

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE
SERVIÇO DE PÓS-GRADUAÇÃO**

**NOVO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E
TECNOLOGIA ESPACIAIS - PGETE**

Catálogo de Disciplinas

ANO ACADÊMICO – 2026

1. Docentes

Docentes Permanentes

[Antônio Fernando Bertachini de Almeida Prado](#), Ph. D., Univ. of Texas, 1993
[Denize Kalempa](#), Dra., UFPR, 2009
[Evaldo Jose Corat](#), Dr., ITA, 1993
[Everson Mattos](#), Dr., UFSM, 2023
[Fernando De Souza Costa](#), Ph.D., University of Michigan, 1995
[Fernando Fachini Filho](#), Dr., Universidad Politécnica de Madri, 1992
[Geilson Loureiro](#), Dr., Loughborough University, 1999
[Jognes Panasiewicz Jr](#), Dr., Institut Supérieur de L'aéronautique et de L'espace, 2022
[Jose Osvaldo Rossi](#), D.Phil., University of Oxford, 1998
[Leonel Fernando Perondi](#), D. Phil., University of Oxford, 1993
[Luiz Angelo Berni](#), Dr., UNICAMP, 1996
[Márcio Teixeira de Mendonça](#), Ph. D., Pennsylvania State University, 1997
[Maria de Fátima Mattiello Francisco](#), Dra., ITA, 2010
[Mauricio Goncalves Vieira Ferreira](#), Dr., INPE, 2001
[Mauricio Ribeiro Baldan](#), Dr., ITA, 1997
[Milton de Freitas Chagas Junior](#), Dr., ITA, 2009
[Paulo Henrique De Oliveira Rappl](#), Dr., ITA, 1998
[Rafael Lopes Costa](#), Dr., INPE, 2018
[Sérgio Luiz Mineiro](#), Dr., INPE, 2007
[Vladimir Jesus Trava Airoidi](#), Dr., ITA, 1986
[Walter Abrahao dos Santos](#), Dr., ITA, 2008

Docentes Colaboradores

[Isaias de Oliveira](#), Dr., USP, 2018
[Waldeir Amaral Vilela](#), Dr., INPE, 2010

Coordenação Acadêmica

[Leonel Fernando Perondi](#), D. Phil., University of Oxford, 1993

2. Disciplinas

Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores - CMS

CMS-200-4	Ciência dos Materiais
CMS-203-1	Seminários I
CMS-206-4	Elementos da Teoria de Erros e Tratamento Estatístico de Dados
CMS-207-4	Técnicas Experimentais em Ciência dos Materiais I
CMS-210-4	Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética
CMS-214-4	Dispositivos de Armazenamento de Energia Aplicados ao Setor Aeroespacial
CMS-306-4	Materiais Cerâmicos
CMS-307-4	Física e Química de Superfícies de Sólidos
CMS-329-4	Cinética Química
CMS-347-4	Introdução a Radiometria
CMS-404-4	Tecnologia de Filmes Finos

Sistemas Espaciais e Tecnologia Associadas - SET

SET-020-0	Elementos de Matemática
SET-021-0	Termodinâmica Clássica
SET-200-4	Mecânica Orbital
SET-201-4	Teoria de Controle Moderno
SET-203-3	Matemática I
SET-204-3	Mecânica dos Fluidos I
SET-205-3	Combustão I
SET-215-4	Modelagem e Simulação em Tempos Virtual e Real
SET-233-4	Cinemática e Dinâmica de Atitude de Satélites
SET-300-4	Mecânica Celeste I
SET-306-3	Matemática II
SET-307-3	Mecânica dos Fluidos II
SET-309-4	Mecânica Celeste II
SET-311-3	Escoamento Compressível
SET-312-3	Chamas Laminares: Chamas de Difusão
SET-314-3	Tópicos Avançados em Combustão
SET-315-3	Tópicos Avançados em Propulsão
SET-400-3	Combustão II
SET-401-3	Propulsão
SET-402-3	Teoria Cinética dos Gases
SET-404-3	Instabilidade de Escoamentos Laminares
SET-409-4	Controle Térmico de Veículos Espaciais
SET-415-3	Métodos Computacionais em Combustão e Propulsão

Engenharia de Sistemas, Qualidade e Gerenciamento de Sistemas Espaciais - SQG

SQG-201-4	Introdução à Engenharia de Sistemas Espaciais
SQG-202-4	Métodos e Processos na Área Espacial
SQG-204-4	Planejamento e Gestão da Qualidade
SQG-205-4	Engenharia de Requisitos
SQG-206-4	Garantia do Produto de Sistemas Espaciais
SQG-207-4	Engenharia da Qualidade em Sistemas Espaciais
SQG-208-4	Introdução à Gestão de Projetos
SQG-210-4	Modelagem para a Engenharia de Sistemas e MBSE

SQG-212-2	Redação e Oficina de Artigos Científicos
SQG-214-4	Processos, métodos e ferramentas de Verificação e Validação de Sistemas Espaciais
SQG-216-4	Sistemas e Conceitos em Operação de Satélites
SQG-220-4	Conceitos de Dependabilidade e Técnicas de Tolerância a Falhas em Sistemas Espaciais
SQG-302-2	Tópicos Avançados em aplicações de Alta Tensão no Espaço
SQG-304-4	Montagem, Integração e Testes de Sistemas Espaciais
SQG-306-4	Processo de Desenvolvimento de Software
SQG-308-4	Modelagem e Controle de EPS
SQG-310-4	Técnicas e Dispositivos de Modulação e Detecção Óptica
SQG-400-4	Tópicos Especiais em Engenharia de Sistemas, Gestão da Qualidade e Gestão de Projetos aplicados a Sistemas Espaciais
SQG-407-4	Engenharia de Missões de Pequenos Satélites
SQG-408-4	Rádios Definidos por Software e Rádios Cognitivos

3. Ementas

Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores – CMS

CMS-200-4 – Ciência dos Materiais I

Nível: Mestrado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas; Obrigatória.

Ementa: Estruturas atômicas e ligações interatômicas. Estruturas cristalinas e não cristalinas dos sólidos. Imperfeições em sólidos. Mobilidade atômica e iônica. Nucleação e desenvolvimento de microestruturas. Diagramas de equilíbrio de fases. Propriedades mecânicas. Propriedades térmicas. Propriedades elétricas e dielétricas. Propriedades magnéticas. Propriedades ópticas.

Bibliografia:

SHACKELFORD, J. F. Introduction to Materials Science for Engineers. Pearson Education. 9th Edition, London, U.K., 2022

CALLISTER Jr., W. D. and RETHWISCH, D. G. Materials Science and Engineering - An Introduction. John Wiley & Sons Inc., 9th Edition. Danvers-MA, USA, 2014

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

KITTEL, C. Introduction to Solid State Physics. John Wiley & Sons, Inc, Wiley India Pvt. Limited, 7th Edition, 2007.

Docentes Responsáveis: Paulo H. O. Rappl; Sergio Luiz Mineiro; Maurício R. Baldan. ✓

CMS-203-1 – Seminários I

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 1, Carga horária: 15 horas, Obrigatória.

Ementa: O curso de Seminários-I capacita alunos para fazer apresentações expositivas orais eficientes, usando slides como apoio, com vistas à disseminação de resultados científicos.

Docente Responsável: Paulo H. O. Rappl. ✓

CMS-206-4 – Elementos da Teoria de Erros e Tratamento Estatístico de Dados

Nível: Mestrado / Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas; Eletiva.

Ementa: Elementos da Teoria de Erros. Grandeza Física e Algarismos Significativos. Valor Verdadeiro, Incertezas, Tipos de Erros e sua Origem. População, amostragem, distribuição de Frequência e Histograma. Probabilidade, Distribuição e Tipos de Curvas de Distribuição. Valor Médio, Desvio Médio, Variância, Desvio Padrão e Qui-Quadrado (D2). Propagação de Erros e Covariância. Tratamento Estatístico de Dados. Método de Máxima Verossimilhança (maximum likelihood method). Método dos Mínimos

Quadrados. Ajuste de Função Linear nos Parâmetros. Regressão Linear e Polinomial. Avaliação da Qualidade de um Ajuste.

Bibliografia:

VUOLO, J.H. Fundamentos da Teoria de Erros. Edgard Blúcher Ltda, São Paulo, 2ª Edição 1996.

HELENE, O. A. M.; VANIN, V. R., Tratamento Estatístico de Dados em Física Experimental. Edgard Blúcher, Ltda. São Paulo, 1991.

