J. Object Model Template Specification. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 1999.

DEPARTMENT OF DEFENSE. DoD VV&A Recommended Practice Guide. Washington D.C., Department of Defense, DMSO, 2000.

GRADY, J.O. System Verification. Academic Press, Burlington, MA, 2007.

HILDERMAN, V., BAGHAI, T. Avionics Certification. Avionics Certification Inc., Leesburg, VA, 2007.

CSE-334-4	Seleção de Materiais para Aplicações Espaciais
------------------	---

Eletiva

Pré-requisito:CSE-205-6 ou equivalente

Carga horária:60 horas

Introdução a seleção de materiais e processos. Materiais e o ambiente espacial. Critérios de seleção de materiais para uso espacial. Seleção de materiais e projetos. Seleção de materiais e análise de falhas. Cartas de seleção de materiais. Fontes de dados: consultas e interpretações. Estudos de casos em seleção de materiais e processos para uso espacial.

Bibliografia

ASHBY, M.F.,Materials Selection in Mechanical Design. Butterworth-Heineman, 3th edition, 2005.

ASHBY, M.F.,SHERCLIFF, H., CEBON, D., Materials - North American Edition, Second Edition: engineering, science, processing and design. Butterworth-Heinemann, 2nd edition, 2009.

BUDINSKI, K.G.,BUDINSKI, M.K., EngineeringMaterials: Properties and Selection. Prentice Hall, 9th edition, 2009.

CEBON, D., ASHBY, M.F.,Case Studies in Material Selection. Butterworth-Heinemann, 1st edition, 2011.

KLEIMAN, J.I. (Editor). Protection of Materials and Structures from Space Environment: Proceedings of the 9th International Conference: Protection of Materials and Structures ... / Materials Physics and Applications). American Institute of Physics, 1st edition, 2009.

PISACANE, V.I., The Space Environment and Its Effects on Space Systems (Aiaa Education Series). American Institute of Aeronautics & Astronautics, 1st edition, 2008.

CANTOR, B., ASSENDER, H., GRANT, P. (editors). Aerospace Materials (Series in Material Science and Engineering). Taylor & Francis, 1st edition, 2002.

FERRANTE, M. Seleção de Materiais. Editora da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP, 2a edição, 2002.

CALLISTER, W.D., RETHWISCH, D.G.,Materials Science and Engineering: An Introduction. Wiley, 9th edition, 2010.

SHACKELFORD, J.F.,Introduction to Materials Science forEngineers. Prentice Hall, 7th edition, 2008.

BUDINSKI, K.G., BUDINSKI, M.K., EngineeringMaterials: Properties and Selection. Prentice Hall, 9th edition, 2009.

CSE-337-4	Otimização de Projeto Multidisciplinar
------------------	---

Eletiva**Pré-requisito:** Não há**Carga horária:** 60 horas

A Abordagem de Otimização de Projeto Multidisciplinar no Projeto de Sistemas Complexos em Engenharia; Conceitos de Otimização; Otimização Mono-objetivo; Métodos Mono-Objetivos Com e Sem Uso da Informação do Gradiente; Estratégias e Algoritmos Para Busca Global no Espaço de Projeto; Otimização Multi-objetivo; Métodos para Problemas Multi-Objetivos; Estratégias Para Otimização de Projeto Multidisciplinar; Otimização Multidisciplinar no Projeto de Sistemas Aeroespaciais.

Bibliografia

COLLETTE Y. e SIARRY, P. Multiobjective Optimization, Principles and Case Studies. Springer-Verlag, ISBN 3-540-40182-2, 2003.

DE WECK, OLIVIER, and KAREN WILLCOX. ESD.77 Multidisciplinary System Design Optimization, Spring 2010. (Massachusetts Institute of Technology: MIT OpenCourseWare). <http://ocw.mit.edu> (Acessado em 01 Jul, 2013). License: Creative Commons BY-NC-AS

WERTZ, J.R. e LARSON, W.J. (Editores). Space Mission Analysis and Design. Terceira edição, Microcosm Publishing, ISBN 1-881883-10-8, 1999.

