

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

---

---

**Coordenador Acadêmico do Curso**

Walter Abrahão dos Santos

**Coordenador da Área de Concentração**

Maria do Carmo de Andrade Nono

**Docentes Permanentes**

Ana Maria Ambrosio, Doutora, INPE, Brasil, 2005  
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  
Walter Abrahão dos Santos, Doutor, ITA, Brasil, 2008

**Docentes Colaboradores:**

Leonel Fernando Perondi, Ph.D., University of Oxford, Inglaterra, 1993  
Milton de Freitas Chagas Junior, Doutor, ITA, Brasil, 2009  
Silvio Manea, Doutor, ITA, Brasil, 2013  
Nilson Sant'Ana, Doutor, INPE, Brasil, 2000

**Docentes de Outras Áreas de Concentração:**

Chen Ying An, Doutor, ITA, Brasil, 1998  
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 Paula de Sá Santos Rabello, Doutora, INPE, Brasil, 2016  
Francisco Piorino Neto, Doutor, EEL/USP, Brasil, 2000  
Germano de Souza Kienbaum, Ph. D., Brunel University, Inglaterra, 1995  
Luis Antonio Waack Bambace, Doutor, INPE, Brasil, 2005  
Magda Aparecida Silverio Miyashiro, Doutora, INPE, 2015  
Marco Antonio Chamon, Doutor, Ecole Nationale Supérieure de L'aéronautique Et de L'espace – SUPAERO, França, 1996

**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 Silvio Manea – silvio.manea@inpe.br
CSE-201-4	Introdução à Engenharia de Sistemas Espaciais Geilson Loureiro - geilson.loureiro@inpe.br

***Eletivas***

CSE-204-4	Engenharia de Requisitos Marcelo Lopes de Oliveira e Souza - marcelosouzabr@ig.com.br
CSE-212-2	Redação e Oficina de Artigos Científicos Maurício Gonçalves Vieira Ferreira - mauricio.ferreira@inpe.br Magda Aparecida Silverio Miyashiro - magda.miyashiro@ufabc.edu.br
CSE-333-4	Engenharia da Inovação – da Identificação de Oportunidade a Proposição de um Projeto Walter Abrahão dos Santos - walter.abrahao@inpe.br Luis Antonio Waack Bambace - lawbambace@yahoo.com.br
CSE-339-4	Montagem, Integração e Testes de Sistemas Espaciais Geilson Loureiro - geilson.loureiro@inpe.br Adalberto Coelho da Silva Junior - adalberto.coelho@inpe.br
CSE-407-4	SmallSats Mission Engineering Walter Abrahão dos Santos - walter.abrahao@inpe.br
CSE-408-4	Software Defined and Cognitive Radios Walter Abrahão dos Santos - walter.abrahao@inpe.br

**2º Período**

***Eletivas***

CSE-202-4	Modelagem de Sistemas Espaciais Marcelo Lopes de Oliveira e Souza - marcelosouzabr@ig.com.br
CSE-203-4	Confiabilidade e Prevenção de Falhas em Sistemas Espaciais Marcelo Lopes de Oliveira e Souza - marcelosouzabr@ig.com.br
CSE-205-4	Materials Science and Technology Maria do Carmo de Andrade Nono – maria.nono@inpe.br José Osvaldo Rossi - jose.rossi@inpe.br
CSE-206-4	Introduction to Space Data Systems Walter Abrahão dos Santos - walter.abrahao@inpe.br
CSE-208-4	Introdução à Gestão de Projetos Milton de Freitas Chagas Junior - milton.chagas@inpe.br
CSE-300-4	Métodos e Processos na Área Espacial Leonel Fernando Perondi - leonel.perondi@inpe.br
CSE-310-4	Engenharia de Software: Desenvolvimento e Gestão Nilson Sant'Ana - nilson.santanna@inpe.br
CSE-316-4	Garantia do Produto de Sistemas Espaciais I Leonel Fernando Perondi - leonel.perondi@inpe.br Alirio Cavalcanti de Brito - alirio.brito@inpe.br

CSE-318-4	Gerenciamento de Projetos de Desenvolvimento Tecnológico com Gestão de Risco e de Inovação Walter Abrahão dos Santos - walter.abrahao@inpe.br Luis Antonio Waack Bambace - lawbambace@yahoo.com.br
CSE-329-4	Sistemas e Conceitos em Operação de Satélites Maria de Fátima Mattiello-Francisco - fatima.mattiello@inpe.br
CSE-342-4	Introduction to the Space Radiation Effects on Satellites Silvio Manea – silvio.manea@inpe.br
CSE-343-4	Transdisciplinary Process Management Applied to Systems Engineering Maurício Gonçalves Vieira Ferreira - mauricio.ferreira@inpe.br Germano de Souza Kienbaum – kienbaum@uol.com.br