BEVINGTON, Philip R.; ROBINSON, D. Keith. Data reduction and error analysis for the Physical Sciences. McGraw-Hill, New York, 2003.

Docente Responsável: Waldeir A. Vilela. ✓

CMS-207-4 – Técnicas Experimentais em Ciência dos Materiais I

Nível: Mestrado. Créditos: 4; Carga horária: 60 horas; Eletiva.

Ementa: Técnicas de difração de raios X. Microscopia eletrônica de varredura.

Espectroscopia Raman. Espectroscopia de fotoelétrons. Técnicas de espectroscopia óptica. Técnicas para caracterização de propriedades mecânicas.

Bibliografia:

KITTEL, C. Introduction to Solid State Physics. John Wiley & Sons, Inc, Wiley India Pvt. Limited, 7th Edition, 2007.

ATKINS, P ; DE PAULA, J.; KEELER, J. Physical Chemistry. Oxford University Press. Glasgow. UK, 11th Edition, 2018.

GOLDSTEIN, J.I. et al. Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis. Oxford University Press, Oxford, UK,, 3rd Edition, 2003.

CHEESCOE, D. AND; GOODSHEW, J. The Operation of Transmission and Scanning Electron Microscopes. Oxford Science Publications, Royal Microscopical Society, 1990.

CHEN, C. J. Introduction to Scanning Tunneling Microscopy. Oxford University Press, Oxford, UK, 3rd Edition, 2021.

FAIRLEY, N. Casa XPS Manual - Introduction to XPS and AES. Casa Software Ltd, 2009.

MENDES, F. M. T. Introdução à Técnica de Espectroscopia Fotoeletrônica por Raios X (XPS). Synergia Editora, 2011

CULLITY, D. B.; STOCK, S. R. Elements of X-Ray Diffraction. Pearson Education Limited. New Jersey, 3rd Edition, Essex, UK, 2014.

PECHARSKY, V. K.; ZAVALIJ, P. Y. Fundamentals of powder diffraction and structural characterization of materials. Springer New York, 2nd Edition, 2009.

BERTIN, E.P. Introduction to X-Ray Spectrometric Analysis. Plenum Press, New York, 1978.

WASEDA, Y.; MATSUBARA, E.; SHINODA, K. X-Ray diffraction crystallography: introduction, examples and solved problems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.

JENKINS, R. et al. Quantitative X-Ray Spectrometry. Marcel Dekker, Inc., New York, 1995. Metals Handbook, 9th Edition, Vol. 10, Materials Characterization. American Society for Metals, 2019.

FISCHER-CRIPPS, A. C. Nanoindentation. Springer, New York, 2013.

Artigos de periódicos especializados.

Docentes Responsáveis: Eduardo Abramof; Sérgio Luiz Mineiro; Evaldo J. Corat. ✓

CMS-210-4 – Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética

Nível: Mestrado / Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas; Eletiva.

Ementa: Estrutura de materiais absorvedores. Circuito equivalente para estruturas de materiais absorvedores, Fundamentos de Smith Chart, Fundamentos de absorção de ondas eletromagnéticas, Caracterização de um Absorvedor, Métodos de análises de um absorvedor. Estudos de caso através de artigos.

Bibliografia:

SINGH, H.; DANIEL J, E.; RAWAT, H.R.; GEORGE, R. Fundamentals of EM Design of Radar Absorbing Structures (RAS) - Springer, Singapore, 2017.

DUAN, Y.; GUAN, H. Microwave Absorbing Materials. Pan Stanford Publishing, Singapore, 2017.

KOTSUKA, Y. Electromagnetic Wave Absorbers: Detailed Theories and Applications. John Wiley & Sons, New York, USA, 2019.

Docente Responsável: Maurício R. Baldan. ✓

CMS-214-4 – Dispositivos de Armazenamento de Energia Aplicados ao Setor Aeroespacial

Nível: Mestrado / Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas; Eletiva.

Ementa: Dispositivos galvânicos utilizados como armazenadores de energia em EPS (electrical power supply)- Princípios básicos de eletroquímica aplicada dispositivos de armazenamento; Definição e aplicação; Tipos de dispositivos galvânicos; Baterias secundárias; Definição; Desenvolvimento de materiais e desafios; Aplicações, Supercapacitores; Definição; Desenvolvimento de materiais e desafios; Aplicações, Célula a Combustível; Definição; Desenvolvimento de materiais e desafios; Aplicações.

Bibliografia:

STOLTEN, D.; EMONTS, B. - Fuel Cell Science and Engineering - Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, Weinheim, Germany, 2012.

GASIK, M. - Materials for fuel cells - Woodhead Publishing Limited and CRC Press. Boca Raton, FL 33487, USA, 2008

MURPHY, D.W.; BROADHEAD, J.; STEELE, B.C.H. - Materials for Advanced batteries. Plenum Press, 2013

CONWAY, B.E.- Electrochemical Supercapacitor; Scientific Fundamentals and Technological Springer, New York, USA, 1999.

Docente Responsável: Isaías de Oliveira. ✓

CMS-306-4 – Materiais Cerâmicos

Nível: Mestrado / Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas; Eletiva.

Ementa: Importância científica e tecnológica. Estruturas cristalinas. Imperfeições estruturais. Superfícies, interfaces e contornos de grãos. Equilíbrio de fases. Desenvolvimento de microestrutura em cerâmicas. Propriedades de Cerâmicas. Conceitos gerais de processamento de cerâmicas. Caracterização de cerâmicas sinterizadas.

Bibliografia:

KINGERY, W.D.; BOWEN, H.K.; UHLMANN, D.R. Introduction to Ceramics. John Wiley & sons. New York, USA, 2nd Edition, 1999.

CARTER, C.B.; NORTON, M.G. Ceramic materials: science and engineering. Springer, New York, USA, 2nd Edition, 2013.

BARSOUM, M.W.; Fundamentals of ceramics. CRC Press, Boca Raton-FL, USA, 2019

BANSAL, N.P., BOCCACCINI, A.R. Ceramics and Composites Processing Methods, Wiley-American Ceramic Society, 1st Edition, 2012.

RAHAMAN, M.N., Ceramic Processing and Sintering, CRC Press, Boca Raton-FL, USA, 2nd Edition, 2017.

Artigos atualizados de periódicos especializados.

Docente Responsável: Sergio Luiz Mineiro; Isaías de Oliveira. ✓

CMS-307-4 – Física e Química de Superfícies de Sólidos

Nível: Mestrado / Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas; Eletiva.

Ementa: Importância científica e tecnológica. Estrutura atômica na superfície de sólidos e líquidos. Estrutura eletrônica na superfície. Tensão superficial. Termodinâmica de

sistemas com um componente. Termodinâmica de sistemas multicomponentes. Mobilidade na superfície. Adsorção física. Adsorção química. Modificação da reatividade da superfície. Interações elétron-superfície. Interações íon-superfície. Interações fônon-superfície. Superfícies internas: interfaces. Tipos de interfaces. Mecanismos de formação de interfaces definidas, diluídas e múltiplas.

Bibliografia:

HUDSON, J. B. Surface Science: An Introduction. John Wiley & Sons, New York, USA, 1998.

TURTON, R. J. The Physics of Solids. Oxford University Press, England, 2000.

PRUTTON, M. Introduction to Surface Physics, Oxford University Press, England, 2000.

LUTH, H. Surfaces and Interfaces of Solid Materials. Springer-Verlag, Germany, 2013.

SUTTON, A. P.; BALLUFFI, R. W. Interfaces in Crystalline Materials, Oxford University Press, Oxford, UK, 1997.

OHRING, M.; GALL, D.; BAKER, S.P. The Materials Science of Thin Films: Deposition and Structure. Elsevier Science & Technology Books, San Diego-CA, USA, 2015.

ADAMSON, A.W.; GAST, A.P. Physical Chemistry of Surfaces. John Wiley & Sons, New York, USA, 1997.

ALLEN, S.M.; THOMAS, E.L. The Structure of Materials, John Wiley & Sons, New York, USA, 1999.

CALLISTER Jr., W. D. and RETHWISCH, D.G., Materials Science and Engineering - An Introduction. John Wiley & Sons Inc., 9th Edition. Danvers-MA, USA, 2014.

Docente Responsável: Evaldo J. Corat. ✓

CMS-329-4 – Cinética Química

Nível: Mestrado / Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas; Eletiva.