VANDERPLAATS, G.N. Multidiscipline Design Optimization. Vanderplaats Research & Development, Inc. ISBN 0-944956-04-1, 2007.

ARTIGOS diversos sobre metodologias de Otimização de Projeto Multidisciplinar e sua aplicação em sistemas complexos em engenharia.

CSE-340-4	e-Infraestruturas para Ciência e Engenharia Concorrente
------------------	--

Eletiva**Pré-requisitos recomendáveis mas não obrigatórios:** CSE 201-4 - Introdução a Engenharia de Sistemas Espaciais e CSE 310-4 Engenharia de Software: Desenvolvimento e Gestão**Carga horária:** 60 horas

Conceitos básicos de e-Engineering e e-Science, O processo SMAD – Projeto e Análise de Missão Espacial, Projeto Conceitual de Sistemas, Engenharia Dirigida a Modelos, Modelagem de Sistemas em SysML (Linguagem de Modelagem de Sistemas), Ambientes para Engenharia Concorrente, Fundamentos de Orientação a Objetos, UML e Padrões. Automação de Processos e BPEL – Linguagem de Execução de Processos de Negócio, Introdução a arquitetura orientada a serviços (SOA) e serviços web. Padrões, protocolos e especificações. Semântica para Web Services. Principais tecnologias de Web Services: XML, WSDL, SOAP e UDDI. Frameworks, APIs e ferramentas de desenvolvimento SOA. Composição de serviços, mash-ups. Desenvolvimento de aplicações. Identificação e modelagem de serviços. Interoperabilidade em Web Services, especificações emergentes e ferramentas. Governança SOA e Métricas de Reuso. Infraestrutura SOA (ESB – Enterprise Service Bus, Diretórios e Repositórios etc.). Adoção nas empresas e tendências de mercado. Introdução a Web Semântica e Ontologias. Introdução a Computação em Nuvem (Cloud) e em Grade (Grid). Padrões e especificações. Aplicações, projetos e estudo de casos em e-Science e e-Engineering.

Bibliografia

LARSON, W.J. AND WERTZ, J.R.. Space Mission Analysis and Design. Space Technology Series. Microcosm, Inc. 3rd. Edition 1999. Erl, T.; Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design, Prentice Hall, Hardcover, 2005.

FRIEDENTHAL, S., MOORE, A., STEINER, R. Practical Guide to SysML – The Systems Modeling Language, Elsevier, 2008.

DOS SANTOS, W. A. “A Collaborative Framework to Support Space Systems Engineering”, In: XII Chilean Congress on Electrical Engineering, Temuco, Chile, p.574 – 578, 1997.

DOS SANTOS, W. A., LEONOR, B.B.F, STEPHANY, S. A Knowledge-Based and Model-Driven Requirements Engineering Approach to Conceptual Satellite Design, Lecture Notes on Computer Science, LNCS 5829-0487, 2009.

ERL, T.; Service Oriented Architecture: A Field Guide to Integrating XML and Web Services, The Prentice Hall, 2004.

GOMES, D. A., Web Services SOAP em Java: Guia Prático para o Desenvolvimento de Web Services em Java, Novatec, 2010.

POLLOCK. J. T., Web Semântica para Leigos, Alta Books, 2010.

BRAUDE, E., Projeto de Software: da Programação à Arquitetura, uma Abordagem Baseada em Java, Bookman, 2005.

UDOH, E., Cloud, Grid and High Performance Computing, Information Science Reference Ed., 2011.

CSE-400-4	Tópicos Especiais em Engenharia de Sistemas Espaciais
------------------	--

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Tópicos avançados com conteúdos de interesse em Engenharia de Sistemas Espaciais.

Bibliografia

Capítulos de livros, artigos de revistas especializadas, relatórios científicos e técnicos relacionados aos assuntos tratados.

CSE-401-4	Tópicos Especiais em Sistemas de Bordo para Missões Espaciais
------------------	--

Eletiva

Pré-requisito: a definir

Carga horária: 60 horas

Tópicos avançados com conteúdos de interesse em Sistemas de Bordo para Missões Espaciais.

Bibliografia

Capítulos de livros, artigos de revistas especializadas, relatórios científicos e técnicos relacionados aos assuntos tratados.