### **3º Período Letivo e Seguintes**

#### ***Eletivas***

CSE-209-4	Concepts and Practices on Verification and Validation of Space Systems Ana Maria Ambrosio - ana.ambrosio@inpe.br
CSE-210-4	Processo de Desenvolvimento de Missões Espaciais Silvio Manea – silvio.manea@inpe.br Marco Antonio Chamon – marco.chamon@inpe.br
CSE-304-4	Simulação de Sistemas Espaciais Marcelo Lopes de Oliveira e Souza - marcelosouzabr@ig.com.br
CSE-305-4	Redundância e Tolerância a Falhas em Sistemas Espaciais Marcelo Lopes de Oliveira e Souza - marcelosouzabr@ig.com.br
CSE-309-4	Processo de Desenvolvimento de Software Maurício Gonçalves Vieira Ferreira - mauricio.ferreira@inpe.br
CSE-311-4	Modelos de Maturidade e de Melhoria de Processos de Software Nilson Sant'Ana - nilson.santanna@inpe.br
CSE-314-4	Planejamento e Gestão da Qualidade Milton de Freitas Chagas Junior - milton.chagas@inpe.br
CSE-317-4	Garantia do Produto de Sistemas Espaciais II Leonel Fernando Perondi - leonel.perondi@inpe.br Alirio Cavalcanti de Brito - alirio.brito@inpe.br
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-324-4	Métodos Heurísticos de Busca de Soluções Inovadoras em Problemas Técnicos Walter Abrahão dos Santos - walter.abrahao@inpe.br Luis Antonio Waack Bambace - lawbambace@yahoo.com.br
CSE-328-4	Engenharia da Qualidade de Sistemas Espaciais Geilson Loureiro - geilson.loureiro@inpe.br
CSE-332-4	Integração, Verificação, Validação e Aceitação de Sistemas Espaciais em Tempos Virtual ou Real Marcelo Lopes de Oliveira e Souza - marcelosouzabr@ig.com.br
CSE-334-4	Seleção de Materiais para Aplicações Espaciais Maria do Carmo de Andrade Nono – maria.nono@inpe.br Francisco Piorino Neto - fpiorino@gmail.com
CSE-337-4	Otimização de Projeto Multidisciplinar Fabiano Luis de Sousa - fabiano.sousa@inpe.br
CSE-340-4	e-Infrastructures for Science and Concurrent Engineering Walter Abrahão dos Santos - walter.abrahao@inpe.br
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	Advanced Topics for High-Voltage Applications in Space José Osvaldo Rossi - jose.rossi@inpe.br

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

**1º PERÍODO LETIVO**

<b>CSE-200-4</b>	<b>Introdução à Tecnologia de Satélites</b>
------------------	---

**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 inércia. 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).

<b>CSE-201-4</b>	<b>Introdução à Engenharia de Sistemas Espaciais</b>
------------------	--

**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](http://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](http://www.incose.org) (website do International Council on Systems Engineering)

<b>CSE-204-4</b>	<b>Engenharia de Requisitos</b>
------------------	---------------------------------

### ***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.

<b>CSE-212-2</b>	<b>Redação e Oficina de Artigos Científicos</b>
------------------	---

### ***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. 4ª Edição, 2016. Editora Best Writing.  
WAZLAWICK R. S.. Metodologia de pesquisa para Ciência da Computação. 2ª 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. 6ª Edição, São Paulo 2008. Atlas.

<b>CSE-333-4</b>	<b>Engenharia da Inovação – da Identificação de Oportunidade a Proposição de um Projeto</b>
------------------	---