Ementa: Ordem e molecularidade Dependência de temperatura. Termoquímica. Métodos Experimentais. Reação bimolecular e dinâmica de reação. Reações unimoleculares e de associação. Reações complexas na superfície de energia potencial. Cinética termoquímica. Termoquímica e regra de aditividade. Parâmetros de taxa de estimativa. Reações complexas: combustão, química atmosférica, cálculo de equilíbrio, modelagem cinética, cálculos eletrônicos de estrutura (Gaussian, Molpro, PSI4 codes), códigos cinéticos (Stanjan, ChemKin, Comsol)

Bibliografia:

PILLING, M. J., SEAKINS, P. W. Reaction Kinetics, Oxford Science Publications, Oxford, UK, 2nd Edition, 1996.

MIMS, C. A., SAVILLE, B. A. Introduction to Chemical Reaction Engineering and Kinetics. John Wiley & Sons, Inc., 1999.

MONCRIEF, J. W. Elements of Physical Chemistry, Addison Wesley Pub. Company, 1977.

DENBIGH, K. G. The Principles of Chemical Equilibrium: With Applications in Chemistry and Chemical Engineering, Cambridge University Press, 1981.

Docente Responsável: (?) ✓

CMS-347-4 – Introdução à Radiometria

Nível: Mestrado / Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas; Eletiva.

Ementa: Introdução aos conceitos básicos de radiometria e fotometria e suas aplicações: espectro eletromagnético, leis da radiometria e fotometria, propagação da radiação eletromagnética em sistemas ópticos, propriedades ópticas dos materiais, aberrações em sistemas ópticos, fontes de radiação, detectores de radiação e sistemas ópticos utilizados em laboratórios.

Bibliografia:

McCLUNEY, R - Introduction to Radiometry and Photometry Artech House Publishers, Norwood-MA, USA, 2014.

PALMER, J. M.; GRANT. B. G. - The Art of Radiometry. SPIE Press, 2010
Docente Responsável: Luiz Angelo Berni. ✓

CMS-404-4 – Tecnologia de Filmes Finos

Nível: Mestrado / Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas; Eletiva.

Ementa: Importância científica e tecnológica. Teoria cinética dos gases. Introdução à tecnologia de vácuo. Tipos de superfícies de substratos. Técnicas de preparação e limpeza das superfícies dos substratos. Técnicas de crescimento de filmes finos. Mecanismos de nucleação e de crescimento de filmes. Formação de interfaces. Técnicas de caracterização mecânica, química, eletroquímica e óptica de filmes.

Bibliografia:

OHRING, M.; GALL, D.; BAKER, S.P. The Materials Science of Thin Films: Deposition and Structure. Elsevier Science & Technology Books, San Diego-CA, USA, 2015.

CALLISTER Jr., W D ; ETHWISCH, D G Materials Science and Engineering - An Introduction John Wiley & Sons Inc , 9th Edition, Danvers-MA, USA, 2014

PULKER, H.K. et al., Wear and Corrosion Resistant Coatings by CVD and PVD. Expert Veriag, Suécia, 1989.

Handbook of Metals, vol. 10, 9th Edition, 1986.

Artigos selecionados de publicações especializadas.

Docente Responsável: Evaldo J. Corat; Vladimir Jesus Trava-Airold. ✓

Sistemas Espaciais e Tecnologia Associadas - SET

SET-020-0 – Elementos de Matemática

Nível: Mestrado, Créditos: 0. Carga horária: 15 horas. Eletiva.

EMENTA: Álgebra linear: matrizes, autovalores e autovetores. Equações diferenciais ordinárias: propriedades das equações lineares; soluções linearmente independentes, Wronskiano; soluções de equações com coeficientes constantes; soluções com coeficientes variáveis; método de Frobenius. Equações diferenciais parciais. Problema do valor inicial e de contorno. Equações diferenciais elípticas, parabólicas e hiperbólicas. Análise vetorial. Aplicações na mecânica dos fluidos. Gradiente, divergente e rotacional.

Bibliografia

KAPLAN, W. Advanced Calculus, 5th Ed. Addison Wesley, 2002.

WYLIE, C.R. Advanced Engineering Mathematics. Ed. McGraw-Hill, 1995.

SIMMONS, G.F. Differential Equations with Applications and Historical Notes, 3rd Ed., CRC Press, 2023.

ROSS, S.L. Differential Equations, 3rd Ed. Blasdell, 1984.

KREYSZIG, E. Advanced Engineering Mathematics, 10th Ed., Wiley, 2020.

Docente Responsável: Fernando de Souza Costa. ✓

SET-021-0 – Termodinâmica Clássica

Nível: Mestrado. Créditos: 0, Carga horária: 15 horas. Eletiva.

EMENTA: Resultados gerais da termodinâmica: leis da termodinâmica, funções termodinâmicas, potencial químico, função de Helmholtz, função de Gibbs, equações fundamentais da termodinâmica química; relações de Maxwell; Reações químicas: análise da primeira e da segunda leis com reações químicas, calor de formação, energia de combustão, combustíveis, poder calorífico, temperatura de chama adiabática. Introdução ao equilíbrio de fases e químico: equilíbrio entre duas fases de uma substância pura, equilíbrio de sistemas multi-componentes, regra das fases de Gibbs, equilíbrio químico, reações simultâneas e ionização.

Bibliografia

CENGEL, Y A ; BOLES, MA ; KANOGLU, M. Thermodynamics: An Engineering Approach. McGraw-Hill 2023.

VAN WYLEN, G ; SONNTAG, R.; BORGNAKKE, C. Fundamentals of Classical Thermodynamics Wiley, 4th Ed, 1993.

SEARS, F.W., SALINGER. G.L Thermodynamics, Kinetic Theory and Statistical Thermodynamics, 3rd Ed, Addison Wesley, 1975.

ABOTT, MM . VAN NESS. H. C. Termodinâmica, McGraw-Hill, Portugal 1992

LEVENSPIEL, O. Termodinâmica Amistosa para Engenheiros, Blucher, 2002.

Docente Responsável: Márcio Teixeira de Mendonça. ✓

SET-200-4 - Mecânica Orbital

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4, Carga horária: 60 horas. Eletiva.

EMENTA Introdução a mecânica orbital Leis de Kepler Lei da gravitação universal de Newton Problema dos dois corpos Integrais do problema de dois corpos. Solução do problema dos dois corpos Movimento elíptico Coordenadas cartesianas do movimento plano Posicionamento de satélites. Elementos keplerianos. Transformação de coordenadas. Obtenção do vetor de estado. Problema inverso. Sistemas de coordenadas inerciais e terrestres. Coordenadas horizontais. Coordenadas equatoriais. Sistema topocêntrico, coordenadas geodésicas. Sistemas de tempo. Introdução a perturbações orbitais. Campo gravitacional da Terra. Arrasto atmosférico. Órbitas especiais: geo-síncrona. geo-estacionária, sol-síncrona, Molniya, congeladas. Manobras orbitais impulsivas: Mono-impulsiva, Bi-impulsivas (Transferência de Hohmann e Bi-Eliptica), Tri-impulsiva. Extensão para manobras tridimensionais.

Bibliografia

BATE, R R.; MUELLER, D. D.; WHITE, J. E. Fundamentals of Astrodynamics. New York, NY, Dover 2nd ed., 2020.

Gurfil, P., & Seidelmann, P. K. (2016). Celestial mechanics and astrodynamics: theory and practice (Vol. 436, pp. 373-374) Berlin: Springer.

FERNANDES, S. S.; ZANARD, M. C. F. P. Fundamentos de Astronáutica e Suas Aplicações. Editora UFACS, 1a ed., 2018.

VALLADO, D. A. Fundamentals of Astrodynamics and Applications. Microcosm Press, 4th ed., 2013.

CHOBOTOV, V. A Orbital Mechanics. AIAA, 3rd ed., 2002.

PRUSSING, J. E ; CONWAY, B A Orbital Mechanics. Oxford University Press, 2nd ed., 2012.

KUGA, H. K.; CARRARA, V.; KONDAPALLI, R R Introdução à Mecânica Orbital INPE- 5615-PUD/064

PILCHOWSKI, H.; SILVA. W. C. C.; FERREIRA, L. D. D. Introdução à Mecânica Celeste. INPE-2126-RPE/350.

Docente Responsável: Antônio Fernando Bertachini de Almeida Prado. ✓

SET-201-4 – Teoria de Controle Moderno

Nível: Mestrado e Doutorado. Créditos: 4. Carga horária 60 horas. Eletiva

EMENTA: Introdução. Representação de sistemas na forma de variáveis de estado.

Solução da equação diferencial de estado de sistemas lineares. Estabilidade. Análise à transformada de sistemas invariantes no tempo. Controlabilidade. Reestruturabilidade.

Dualidade de sistemas lineares. Formas canônicas. Processos estocásticos vetoriais.