CSE-402-4	Tópicos Especiais em Sistemas de Solo para Missões Espaciais
------------------	---

Eletiva

Pré-requisito: a definir

Carga horária: 60 horas

Tópicos avançados com conteúdos de interesse em Sistemas de Solo para Missões Espaciais.

Bibliografia

Capítulos de livros, artigos de revistas especializadas, relatórios científicos e técnicos relacionados aos assuntos tratados.

CSE-403-4	Tópicos Especiais em Garantias de Missão e de Produto Espaciais
------------------	--

Eletiva

Pré-requisito: a definir

Carga horária:60 horas

Tópicos avançados com conteúdos de interesse em Garantias de Missão e de Produto Espaciais.

Bibliografia

Capítulos de livros, artigos de revistas especializadas, relatórios científicos e técnicos relacionados aos assuntos tratados.

CSE-404-4	Tópicos Especiais em Modelagem e Simulação de Sistemas Espaciais
------------------	---

Eletiva

Pré-requisito:a definir

Carga horária:60 horas

Tópicos avançados com conteúdos de interesse em Modelagem e Simulação de Sistemas Espaciais.

Bibliografia

Capítulos de livros, artigos de revistas especializadas, relatórios científicos e técnicos relacionados aos assuntos tratados.

CSE-406-4	Tópicos Avançados em Aplicações de Alta Tensão no Espaço
------------------	---

Eletiva

Pré-requisito: não há

Carga horária: 60 horas

Introdução: Necessidade e Prospectos de Aplicações de Alta Tensão (AT) em Sistemas Embarcados no Espaço; Lasers e Microondas de Alta potência no Espaço; Tecnologias Alternativas (Potência Pulsada); Linhas de Transmissão de Placas Paralelas (*Strip Lines*); Transformadores de Linhas de Transmissão (TLTs); Linhas de Transmissão Empilhadas (*Stacked Blumlein Systems*); Propriedades de Materiais Dielétricos; Compostos Dielétricos Cerâmicos (Lineares e Não-Lineares) para Uso em Linhas Compactas; Geradores do Tipo Espiral; Compressores de Pulso para Ativação de Lasers; Compressão de Pulso Usando Materiais Dielétricos ou Magnéticos; Estudos de Formação de Ondas solitárias em Linhas Não-Lineares; Prospectos de Geração de RF Empregando Linhas Discretas LC Não-Lineares.

Bibliografia

SMITH, P. W. Transient Electronics: Pulsed Circuit Technology, West Sussex, UK, Wiley, 2002. (ISBN 0-0471-97773-X).

SARGEANT, W. J.; DOLLINGER R. E. High Power Electronics, Blue Ridge Summit, PA, TAB Books Inc., 1989. (ISBN 0-8306-9094-8).

MESYATS, G.A. Pulsed Power, New York, NY, Springer, 2005. (ISBN 0-306-48653-9).

PAI, S. T.; ZHANG, Q. Introduction to Pulsed Power Technology, Singapore, World Scientific, 2003. (ISBN 981-02-1714-5).

NAIDU, M. S.; KAMARAJU, V. High Voltage Engineering, New York, NY, McGraw-Hill, 1995. (ISBN 0-07-462286-2).

CSE-730	Pesquisa de Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/CSE*
----------------	---

Obrigatória

Créditos: 0

CSE-750	Dissertação de Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/CSE
----------------	---

Obrigatória

Créditos: 12

CSE-780	Pesquisa de Doutorado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/CSE*
----------------	--

Obrigatória

Créditos: 0

CSE-800	Tese de Doutorado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/CSE
----------------	---

Obrigatória

Créditos: 36

* Atividade *Obrigatória*, em cada período letivo, para todo aluno em fase de Pesquisa, definida pela oficialização de seu Orientador de Pesquisa que avaliará o desempenho do aluno nesta atividade. *Obrigatória*, também, antes da oficialização citada, para o aluno que não esteja matriculado em alguma disciplina: neste caso, a orientação e avaliação deverão ser feita por Docente aprovado pelo Coordenador Acadêmico.

Catálogo aprovado pelo CPG em 15/05/2020.