### **Eletiva**

**Pré-requisito:** Não há

**Carga horária:** 60 horas

Sucesso em projetos de desenvolvimento. Fases de pré-projeto. Inovação. Oportunidades. Idéias. Conceptualização e riscos relacionados a conceitos. Riscos ligados a especificações. Curvas de evolução de sistemas, complexidade e riscos de soluções balanceadas (trade off). Especificações finais com distribuição de probabilidades. Saltos tecnológicos e obsolescência. Robustez de itens da fase de anteprojeto. Prontidão à inovação. Sistemas de suporte a análise preliminar em anteprojeto. Inteligência corporativa. Matriz de Pugh. Aspectos da tomada de decisão multi-critério (AHP-QFD e combinações). SWOT. Análise baseada em graus de liberdade. Avaliação da estabilidade de processos. Noções de projeto axiomático. Sucesso e esforço como distribuição binomial. Análise de Envelope de Dados (DEA). Propriedade Intelectual e seu uso. Noções da Teoria de Opções Reais. Noções de teoria de jogos. Noções de análise de cenários. Noções sobre estratégias básicas. Redes neurais, Fuzzy Logic e sua correspondência e características. Avaliação de riscos com lógica vaga. Análise morfológica, métodos gráficos da Teoria de Restrições e mapas cognitivos lógicos. Uso de modelos de inteligência artificial. Avaliação de possíveis preços de novos produtos e potenciais spin offs via teoria de utilidade e função de perda. Importância de conhecimento de mercado para a pesquisa pública e maximização do ganho socio-econômico da pesquisa. Algumas considerações sobre tomada de decisão final de disparo de projetos.

### **Bibliografia**

EGGERT, M. *Vorentwicklungssteuerung mit Eisenhower-Portfolios: Eine Methode zur zielgerichteten Priorisierung von Innovationsvorhaben unter Ressourcenknappheit* Dipl.-Wirt.-Ing. Fakultät für Maschinenbau der Universität Paderborn. 2008.  
YAGER, R., FILEV, D.P. *Essentials of Fuzzy Modeling and Control*. Wiley. 1994.  
DIAS, M.A.G. *Opções Reais Híbridas com Aplicações em Petróleo*. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC/RJ, Brasil. 2005.  
SCHOEMAKER, P.J.H., *Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking*. Sloan Management Review, 36(2), pp.25-40, Cambridge, Mass. 1995.

- MOAYER, S., BAHRI, P. A., NOORAI, A., *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System for Generating Scenarios in Business Strategic Planning*: In IEEE International Conference on Systems, Men, and Cybernetics, Montreal, Canada. 2007.
- FREY, D. ESD.33 - Systems Engineering. MIT- Course Notes, 2004.
- HUNSCHER, D., *Rogue Wave: The Synergistic Convergence of Multiple Disruptive Technologies*, South Wind, Ltd. 2002.
- DOWNEN, T.D. *A Multi-Attribute Value Assessment Method for the Early Product Development Phase With Application to the Business Airplane Industry*. PhD Thesis, MIT, 2005.
- 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.

<b>CSE-339-4</b>	<b>Montagem, Integração e Testes de Sistemas Espaciais</b>
------------------	--

**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.

<b>CSE-407-4</b>	<b>SmallSats Mission Engineering</b>
------------------	--------------------------------------

**Elective**

**Prerequisites:** CSE-200-4 or lecturer approval upon request

**Credit Hours:** 60 hours

Introduction: CubeSat missions. Mission management and operations systems engineering. Review of Orbit Design: The orbit design process. Launch vehicles. Earth coverage. Simple delta-V budgets. Selecting orbits. Common Examples. Mission Concept: Defining a payload and a CubeSat platform. Mission Timeline: Design, production, test campaigns, launch, deployment and operations. Mechanical Design: Frameworks and structures, stress analysis, loads and stiffness, elastic instabilities, vibration, materials selection, structural analysis. Thermal Design: Thermal sources and transport mechanisms in space, thermal balance, thermal control elements, thermal design and implementation. Power Systems Design: Power generation, storage, regulation and monitoring. Harnesses and connectors, EMC, shielding and grounding, monitoring and protection. Comms and Data Handling Design: Tracking, telemetry and command systems. RF link, data handling, OBCs. Guidance, Navigation and ADCS Systems: Orbit determination and control. Attitude determination and control algorithms. Mechanisms: Mechanisms kinematics, bearings and lubrication. Motors, drives and wheels. Materials. Payload Design Production and Testing: Detailed design, production, ambient test campaign, environmental test campaign. Payload Delivery. Course project, workshops and case study.

**References**

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. 1<sup>st</sup> 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.