Resposta de sistemas lineares a ruído branco.

Bibliografia:

OGATA, Katsuhiko. Modern control engineering. Prentice hall, 2010.

Docente Responsável: Marcelo Lopes de Oliveira e Souza. ✓

SET-203-3 – Matemática I

Nível: Mestrado e Doutorado. Créditos: 3, Carga horária: 45 horas. Eletiva.

EMENTA: Análise vetorial: operador nabla, divergente, rotacional e gradiente. Teoremas integrais. Equações diferenciais ordinárias: equações lineares de ordem arbitrária, soluções por séries infinitas de potências, sistemas de equações de ordem 1, algumas equações e funções

especiais (de Legendre, de Bessel, etc.). Introdução à análise tensorial.

Bibliografia

POWERS, D.L. Boundary Value Problems and Partial Differential Equations, 6th Ed. Academic Press, 2009

ARFKEN, G B ; WEBER. H.J.; HARRIS. F E Mathematical Methods for Physicists: A Comprehensive Guide, 7th Ed Academic Press, 2012

WEST, A. Theory and Applications of Differential and Difference Equations. Clanrye International, 2023. SOKOLNIKOFF & REDHEFFER Mathematics of Physics and Modern Engineering. McGraw-Hill, 1966 KAPLAN, W. Advanced Calculus, 5th Ed Addison Wesley, 2002.

Docente Responsável: Márcio Teixeira de Mendonça. ✓

SET-204-3 – Mecânica dos Fluidos I

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas. Eletiva.

EMENTA: Introdução: revisão de álgebra de vetores e tensores, cinemática do campo de escoamento, relações constitutivas, propriedades de transporte, equação de estado, propriedades termodinâmicas. Equações de conservação: introdução, teorema da divergência, conservação de massa, equação da continuidade, equações de quantidade de movimento, funções de fluxo, equação da vorticidade, conservação da energia, equação da entropia, condições em fronteiras, parâmetros adimensionais. Soluções exatas das equações de conservação: introdução e classificação das soluções, soluções exatas para escoamento potencial, escoamento de Poiseuille e Couette permanente, escoamento em cilindros rotativos, escoamento em tubos. Primeiro e Segundo problemas de Stokes, problema de Couette transiente, vórtice de Lamb, escoamento transiente em tubos, soluções por similaridade, soluções em escoamento compressível. Escoamentos com baixo número de Reynolds: equações simplificadas do movimento, escoamentos ao redor de corpos, transferência de calor.

Bibliografia

WHITE, F.M., MAJDALANI, J. Viscous Fluid Flow McGraw-Hill, 2021.

ARIS, R , Vectors, Tensors, and the Basic Equations of Fluid Mechanics, Prentice-Hall, 1990.

PANTON, R. L. Incompressible Flow, 4 h Ed. Wiley. 2013.

SCHLICHTING, H ; K GERSTEN, K Boundary Layer Theory Springer, 2000. KUNDU, P K ; COHEN, I.M. Fluid Mechanics 6th Ed Academic Press, 2015. CURRIE, I.G Fundamental Mechanics of Fluids McGraw Hill, 4th Ed 2012.

Docente Responsável: Márcio Teixeira de Mendonça. ✓

SET-205-3 – Combustão I

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva.

EMENTA: Revisão de termodinâmica química: leis da termodinâmica, conservação das espécies, calores de reação, combustão e formação. Temperatura de chama adiabática. Constante de equilíbrio. Energia livres de Gibbs e Helmholtz. Revisão de cinética química: taxas de reação, equações de Arrhenius, limites de explosão: sistemas H₂-O₂ e CO-O₂. Equações de transporte para misturas de gases perfeitos com reação, formulação de Schvab-Zeldovich, condições de conservação numa interface, relações de Rankine-Hugoniot (derivação das equações, a dificuldade da região de contorno fria, detonação e deflagração). Chamas pré-misturadas: teoria de Mallard e Le Chatelier. teoria de Semenov, análise assintótica para grandes energias de ativação, velocidade de chama, auto-valores, propriedades das chamas pré-misturadas, limites de flamabilidade.

Bibliografia

URNS, S. R. An Introduction to Combustion, Concepts and Applications, 3rd Ed. McGraw- Hill, 2011. GLASSMANN, I.; YETTER. R A ; GLUMAC, N.G. Combustion, 5ª Ed Academic Press, 2014 WILLIAMS, F. A. Combustion Theory, 2nd Ed. Addison-Wesley, 2018.

LAW, C.K. Combustion Physics, Cambridge University Press, 2010.

KUO, K. K. Principles of Combustion, 2nd Ed. Wiley-Interscience, 2005.

LEWIS B.; VON ELBE, G. Combustion, Flames and Explosions of Gases, 2nd Ed. Ass. Press, 1961.

ZELDOVICH, Y. A ; BARENBLATT, G.L; LIBROVICH V .B .; MAKHVILADZE, G.M. The Mathematical Theory of Combustion and Explosions, Springer, 2011

Docente Responsável: Fernando de Souza Costa. ✓

SET-215-4 – Modelagem e Simulação em Tempos Virtual e Real

Nível: Mestrado e Doutorado. Créditos : 4. Carga horária: 60 horas. Eletiva

EMENTA: Demonstrar a importância da simulação como ferramenta de apoio ao projeto de sistemas. Oferecer técnicas fundamentais para o desenvolvimento de modelos de simulação. Apresentar a metodologia de desenvolvimento de modelos e de execução de experiências de simulação. Apresentar técnicas de cálculo numérico e sua influência nas escolhas de métodos de simulação. Obter familiaridade com o uso de modelos de simulação. Uso da Simulação na Identificação de Sistemas. Discutir os diversos tipos de simulação.

Bibliografia:

TÉCNICAS DE SIMULAÇÕES EM COMPUTADORES, Naylor T.H., Balinfy J.L., Chu K., Ed. Vozes 1971.

MODELLING AND SIMULATION, Leigh J.R., Peter Peregrinus 1983.

MATHEMATICAL MODELING & DIGITAL SIMULATION FOR ENGINEERS & SCIENTISTS, Smith J.M., Wiley 1977.

SYSTEMS SIMULATION THE ART AND SCIENCE, Shannon R.E., Prentice-Hall, 1975.

DIGITAL SIMULATION OF PHYSICAL SYSTEMS, Rosko J.S., Addison-Wesley 1972.

MODELING AND SIMULATION OF AEROSPACE VEHICLE DYNAMICS, Zipel P.H., AIAA 2000.

SYSTEM IDENTIFICATION. EIKHOFF, Prentice-Hall, 1978.

PROCESS MODELLING, ESTIMATION AND IDENTIFICATION, SEINFELD, J. H.; LAPIDUS, L. Prentice-Hall, 1985.

Docente Responsável: Waldemar Castro Leite. ✓

SET-233-4 – Cinemática e Dinâmica de Atitude de Satélites

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4, Carga horária: 60 horas, Eletiva.

EMENTA: 1) Transformação de coordenadas: noções de vetores e matrizes, vetrices, rotação entre sistemas de coordenadas, operações entre vetores e entre vetrices, diádicas. 2) Representação de atitude: matriz de cossenos diretores, ângulo e eixo de Euler, ângulos de Euler, parâmetros simétricos de Euler e quatérnions. 3) Relações da cinemática: velocidade angular, cinemática em ângulo-eixo de Euler, cinemática em ângulos de Euler, cinemática em parâmetros simétricos de Euler e quatérnions. cinemática em deslocamentos infinitesimais. 4) Tensor de inércia: centro de massa, tensor de inércia, momentos principais de inércia. 5) Dinâmica de pequenas massas. 6) Dinâmica de um corpo rígido. 7) Corpo rígido acoplado a rotores. 8) Corpo rígido acoplado a apêndices articulados. 9) Introdução ao controle de atitude em satélites.

Bibliografia

MARKLEY, F.L.; CRASSIDIS, J.L. Fundamentals of spacecraft attitude determination and control. New York, NY, Springer, 2014.

HUGHES, P C. Spacecraft attitude dynamics. Mineola, NY, Dover Publications, 2004.

Wertz, J. R. (Ed.). Spacecraft attitude determination and control. Springer Science & Business Media. 2012.

Hespanha, J. P. Linear systems theory. Princeton university press. 2015.

CHEN, C-T. Linear system theory and design. New York, NY, CBS College Publishing, 1984.

Docente Responsável: (?) ✓

SET-300-4 – Mecânica Celeste I

Nível: Mestrado e Doutorado. Créditos: 4, Carga horária: 60 horas. Eletiva.

Problema dos N corpos. Problema dos 3 corpos. Problema restrito dos 3 corpos.

Manobras assistidas por gravidade. Manobras orbitais impulsivas clássicas (Hohmann, bi-elíptica, etc.). Introdução a trajetórias Terra-Lua e interplanetárias. Introdução a manobras com empuxo contínuo.

Bibliografia

PRADO, A. F. B. A. Trajetórias Espaciais dentro da Dinâmica de Três Corpos. INPE-8037PUD/44.

SZEBEHELY, V. G. Theory of orbits. New York, NY, Academic Press, 1967.

ROY, A. E. (2020). Orbital motion. CRC Press.

DANBY, J. M. A. Fundamentals of Celestial Mechanics. Richmond, Virginia, 1988.

FERNANDES, S. D. S., & ZANARDI, M. C. F. P. S. (2018). Fundamentos de astronáutica e suas aplicações. São Bernardo do Campo, SP, Editora UFABC. Volumes 1 e 2.

Trabalhos publicados em periódicos.

Docente Responsável: Antônio Fernando Bertachini de Almeida Prado. ✓

SET-306-3 – Matemática II

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva.

EMENTA: Séries de funções numa base ortogonal: problema de Sturm-Liouville Equações diferenciais parciais. Classificação: equações elípticas, parabólicas e hiperbólicas Algumas das propriedades e soluções, principalmente por separação de variáveis, das equações de Laplace, de onda e de difusão, aplicação de transformadas de Laplace e Fourier. Introdução aos métodos numéricos.

Bibliografia

BOAS, M Mathematical Methods in the Physical Sciences, 3rd Ed., John Wiley & Sons, 2005.

ARFKEN, G.B.; WEBER, H.J.; HARRIS, F.E Mathematical Methods for Physicists: A Comprehensive Guide, 7 Ed. Academic Press. 2012.
POWERS, D.L. Boundary Value Problems and Partial Differential Equations, 6th Ed. Academic Press, 2009.
SOKOLNIKOFF & REDHEFFER Mathematics of Physics and Modern Engineering. McGraw-Hill, 1966.
KAPLAN, W. Advanced Calculus, 5th Ed. Addison Wesley, 2002.
Docente Responsável: Denize Kalempa. ✓

SET-307-3 – Mecânica dos Fluidos II

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva.

EMENTA: Camadas limites laminares: introdução, equação da camada limite, soluções exatas por similaridade, soluções aproximadas camadas limites térmicas, camada limite em convecção livre, camadas limites tri-dimensionais, camadas limites transientes. Estabilidade de escoamentos laminares: ondas em fluidos, aproximação de escoamento paralelo, teoria de estabilidade linear, efeitos paramétricos em estabilidade, transição para a turbulência. Escoamentos turbulentos incompressíveis: introdução, descrição de escoamentos turbulentos, decomposição de Reynolds, equações com médias de Reynolds, escoamento turbulento em tubos e canais, camada limite turbulenta, jatos e esteira turbulentas. Camada limite compressível: introdução, equações da camada limite compressível. soluções por similaridade.

Bibliografia

WHITE, F. M., MAJDALANI, J. Viscous Fluid Flow McGraw-Hill, 2021.
TRITTON, D. J Physical Fluid Dynamics Springer, 2013.
SCHETZ, J. Boundary Layer Analysis, AIAA Education Series, NJ, 2010.
PANTON, R. L. Incompressible Flow, 4th Ed. Wiley, 2013.
SCHLICHTING, H ; K GERSTEN, K Boundary Layer Theory Springer, 2000
KUNDU, P.K.; COHEN. I.M. Fluid Mechanics. 6th ed Academic Press, 2015.
CEBECI, T.; SMITH, A M O. Analysis of Turbulent Boundary Layers, Academic Press, 2012.
Docente Responsável: Fernando Fachini Filho. ✓

SET-309-4 – Mecânica Celeste II

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4, Carga horária: 60 horas, Eletiva.

Variação dos elementos, Equações de Lagrange e Gauss. Função perturbadora. Desenvolvimento da função perturbadora. Termos periódicos e seculares. Pequenos divisores. Perturbação de 3º corpo. Métodos de média. Expansão do potencial terrestre. Órbitas heliosíncronas. "Frozen orbits". Resíduos espaciais.

Bibliografia

PRADO, A. F. B. A. Introdução às Perturbações Orbitais e suas Aplicações. INPE-8309PUD/49.
ROY, A. E. (2020). Orbital motion. CRC Press.
DANBY, J. M. A. Fundamentals of Celestial Mechanics. Richmond, Virginia, 1988.
FERNANDES, S. D. S., & ZANARDI, M. C. F. P. S. (2018). Fundamentos de astronáutica e suas aplicações. São Bernardo do Campo, SP, Editora UFABC. Volumes 1 e 2.
Trabalhos publicados em periódicos.
Docente Responsável: Antônio Fernando Bertachini de Almeida Prado. ✓

SET-311-3 – Escoamento Compressível

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas. Eletiva.

EMENTA: Definições e conceitos fundamentais. Equações de conservação. Escoamento isentrópico. Ondas de choque normais. Ondas de choque oblíquas. Ondas de expansão. Escoamento unidimensional com atrito. Escoamento unidimensional com troca de calor. Escoamento linearizado. Método das características.

Bibliografia

SAAD, M.A. Compressible Fluid Flow. Pearson, 2a ed., 2020.

ANDERSON, J.D. Modern Compressible Flow: with Historical Perspective, 4th Ed, McGrawHill, 2020.

ZUCROW, M.J.; HOFFMAN, J.D., Gas Dynamics, Vols. I e II, Wiley. 1976.

OOSTHUIZEN, P. H., CARSCALLEN, W.E. Compressible Fluid Flow, 2nd Ed. CRC Press, 2013.

JOHN, J.E.A. Gas Dynamics, S'1 Ed. Pearson, 2006.

LIEPMANN, H.W., ROSHKO, A. Elements of Gas Dynamics. Dover, 2002.

SHAPIRO, A. H. The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Fluid Flow. Wiley India, 2017.

Docente Responsável: Fernando de Souza Costa. ✓

SET-312-3 – Chamas Laminares: Chamas de Difusão

Nível: Mestrado e Doutorado. Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva.

EMENTA: Formulação Matemática na Ciência da Combustão. Modelo Generalizado de Shvab-Zeldovich para um Combustível. Modelo Generalizado de Shvab-Zeldovich para uma mistura de Combustíveis. Modelos Assimptóticos para a Estrutura das Chamas de Difusão. Simulação Numérica de Chamas com Cinética de Reação Simplificada. Alguns Problemas Transientes.

Bibliografia

WILLIAMS, F. A. Combustion Theory 2nd Ed. Addison-Wesley, 2018.

ZELDOVICH, Y. A ; BARENBLATT, G.I.; LIBROVICH, V.B.; MAKHVILADZE, G.M. The Mathematical Theory of Combustion and Explosions Springer, 2011

GLASSMANN, I ; YETTER, R.A .; GLUMAC, N.G. Combustion, 5ª Ed Academic Press, 2014

LINÁN, A.; WILLIAMS, F. A. Fundamental Aspects of Combustion. Oxford University Press, Oxford Engineering Sciences Series 34, 1993.

CHUNG, T. J. Numerical Modeling in Combustion, Taylor & Francis, 1993.

LINÁN, A. The Asymptotic Structure of Counterflow Diffusion Flame for Large Activation Energy, Acta Astronautica, 1, 1007-1039, 1975.

CRESPO, A.; LINAN, A. Unsteady Effects in Droplet Combustion, Combustion Science and Technology, 11, 9-18, 1975.

LINÁN, A.; CRESPO, A Asymptotic Analysis of Unsteady Flames for Large Activation Energy. Combustion Science and Technology, 14, 95-117, 1976.

LINAN, A. El Papel de la Mecanica de Fluidos em los Processos de Combustion. Discurso en la Real Academia de Ciências Exactas, Físicas y Naturales, Madrid, Espanha, 1991.

Docente Responsável: Fernando Fachini Filho. ✓

SET-314-3 – Tópicos Avançados em Combustão

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva.

EMENTA: Abordam-se tópicos avançados em Combustão. Conteúdo variado, de acordo com o interesse do momento.

Bibliografia

Artigos de revistas especializadas no assunto.

Docente Responsável: Fernando de Souza Costa. ✓

SET-315-3 – Tópicos Avançados em Propulsão

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas, Eletiva.

EMENTA: Abordam-se tópicos avançados em Propulsão. Conteúdo variado, de acordo com o interesse do momento.