<b>CSE-408-4</b>	<b>Software Defined and Cognitive Radios</b>
------------------	--

**Elective**

**Prerequisites:** CSE-200-4 or lecturer approval upon request

**Credit Hours:** 60 hours

Basic components of software defined radios (SDR). Software defined radio architectures. Radio technology evolution. Transceiver architectures. Antennas and radio front-end. Multirate DSP in SDR. Direct digital synthesis (DDS). Analog to digital and digital to analog conversion. Introduction to smart antennas and baseband DSP algorithms. Antenna arrays, beamforming algorithms and architectures. Digital hardware for SDR. Software methods for SDR and the SCA. The GNU Radio Approach. Overview of the Data Stream Approach: Using a Flowgraph. Examples of GNU. Introduction to Cognitive Radio (CR). Cognitive Radio networking (CRN). CR Network Architectures. SDR Implementation and Experimentation. Spectrum Sensing. Dynamic Spectrum Access. CRN standardization efforts. Course project, workshops and case study.

## References

- 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.
- TOR 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**

<b>CSE-202-4</b>	<b>Modelagem de Sistemas Espaciais</b>
------------------	--

***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.

<b>CSE-203-4</b>	<b>Confiabilidade e Prevenção de Falhas em Sistemas Espaciais</b>
------------------	---

**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 frequência relativa de falhas e suas fases. 5) O modelo de falhas exponencial para a fase 2 e suas características:  $\lambda$ , 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.

<b>CSE-205-4</b>	<b>Materials Science and Technology</b>
------------------	---

**Elective**

**Prerequisites:** None

**Credit Hours:** 60 hours

Atomic Structure and Interatomic Bonding. The Structure of Crystalline Solids and Imperfections in Solids. Noncrystalline Solids. Atomic and ionic mobilities. Nucleation and Microstructure Developments. Phase equilibrium diagrams. Thermal treatments. Characteristics and properties of metals, ceramics, glasses, polymers, and composite materials. Mechanical, electric, thermal, magnetic, and optical properties. Corrosion and degradation of materials. Introduction to materials selection and design considerations.

**References**

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., 3<sup>th</sup> 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

<b>CSE-206-4</b>	<b>Introduction to Space Data Systems</b>
------------------	---

**Elective****Prerequisites:** None**Credit Hours:** 60 hours

Fundamentals of Data Communication and Protocols. Space avionics and main on-board data buses (Spacewire, RS-422, RS-485, MIL-1553, CAN-Bus, I2C). Fundamentals and Areas of the CCSDS (Consultative Committee for Space Data Systems): Space Internetworking Services, Mission Center Operations and Information Management Services, On-board Satellites Interface Services, Systems Engineering, Cross-Support Services), Space Link Services and their Working Groups in Progress. Software Define and Cognitive Radios. Course project and Case Study.

**References**

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.  
Technical papers in the space area and data networks.

<b>CSE-208-4</b>	<b>Introdução à Gestão de Projetos</b>
------------------	--

**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).

<b>CSE-300-4</b>	<b>Métodos e Processos na Área Espacial</b>
------------------	---

**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.

<b>CSE-310-4</b>	<b>Engenharia de Software: Desenvolvimento e Gestão</b>
------------------	---

**Eletiva**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Conceitos de software e sua importância. Ciclo de vida de desenvolvimento de software, as fases e técnicas para levantamento de requisitos. Análise, projeto e engenharia de produtos de software visando a qualidade. Conceitos de qualidade dos sistemas de software, padronização e os impactos nas empresas. Ambientes e processo de desenvolvimento/manutenção de sistemas de software para a obtenção da qualidade e da produtividade. Gestão da configuração e das versões. Gestão de projetos de software. Medições, estimativas e custos de software.

**Bibliografia**

SOMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 6ª edição Addison Wesley, 2003.  
PRESSMAN, R. S. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. Fourth Edition, McGraw Hill, Inc., 1997.  
PRESSMAN, R. S. *Engenharia de Software*, 3ª edição Makron Books 1995.  
SHOUMAN, M. L. *Software Engineering: Design, Reliability and Management*. McGraw Hill, 1983.  
Software Engineering Institute (SEI). *Capability Maturity Model® Integration (CMMISM)*, Version 1.1, Staged.  
Representation, Software Engineering Institute, August 2002. (Technical Report CMU/SEI-2002-TR-029).

Software Engineering Institute (SEI). Capability maturity model for software version 1.1. Pittsburgh:

Software Engineering Institute, Feb. 1993a. (Technical Report CMU/SEI-93-TR-24).

Software Engineering Institute (SEI). Key practices of the capability maturity model. Pittsburgh: Software.

Engineering Institute, Feb. 1993b. (Technical Report CMU/SEI-93-TR-25).

International Standard Organization (ISO) SPICE software process assessment - Part1 e Part 2 v. 1., s.l: ISO/IEC, 1995b.

SANT'ANNA, N. Um ambiente integrado para apoio ao desenvolvimento e gestão de projetos de software para sistemas de controle de satélites, N Sant'Anna, São José dos Campos: INPE, 2000 (INPE - 8306 - TDI/765).

Um guia para o PMI-BOK 2000 – Tradução Livre, disponibilizada pela Internet pelo PMI MG 2002.

PURBA, S.; SAWH, D.; SHAH, B. How to Manage a Successful Software Project - Methodologies, Techniques, tools. John Wiley and Sons Inc, 1995.

WYSOCKI, R.; BECK, R.; CRANE, D. Effective Project Management - How to Plan, Manage, and Deliver Project On Time and within Budget. John Wiley & Sons Inc, 1995.

PAGE-JONES, M. Gerenciamento de Projetos - Uma abordagem prática e estratégica no gerenciamento de projetos. McGraw-Hill, São Paulo, 1990.

ARAGON FERNANDES, A.; KUGLER, J. L. C. Gerência de Projetos de Sistemas – Uma abordagem prática. LTC - Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1989.

DE MARCO, T. Controle de Projetos de Software: Gerenciamento, Avaliação e Estimativas. Editora Campus, 1989

Artigos em Periódicos Especializados (IEEE - Software, IEEE - Engineering Management Review, IEEE - Transactions on Software Engineering, IEEE - Computer, IEEE - Internet Computing, Communications of the ACM, Transactions on Software Engineering and Methodology, Journal of System and Software (Elsevier)

<b>CSE-316-4</b>	<b>Garantia do Produto de Sistemas Espaciais I</b>
------------------	--

**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: estratégia 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](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.

<b>CSE-318-4</b>	<b>Gerenciamento de Projetos de Desenvolvimento Tecnológico com Gestão de Risco e de Inovação</b>
------------------	---

***Eletiva***

***Pré-requisito:*** não há

***Carga horária:*** 60 horas

Ferramentas clássicas e ferramentas da Teoria das Restrições de gerenciamento de projeto: prazos, recursos humanos, riscos, recursos técnicos, custo e orçamento. Caracterização de riscos no projeto. Ferramentas de apoio a tomada de decisão. Aspectos básicos da garantia de qualidade. Análise de posicionamentos. Aspectos básicos da decisão de usar ou não fornecedores externos e seus riscos. Ferramentas básicas de gestão de cadeias de suprimentos. Gestão da inovação.

**Bibliografia**

GOTESMAN. M. CIS 680 Software Project Management. (notas de aula on-line) College San Mateo.

HUNTER, J. C. O monge e o executivo – Uma história sobre a essência da liderança. Editora Sextante, 2007.

WEISINGER, H. Inteligência emocional no trabalho. Editora Objetiva, Rio de Janeiro. RJ, 1997.

GOLDRATT, E. M. Critical chain. The North River Press, Great Barrington, MA, 1998

CASEY, R.J. An Innovative Approach to Schedule Management on the F/A-22 .Major Defense Acquisition Program (MDAP): Demonstration of Critical Chain Project Management”. PhD thesis. Virginia University. 2005.

GOLDRATT, E. M; COX, J. A meta. Educator., 2ª edição, 1992.

<b>CSE-329-4</b>	<b>Sistemas e Conceitos em Operação de Satélites</b>
------------------	--

**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 rastreo: 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. 3<sup>rd</sup>. 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.

<b>CSE-343-4</b>	<b>Transdisciplinary Process Management Applied to Systems Engineering</b>
------------------	--

**Elective**

**Previous Requirements:** None

**Class Hours:** 60 hours

Fundamentals: Reference Models; Process Model Lifecycle; Process Science and Technology (PROST); Activity Cycle Diagrams (ACDs); Transdisciplinary Process Management Notation (TPMN). Problem Definition: the Design Phase of the Systems Engineering Lifecycle (Based on SEBOK/INCOSE, NASA/ECSS, and Reference Model created with both; The PROST Framework applied to the Design Phase of the Systems Engineering Lifecycle: Conceptual Modeling (Elicitation, IDEF0 Model, TPMN Model); Model Development; Project of Experiments; Execution and Analysis; Global Assessment; Holistic Review. Final Project presentation by the groups. Remarks: course evaluation is based on Course Project, developed in three phases: Phase 1: Problem Definition and Conceptual Modeling; Phase 2: Model Building, Planning and Project of Experiment, Execution and Results Analysis; Phase 3: Results Consolidation,

Final Report and Presentation by the Groups.