Bibliografia

Artigos de revistas especializadas no assunto.

Docente Responsável: Fernando de Souza Costa. ✓

SET-400-3 – Combustão II

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas. Eletiva.

EMENTA: Chamas de difusão: queima de jatos difusivos, teoria de Burke-Schumann, queima de gotas e de sprays. Queima de sólidos. Modelos computacionais simplificados de sistemas reativos. Camadas limites reativas, conceito de elementos de chama (flamelets), chamas de difusão em um ponto de estagnação, efeitos do número de Lewis em chamas difusivas. Chamas planas pré-misturadas, análise assintótica com alta energia de ativação. Escalas e regimes de combustão turbulenta em chamas pré-misturadas, mecanismos de instabilidade de chamas pré-misturadas, modelos estatísticos de chamas turbulentas.

Bibliografia

TURNER, S. R. An Introduction to Combustion, Concepts and Applications, 3rd Ed. McGraw-Hill, 2011.

GLASSMANN, I.; YETTER, R.A.; GLUMAC, N.G. Combustion, 5th Ed. Academic Press, 2014.

WILLIAMS, F. A. Combustion Theory, 2nd Ed. Addison-Wesley, 2018.

KUO, K. K. Principles of Combustion 2 Ed. Wiley 2005.

LEWIS B.; VON ELBE, G. Combustion, Flames and Explosions of Gases. 2nd Ed. Ass. Press, 1961.

ZELDOVICH, Y. A.; BARENBLATT, G.L; LIBROVICH, V.B.; MAKHVILADZE, G.M. The Mathematical Theory of Combustion and Explosions, Springer 2011.

Docente Responsável: Fernando Fachini Filho. ✓

SET-401-3 – Propulsão

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas. Eletiva.

EMENTA: Classificação dos sistemas propulsivos. Definições e fundamentos. Teoria das tuberias e relações termodinâmicas. Transferência de calor na propulsão de foguetes. Definição de missões e desempenho em vôo. Análise do desempenho dos foguetes a propulsão química. Fundamentos dos foguetes a propulsão líquida. Propelentes líquidos e sua combustão. Motores de foguetes a propelentes líquidos. Fundamentos dos foguetes a propelente sólido. Propelentes sólidos e sua combustão. Componentes dos foguetes a propelentes sólidos. Testes de foguetes.

Bibliografia

SUTTON, G.P.; BIBLARZ, O. Rocket Propulsion Elements, 9^a Ed., Wiley, 2016.

WANG, Z.G Internal Combustion Processes of Liquid Rocket Engines: Modeling and Numerical Simulations, 1^a Ed. Wiley, 2016.

MISHRA, D P. Fundamentals of Rocket Propulsion, CRC Press, 2017.

BROWN, C. D. Elements of Spacecraft Design. AIAA Education Series, 2004.

WILLIAMS, F.A.; BARRERE M.; HUANG, H.C. Fundamental Aspects of Solid Propellant Rockets. AGARDograph no 116, 1969.

BARRERE, M ; JAUMOTTE, A ; DE VEUBEKE, B. D.; VAN DEN KERCKHOVE, J
Rocket Propulsion Elsevier Publishing Company, 1960.

HUZEL, D. K.; HUANG, D. H. Modern Engineering for Design of Liquid Propellant Rocket Engines. AIAA Progress in Astronautics and Aeronautics, vol 147, 1992.

Docente Responsável: (?) ✓

SET-402-3 – Teoria Cinética dos Gases

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas. Eletiva.

EMENTA: Definições básicas. Função de distribuição. Valores médios e fluxos de grandezas extensivas. Efusão. Definição da pressão e da temperatura. Constante de Boltzmann. Número de Avogadro. Energia, entalpia e calores específicos. Estimativa do percurso livre médio e da frequência colisional. Teoria ultrasimplificada dos fenômenos de transporte. Distribuição de Maxwell. Dinâmica dos encontros entre partículas. Equação de Boltzmann. Equilíbrio e a tendência ao equilíbrio. Seção de espalhamento. Percurso livre médio e frequência colisional (abordagem perigosa). Obtenção das equações da gas-dinâmica da equação de Boltzmann. Modelo BGK.

Bibliografia

JEANS, J., An Introduction to the Kinetic Theory of Gases. Legare Street Press, 2023.

KAUZMANN, W. Kinetic Theory of Gases. Dover, 2012.

VINCENT, W.G.; KRUGER, C. H. Introduction to Physical Gas Dynamics. Krieger, 1975.

PRESENT, R. D. Kinetic Theory of Gases. McGraw-Hill, 1958. SIELAWA, J. T. Teoria Cinética dos Gases e Plasmas. Apostila ITA, 1983.

Docente Responsável: Denize Kalempa. ✓

SET-404-3 – Instabilidade de Escoamentos Laminares

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas. Eletiva.

EMENTA: Revisão de propagação de ondas. Números complexos. Conceito de instabilidade. Formulação. Classificação (convectiva e absoluta, temporal e espacial, local e global). Teoremas fundamentais (Rayleigh e Fjortoft). Equação de Rayleigh. Instabilidade de Kelvin-Helmholtz. Projeto número 1 - programa de cálculo de instabilidade invíscida. Equação de Orr-Sommerfeld e ondas de Tollmien-Schlichting. Orr-Sommerfeld tridimensional e teorema de Squires. Projeto número 2 - programa de cálculo de instabilidade de Tollmien-Schlichting. Instabilidade térmica e células de convecção de Bernard. Vórtices de Taylor - instabilidade de escoamento entre dois cilindros concêntricos. Vórtices de Görtler - instabilidade de camada limite sobre superfícies côncavas. Projeto número 2 - programa de cálculo de instabilidade sobre superfícies côncavas. Efeitos não lineares e não paralelos. Parabolized Stability Equations - PSE. Projeto número 3 - estudo de efeitos não lineares e não paralelos utilizando PSE. Transição para regime turbulento.

Bibliografia

DRAZIN, P. G.; REID, W. H. Hydrodynamic Stability, 2nd Ed. Cambridge University Press, 2004.

BETCHOV, R.; CRIMINALE, W. O. Stability of Parallel Flows. Academic Press 2012.

CHANDRASEKHAR, S. Hydrodynamic and Hydromagnetic Stability. Dover, 1981.

KOSCHMIEDER, E.L. Bernard Cells and Taylor Vortices. Cambridge University Press. 1993.

HENNINGSON, D. S.; SCHMID P. J. Stability and Transition in Shear Flows. Springer Verlag, Vol 142 - Applied Math. Sciences, 2001.

Docente Responsável: Márcio Teixeira de Mendonça

SET-409-4 – Controle Térmico de Veículos Espaciais

Nível: Mestrado e Doutorado. Créditos: 4, Carga horária: 60 horas. Eletiva.

EMENTA: Objetivos do sistema de controle térmico de naves espaciais Descrição espectral do ambiente térmico espacial Incertezas e variações da constante solar Modelo de duas bandas Propriedades óticas de superfícies especiais Conceito de emissividade no espectro infravermelho a absorvidade no espectro solar. Balanço térmico de uma estrutura no espaço no modo de um grafo. Modelos analíticos simplificados e transientes. Fator de insolação. Modelos de fluxos espectrais com reflexões da Terra e de estrutura. Cálculo de fator de forma e acoplamentos radiativos. Método de Gilbhard. Soluções de problemas com trocas radiativas e condutivas acopladas. Formulação do método nodal. Utilização dos softwares de análises térmica PCTER, SINDA e outros. Classificação de medidas de controle térmico. Classificação de dispositivos e sistemas. Superfícies seletivas e fatores de degradação. Superisolantes multicamadas (MU): otimização de efetividade, modelos térmicos anisotrópicos. Capacitor térmico com mudança de fases. Tubos de calor: Fundamentos de operação, Modelos do Chi e do Marcus, classificação. Radiadores espaciais: desenhos, otimização de massa, circuitos e sistemas com bombeamento mecânico: modelos hidráulicos - térmicos, métodos de análise de circuitos hidráulicos, análise dos métodos de controle. Circuitos com bombeamento capilar: fundamentos de operação, instabilidade, métodos de controle passivos ou ativos. Sistemas e dispositivos criogênicos; cryocoolers, elementos de Petier

Bibliografia

GILMORE, D. G., Spacecraft Thermal Control Handbook - Volume I: Fundamental Technologies, 2nd Edition, The Aerospace Press, USA, p. 836, 2002.

KARAM, R. Satellite Thermal Control for Systems Engineers. Progress in Astronautics and Aeronautics. 1998, 286 pp, ISBN 1-56347-276-7.

CHENG WENLONG, Roberto Peron. Spacecraft Thermal Control. Excelic Press LLC, 2018.

Docente Responsável: Rafael Lopes Costa. ✓

SET-415-3 – Métodos Computacionais em Combustão e Propulsão

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 3, Carga horária: 45 horas. Eletiva

EMENTA: Determinação de raízes; Integração numérica; Solução de sistemas algébricos lineares; Solução de EDOs: diferenças finitas, estabilidade, consistência e convergência, método do “shooting”; Solução de EDPs: classificação (parabólicas, elípticas e hiperbólicas), diferenças finitas: ordem, série de Taylor, erro de dispersão e dissipação, métodos implícitos e explícitos, diferenças centradas e “upwind”; Volumes finitos: métodos de volumes finitos via diferenças finitas, volume de controle centrados no nó e na célula, esquemas centrados, esquemas “upwind”; Solução de equações de Laplace e Poisson; Aplicações a equações da mecânica dos fluídos.

Bibliografia

WENDT, J.F., Computational Fluid Dynamics. Springer, 2009.

ANDERSON-JR, J.D. Computational Fluid Dynamics. The Basics with Applications. McGraw-Hill, 1995.

CHUNG, T.J. Computational Fluid Dynamics, 2nd Ed. Cambridge University Press, 2010.

FORTUNA, A.O. Técnicas Computacionais para Dinâmica dos Fluidos. Conceitos Básicos e Aplicações. Editora USP, ISBN 85-314-0526-2.
CUNHA, M.C.C. Métodos Numéricos. Editora da Unicamp, 2000.
Docente Responsável: Márcio Teixeira de Mendonça. ✓

Engenharia de Sistemas, Qualidade e Gestão de Sistemas Espaciais – SQG

SQG-201-4 – Introdução à Engenharia de Sistemas Espaciais

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas; Obrigatória.
Ementa: Motivação para a engenharia de sistemas. Conceitos básicos em sistemas. Declaração da necessidade. Análise de stakeholders. Requisitos de stakeholders. Conceitos de operação. Arquitetura operacional de sistema. Análise de missão. Conceitos básicos em requisitos. Requisitos de sistema por análise. Requisitos de sistema por projeto. Análise funcional. Arquitetura de sistemas. Projeto detalhado de sistemas.

Bibliografia:

LARSSON, W.J et al Applied space systems engineering. 1st ed MacGraw-Hill Education 2009. ISBN-10:0073408867, ISBN-13: 978-0073408866
NASA. SP6105. Systems Engineering Handbook. 2007. (disponível no site da NASA, www.nasa.gov)
BLANCHARD, B.; FABRYCKY, W Systems Engineering and Analysis 4th ed Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ, 2004
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
LOUREIRO, G.; A systems engineering and concurrent engineering framework for the integrated development of complex products. Loughborough University. 1999. PhD Thesis.

Docente Responsável: Geilson Loureiro. ✓

SQG-202-4 – Métodos e Processos na Área Espacial

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas; Obrigatória.
Ementa: 1. Introdução à produção seriada de sistemas: breve histórico, máquinas-ferramentas, metrologia, processos, integração de sistemas. 2. Organizações: características e modelos de sistema de produção: estrutura organizacional por processos. 3. Processos: definição de processo: visão sistêmica de processos. 4. Tipologia de estrutura de organizações: funcional, matricial, por projeto. 5. Operações e projetos. 6. Princípios de Engenharia de Sistemas. 7. Ciclo de vida de projetos na área espacial segundo diferentes padrões. 8. Descrição de processos implementados no ciclo de vida de projetos conforme os Padrões ECSS, NASA, PMBOK e ISO. 9. Conceitos de Gestão de Projetos: requisitos, ciclo de vida, processos de gestão. 10. Padrões de Gerenciamento de Projeto para a área espacial. 11. Padrões de Engenharia de Sistema para projetos na área espacial. 12. Padrões de Gestão da Qualidade aplicados a projetos na área espacial.

Bibliografia:

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, 6a. Ed., Philadelphia, Project Management Institute, 2017.
GIDO, J.. CLEMENTS, J.P., Gestão de Projetos, São Paulo, Thomson Learning, 2007.
JURAN, J.M., GRZYNA, F.M., BINGHAM, R.S. (editores), Quality Control Handbook. New York, McGraw-Hill, 1979.
BRITISH STANDARDS INSTITUTION, BS 6079, Part 1. Guide to Project Management, BSI

(2002).

BARBARÁ, S.(org.), Gestão por Processos: Fundamentos, Técnicas e Modelos de Implementação, 2a. Ed., Rio de Janeiro, Qualitymark, 2008.

MENEZES, L.C.M., Gestão de Projetos, 2a Ed., São Paulo. Atlas, 2008.

RABECHINI Jr. R , Carvalho, MM , Gerenciamento de Projetos na Prática, São Paulo, Atlas, 2006.

DAFT, R.L., Organizações: Teoria e Projetos. 2a Ed.. São Paulo, Cengage Learning, 2008.

KERZNER, H., Gestão de Projetos: As Melhores Práticas, 2a Ed., São Paulo, Artmed Editora (Bookman), 2008.

CARPINETTI, L.C R., MIGUEL, P.A.C., GEROLAMO, M.C., Gestão da Qualidade: ISSO 9001:2000. São Paulo. Atlas, 2009.

HASKINS, C., SYSTEMS ENGINEERING HANDBOOK, A guide for system life cycle processes and activities 4 Ed., San Diego, [SI] INCOSE, 2006.

NASA SYSTEMS ENGINEERING HANDBOOK: NASA/SP-2016-6105 Rev2, Washington, D C., National Aeronautics and Space Administration, 2016.

NASA SPACE FLIGHT PROGRAM AND PROJECT MANAGEMENT HANDBOOK, NASA Headquarters Washington, D.C. 20546. May 2022.

15288-2015 - ISO/IEC/IEEE INTERNATIONAL STANDARD - Systems and software engineering - System life cycle processes, Geneva, International Organization for Standardization - ISO, 2015.

ECSS-E-HB-11A SPACE ENGINEERING, Nordwijk, European Cooperation for Space Standardization- ECSS, 2017.

ECSS-M-ST-10C SPACE PROJECT MANAGEMENT. European Cooperation for Space Standardization- ECSS, 2009.

INTERNATIONAL AEROSPACE QUALITY GROUP. (2016). Aerospace standard: AS9100D: Quality management systems - requirements for aviation, space and defense organizations. Warrendale, PA: SAE International.

Docente Responsável: Leonel Fernando Perondi. ✓

SQG-204-4 – Planejamento e Gestão da Qualidade

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Eletiva.

Ementa: Fundamentos e práticas de gestão da qualidade aplicadas ao setor espacial.

Modelos contemporâneos de qualidade total e sua integração ao ciclo de vida de sistemas espaciais. Gestão por processos, identificação de processos críticos e melhoria contínua em ambientes de alta confiabilidade. Planejamento da qualidade em projetos espaciais, incluindo QFD, FMEA, FTA, CEP, PDCA, DMAIC e Lean Six Sigma. Qualidade na manufatura aeroespacial, integração e testes (AIT), operações de missão e serviços técnicos. Avaliação e qualificação de fornecedores, cultura de segurança, liderança e excelência operacional. Estudos de caso de falhas e sucessos em missões espaciais.

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.

JURAN, J. M.; GODFREY, A. B. *Juran's Quality Handbook*. McGraw-Hill, 1999.

WHEELWRIGHT, Steven C.; CLARK, Kim B. Revolutionizing product development: quantum leaps in speed, efficiency, and quality. Simon and Schuster, 1992.

ISO 9001:2015 – *Quality Management Systems – Requirements*.

MONTGOMERY, Douglas C. Introduction to statistical quality control. John Wiley & sons, 2020.

PYZDEK, Thomas; KELLER, Paul A. Six Sigma Handbook. McGraw Hill Professional, 2014.

NASA SYSTEMS ENGINEERING HANDBOOK: NASA/SP-2016-6105 Rev2, Washington, D C., National Aeronautics and Space Administration, 2016.

INTERNATIONAL AEROSPACE QUALITY GROUP. (2016). Aerospace standard: AS9100D: Quality management systems - requirements for aviation, space and defense organizations. Warrendale, PA: SAE International.

Docente Responsável: Leonel Fernando Perondi. ✓

SQG-205-4 – Engenharia de Requisitos

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Eletiva.

Ementa: 1) Introdução à Engenharia de Requisitos. Conceito de partes interessadas. 2) Identificação de necessidades de partes interessadas.