### **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 (*INCOSE*). *About INCOSE, 2013*. [Online]. Available from: [http://sebokwiki.org/wiki/Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge \(SEBoK\).2014.03.13](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
- Journal Articles, Conference Papers and Websites with teaching and research material about the following study areas: Model-Based Systems and Process Engineering, Project Management, Business Process Management and Systems Simulation.

<b>CSE-342-4</b>	<b>Introduction to the Space Radiation Effects on Satellites</b>
------------------	--

### **Elective**

**Prerequisites:** none

**Credit Hours:** 60 hour

Basic concepts of space radiation environment. Sources of space radiation. Effects of the radiation environment on materials, hardware systems and humans. Tools available to simulate the effects of the space environment. Categories of radiation effects: single event effects (SEE), Total Ionizing Dose (TID); and Microdose effects. Solar and cosmic event alert structures. Overview of radiation testing facilities and radiation test planning. Radiation Hardness Assurance (RHA) for Space Systems and EEE components. Introduction to the Space Environment Monitor (SEM) System.

### **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.

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

**3º PERÍODO LETIVO E SEQUINTE**

<b>CSE-209-4</b>	<b>Concepts and Practices on Verification and Validation of Space Systems</b>
------------------	---

**Elective**

**Prerequisites:** None

**Credit Hours:** 60 hours

Concepts on verification and validation (V & V). V&V processes and strategies. Philosophy of models. Selection of V&V methods, levels and stages. V&V Matrix. V&V Planning, Specifications, Procedures and Reports. V&V execution, controlling, tools and documentation. V&V practices at system, subsystem, equipment and software level. Software Verification in Space Applications. Modeling techniques for critical systems (Decision table, State transition table). Model-based tests. Analysis and test methodologies based on modelling. Techniques and criteria for test sets evaluation. Simulations for Analysis and Verification of Space Missions.

**References**

- JENS EICKHOFF . Simulating Spacecraft Systems. Springer 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.

<b>CSE-210-4</b>	<b>Processo de Desenvolvimento de Missões Espaciais</b>
------------------	---

**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.

<b>CSE-304-4</b>	<b>Simulação de Sistemas Espaciais</b>
------------------	--

#### ***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.

<b>CSE-305-4</b>	<b>Redundância e Tolerância a Falhas em Sistemas Espaciais</b>
------------------	--

#### ***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 de desempenho, 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

<b>CSE-309-4</b>	<b>Processo de Desenvolvimento de Software</b>
------------------	--

### **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.

<b>CSE-311-4</b>	<b>Modelos de Maturidade e de Melhoria de Processos de Software</b>
------------------	---

**Eletiva**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Modelos de maturidade. Histórico dos modelos. Panorama atual. Normas aplicáveis a software. O modelo CMM. O modelo CMMi. Padrões ECSS e MPS-Br.

**Bibliografia**

CHRISISS, M. B. et al. CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement. Addison-Wesley, 2003.

AHERN, D. M. et al CMMI Distilled: A Practical Introduction to Integrated Process Improvement. 2nd edition, Addison-Wesley, 2003.

MUTAFELIJA, B. et al Systematic Process Improvement Using ISO 9001:2000 and CMMI(sm). Artech House, 2003.

JUMPSTART, L. W. CMM/CMMI Software Process Improvements: Using. IEEE Software Engineering Standards, 2005.

KASSE, T. T. Practical Insight into CMMI. Artech House, 2004.

POTTER, N. S.; SAKRY, M. E. Making Process Improvement Work: A Concise Guide for Software Managers and Practitioners. Addison-Wesley, 2002.

ZAHARAN, S. Software Process Improvement: Practical Guidelines for Business Success Addison-Wesley, Published 1998, ISBN 020117782X

FLORAC, W. A. et al. Measuring the Software Process: Statistical Process Control for Software Process Improvement (The Sei Series in Software Engineering). Addison-Wesley, 1999.

SOMERVILLE, I. Engenharia de Software. 6ª edição, Addison Wesley, 2003.

PRESSMAN, R. S. Software Engineering: A Practitioner's Approach. Fourth Edition, McGraw Hill, Inc, 1997.

PRESSMAN, R. S. Engenharia de Software. 3ª edição Makron Books, 1995.

Software Engineering Institute (SEI). Capability Maturity Model® Integration (CMMISM), Version 1.1, Staged.

Representation, Software Engineering Institute, August 2002. (Technical Report CMU/SEI-2002-TR-029).

Software Engineering Institute (SEI). Capability maturity model for software version 1.1. Pittsburgh.

Software Engineering Institute, Feb. 1993a. (Technical Report CMU/SEI-93-TR-24).

Software Engineering Institute (SEI). Key practices of the capability maturity model. Pittsburgh: Software Engineering Institute, Feb. 1993b. (Technical Report CMU/SEI-93-TR-25).

International Standard Organization (ISO) SPICE software process assessment - Part1 e Part 2 v. 1., s.l: ISO/IEC, 1995b.

SANT'ANNA, N. Um ambiente integrado para apoio ao desenvolvimento e gestão de projetos de software para sistemas de controle de satélites, N Sant'Anna, São José dos Campos: INPE, 2000 (INPE - 8306 - TDI/765).

Um guia para o PMI-BOK 2000 – Tradução Livre, disponibilizada pela Internet pelo PMI MG 2002.

<b>CSE-314-4</b>	<b>Planejamento e Gestão da Qualidade</b>
------------------	---

**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.

<b>CSE-317-4</b>	<b>Garantia do Produto de Sistemas Espaciais II</b>
------------------	---

### **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: estratégica 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](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.

<b>CSE-319-4</b>	<b>Seminários em Engenharia de Sistemas Espaciais</b>
------------------	---

***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.

<b>CSE-320-4</b>	<b>Seminários em Sistemas de Bordo para Missões Espaciais</b>
------------------	---

***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.

<b>CSE-321-4</b>	<b>Seminários em Sistemas de Solo para Missões Espaciais</b>
------------------	--

***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.

<b>CSE-322-4</b>	<b>Seminários em Garantias de Missão e de Produto Espaciais</b>
------------------	---

***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.

<b>CSE-323-4</b>	<b>Seminários em Modelagem e Simulação de Sistemas Espaciais</b>
------------------	--

**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.

<b>CSE-324-4</b>	<b>Métodos Heurísticos de Busca de Soluções Inovadoras em Problemas Técnicos</b>
------------------	--

**Eletiva**

**Pré-requisito:** não há

**Carga horária:** 60 horas

Riscos de sistemas com número alto de soluções de compromisso. O papel da inovação nas empresas e órgãos públicos. Noções básicas de sistemas de interface entre área de projeto e de inovação. Os 5 níveis de dificuldade de problemas, do nível técnico básico a invenção pioneira. Estatísticas de número de tentativas para soluções de problemas via tentativa e erro. Os vários métodos heurísticos de busca de soluções inovadoras. Esforços de aprendizado necessário para o domínio de cada método heurístico. Histórico do desenvolvimento da TRIZ: Teoria da Solução Inventiva de Problemas. Estágios de desenvolvimento de sistemas. Leis de evolução de sistemas. Conceitos de contradição técnica e princípios inventivos. Definição de idealidade. Inventividade e robustez. Princípios de eliminação de contradições. Técnicas de superação da inércia mental. Método da matriz de contradição e padrões inventivos. Método das partículas. Método PPE. Método dos agentes. Método da iteração campo substância. Algoritmo de solução inventiva de problemas ARIZ. Operadores de tempo-tamanho-custo. Análise multi-nível de sistemas. Métodos de análise inversa. Inter-relação entre os métodos.

**Bibliografia**

CARVALHO, M. A. Metodologia IDEATRIZ para a Ideação de Novos Produtos. Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

CARVALHO, M. A. Modelo Prescritivo para a Solução Criativa de Problemas nas Etapas Iniciais do Desenvolvimento de Produtos. Dissertação de mestrado, Universidade federal de Santa Catarina, 1999.

KUSHARAVY, D. TRIZ - Methods and Tools. INSA Strasbourg School of Science and Technology. 2006. Notas de aula on line.

KUSHARAVY, D. TRIZ - Theoretical Grounding and Principles of TRIZ. INSA Strasbourg School of Science and Technology. 2006. Notas de aula on line.

KHOMENKO, N. ARIZ - Theory and Practice. First acquaintance. INSA Strasbourg School of Science and Technology. 2006. Notas de aula on line.

ROSSI, B; MUZI, V. An Introduction to TRIZ. Ciaotech

Arquivos do jornal internacional de TRIZ <http://www.triz-journal.com/archives>.

HIRANI, H. Design Methodology - 352. Indian Institute of Technology Delhi. Notas de aula on line.

SPELLER 2006. The Invention Machine. Computational adaptation of TRIZ, Value Engineering and the Semantic Web. Curso on line MIT. <http://stuff.mit.edu/people/thshr711/www/Computational%20adaptation%20of%20TRIZ.pdf>

<b>CSE-328-4</b>	<b>Engenharia da Qualidade de Sistemas Espaciais</b>
------------------	--

**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 GRANA, 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.

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

**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 (2<sup>nd</sup>.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.

<b>CSE-334-4</b>	<b>Seleção de Materiais para Aplicações Espaciais</b>
------------------	---

***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-Heinemann, 3<sup>th</sup> edition, 2005.

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

BUDINSKI, K.G., BUDINSKI, M.K., Engineering Materials: Properties and Selection. Prentice Hall, 9<sup>th</sup> edition, 2009.

CEBON, D., ASHBY, M.F., Case Studies in Material Selection. Butterworth-Heinemann, 1<sup>st</sup> 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, 1<sup>st</sup> edition, 2009.

PISACANE, V.I., The Space Environment and Its Effects on Space Systems (Aiaa Education Series). American Institute of Aeronautics & Astronautics, 1<sup>st</sup> 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, 9<sup>th</sup> edition, 2010.

SHACKELFORD, J.F., Introduction to Materials Science for Engineers. Prentice Hall, 7<sup>th</sup> edition, 2008.

BUDINSKI, K.G., BUDINSKI, M.K., Engineering Materials: Properties and Selection. Prentice Hall, 9<sup>th</sup> edition, 2009.

<b>CSE-337-4</b>	<b>Otimização de Projeto Multidisciplinar</b>
------------------	---

**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.

<b>CSE-340-4</b>	<b>e-Infrastructures for Science and Concurrent Engineering</b>
------------------	---

**Elective**

**Prerequisites:** None

**Credit Hours:** 60 horas

Basic concepts on e-Engineering and e-Science, Concurrent Systems Engineering, The SMAD Process - Space Mission Design and Analysis, Conceptual Systems Design, Model-Driven Engineering, SysML Systems Modeling, Systems for Concurrent Engineering, Fundamentals of Object Orientation, UML and Standards. Process Automation and BPEL - Business Process Execution Language, Introduction to Service Oriented Architectures (SOA) and Web Services. Standards, protocols and specifications. Semantics for Web Services. Key Web Services technologies: XML, WSDL, SOAP and UDDI. Frameworks, APIs and SOA development tools. Service Composition, Mash-ups. Application development. Identification and service modeling. Interoperability in Web Services, emerging specifications and tools. SOA Governance and Reuse Metrics. SOA Infrastructure (ESB - Enterprise Service Bus, Directories and Repositories etc.). Adoption in companies and market trends. Introduction to Semantic Web and Ontologies. Introduction to Cloud and Grid Computing. Standards and specifications. Applications, projects and case studies in e-Science and 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.

Related Technical papers.

<b>CSE-400-4</b>	<b>Tópicos Especiais em Engenharia de Sistemas Espaciais</b>
------------------	--

***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.

<b>CSE-401-4</b>	<b>Tópicos Especiais em Sistemas de Bordo para Missões Espaciais</b>
------------------	--

***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.

<b>CSE-402-4</b>	<b>Tópicos Especiais em Sistemas de Solo para Missões Espaciais</b>
------------------	---

***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.

<b>CSE-403-4</b>	<b>Tópicos Especiais em Garantias de Missão e de Produto Espaciais</b>
------------------	--

**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.

<b>CSE-404-4</b>	<b>Tópicos Especiais em Modelagem e Simulação de Sistemas Espaciais</b>
------------------	---

**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.

<b>CSE-406-4</b>	<b>Advanced Topics for High-Voltage Applications in Space</b>
------------------	---

**Elective**

**Prerequisites:** none

**Credit Hours:** 60 hour

Introduction: necessity and prospects for high-voltage applications in space-based systems; lasers and high power microwaves in space; alternative technologies (pulsed power); strip or parallel-plates transmission lines; transmission line transformers; stacked Blumlein transmission lines; properties of dielectric materials; dielectric ceramic composites (linear and nonlinear) for use in compact lines; spiral pulse generators; pulse compressors for laser activation; pulse compression using dielectric and magnetic materials; study of solitary wave formation on nonlinear transmission lines; prospects for radiofrequency (RF) generation using lumped LC nonlinear lines.

**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, McGrawHill, 1995. (ISBN 0-07-462286-2).

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

***Obrigatória***  
***Créditos: 0***

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

***Obrigatória***  
***Créditos: 12***

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

***Obrigatória***  
***Créditos: 0***

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

***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 .15/02/2019