Conceito de operações e Identificação ampla de partes interessadas. 3) Transformando necessidades em requisitos. Classificação e contextualização de requisitos. 4) A estrutura de um requisito. Características da redação de um requisito: não ambiguidade, rastreabilidade e verificabilidade. Validação de requisitos junto a partes interessadas. A gestão de requisitos. 5) A Engenharia de Requisitos em um projeto. 6) A gestão de requisitos e o controle de configuração. Requisitos como itens críticos em um projeto. 7) Modelagem de sistemas para a Engenharia de Requisitos. 8) Rastreabilidade avançada. 11) Aspectos gerenciais da Engenharia de Requisitos. 12) Ferramentas para a gestão de requisitos.

Bibliografia:

SECRETARIAT, ECSS. (2009). ECSS-E-ST-10-06C, Technical requirements specification.

EFREMOV, A. A.. & GAYDAMAKA, K.I. (2019, September). INCOSE guide for writing requirements. Translation experience, adaptation perspectives. In Proceedings of the CEUR Workshop Proceedings, Como, Italy (pp. 9-11).

ALEXANDER, I. F., STEVENS. R Whiting 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

Docente Responsável: Geilson Loureiro. ✓

SQG-206-4 – Garantia do Produto de Sistemas Espaciais

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Eletiva.

Ementa: 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. Análises críticas de projeto (design review). Garantia da qualidade de software. Garantia do produto na fase de projeto e Desenvolvimento; - Engenharia de Confiabilidade; - Avaliação da de segurança Engenharia de Manutenibilidade Garantia da qualidade de suprimento. Tradeoffs de projeto. Processo de qualificação. Processamento de não conformidades Garantia do produto na fase de fabricação: Garantia e controle da

qualidade. Processamento da não-conformidades.

Bibliografia:

CARRUBBA, E.; GORDON, R. Product assurance principles: integrating design assurance and quality assurance. [S.l.]: McGraw-Hill, 1988.

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.

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)

Docente Responsável: Leonel Fernando Perondi. ✓

SQG-207-4 – Engenharia da Qualidade em Sistemas Espaciais

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Eletiva.

Ementa: 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 GRZYNA, 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.

Docente Responsável: Leonel Fernando Perondi. ✓

SQG-208-4 – Introdução à Gestão de Projetos I

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Obrigatória.

Ementa: 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, datas 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, Managing Engineering, Construction and Manufacturing Projects Oxford, Elsevier, 2006. 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, 6th ed. Philadelphia, Project Management Institute, 2017.

GIDO, J., CLEMENTS. J P, Gestão de Projetos, São Paulo, Thomson Learning, 2007. (ISBN 978-85-221-0555-7).

JURAN, J.M, GRYNA, 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.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION, BS 6079, Project Management Principles and Guidance (2019).

Docente Responsável: Milton de Freitas Chagas Junior. ✓

SQG-210-4 – Modelagem para a engenharia de sistemas e MBSE

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Eletiva.

Ementa: Modelos. Modelagem descritiva. Análise estruturada e projeto. UML (Linguagem de modelagem unificada). SysML (Linguagem de modelagem de sistemas). Ferramentas de engenharia de sistemas baseada em modelos. Ferramentas de gestão do ciclo de vida de sistemas. Engenharia de sistemas baseada em modelos na NASA, na ESA e no INPE.

Bibliografia:

MB4SE- Model Based for System Engineering - Conteúdo online disponível em:

https://mb4se.esa.int/MB4SE_Home.html. Acessado em: 2022-05-26.

WHAT IS SYSML? - Conteúdo online disponível em:

<https://www.omg.sysml.org/index.htm>. Acessado em: 2022-05-26.

SysML and the On-going SysML v2 Evolution - Presentation in 7th International Systems & Concurrent Engineering for Space Applications Conference (SECESA), Madrid, Spain, 2016. Disponível em <https://indico.esa.int/event/310/timetable/>. Acessado 2022-05-11.

J.L.VOIRIN, S. BONNET, D EXERTIER, V. NORMAND - Simplifying (and enriching) SysML to perform functional analysis and model instances - 26th Annual INCOSE International Symposium (IS 2016), Edinburgh, Scotland, UK, July 18-21, 2016- Thales Alenia Space.- Disponível

em: https://d0wnl0ad.eclipse.org//capella/publis/INCOSE_Capella_SysML_paper.pdf.

Acessado em: 2022-05-05.

YOURDON, E. Modern structured analysis. Prentice Hall 1988. ISBN-10: 0135986249, ISBN-13: 978-0135986240.

HATLEY. D J. & Pirbhai, I.A Strategies for real-time system specification. Dorset House. 1988. ISBN-10: 0932633110, ISBN-13: 978-0932633118.

HATLEY, D, HRUSCHKA, P & PIRBHAI, I. Process for system architecture and requirements engineering Dorset House 2000. ISBN-10: 09232633412, ISBN-13: 978-932633415.

WEILKIENS, T. Systems engineering with SysML/UML: modeling, analysis, design (The MK/OMG Press) Morgan Kauffmann, 2008.

FRIEDENTHAL, S. et al A practical guide to SysML: the systems modeling language, 3rd edition, Morgan Kaufmann. 2014 ISBN-10: 0128002026, ISBN-13: 978-0128002025.

FRIEDENTHAL, S & OSTER, C.. Architecting spacecraft with SysML: a model-based systems engineering approach. CreateSpace Independent Publishing Platform. 2017 ISBN-10: 1544288069, ISBN-13: 978-1544288062.

J. WHITEHOUSE - MBSE at ESA: State of MBSE in ESA Missions and Activities presentation at MBSE2021 Conference - 29/09/2021 - Conteúdo online disponível em: <https://indico.esa.int/event/386Aimetable/> .Acessado em: 2022-05-26.

FISCHER, P.M., LUDTKE, D., LANGE. C. et al. Implementing model-based system engineering for the whole lifecycle of a spacecraft. CEAS Space J 9, 351-365 (2017). <https://doi.org/10.1007/s12567-017-0166-4>.

C. COELHO, L LICA , K SCHNEIDER, S. JAHNKE, R BENVENUTO, L PANITZSCH, A.G. FERNANDEZ - Towards a MBSE Best Practices Book for Space Projects - 1CGI Deutschland B V & Co. KG Mornewegstr 30. 64293 Darmstadt, Germany - 2 OHB System AG Universitätsallee 27-29, D-28359 Bremen, Germany- 3, European Space Agency – ESA, Keplerlaan 1.2201AZ Noordwijk, Netherlands Conteúdo online disponível em: <https://indico.esa.int/event/386/timetable/>

B.G. RODRÍGUEZ, F CATALIN-GREC. First lessons learned from adopting a Model-Based System Engineering approach in early phases of complex satellite systems -- Presentation at MBSE2021 Conference - 29/09/2021 - Conteúdo online disponível em: <https://indico.esa.int/event/386/timetable/>. Acessado em: 2022-05-26.

ARCADIA Datasheet - Um Método Embutido na Ferramenta - Conteúdo online disponível em: <https://www.eclipse.org/capella/arcadia.html>. Acessado em: 2022-05-26

The spirit of Arcadia and Capella in 7 minutes - Eclipse Capella - Open Source MBSE Solution. Video online disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BtzhIZUaWA8>

Equivalences and Differences Between SysML and Arcadia/Capella- Conteúdo online disponível em: https://www.eclipse.org/capella/arcadia_capella_sysml_tool.html. Acessado em: 2022-06-05.

Docente Responsável: Geilson Loureiro. ✓

SQG-212-2 – Redação e Oficina de Artigos Científicos

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Obrigatória.

Ementa: 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.
Docente Responsável: Maurício Gonçalves Vieira Ferreira. ✓

SQG-214-4 – Processos, métodos e ferramentas de Verificação e Validação de Sistemas Espaciais

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Eletiva.

Ementa: Conceito de Verificação e Validação na Engenharia de Sistemas espaciais. Atividades de V&V realizadas no ciclo de vida de uma missão espacial. Processos de V&V preconizados nas normas da NASA e ECSS para as fases de concepção de missão, projeto, desenvolvimento, operação e manutenção. Uso de modelos, métodos e técnicas de V&V. Ferramentas e Artefatos de projeto entregáveis nas Revisões e Testes do sistema alvo de desenvolvimento. Aplicação de abordagens de teste baseado em modelos, MBT (Model-based Testing), como apoio aos processos de V&V. Aplicação dos conceitos de V&V em um estudo de caso de satélite educacional Cubesat.

Bibliografia:

DSM v25.1 e-handout- <https://fliphtml5.com/gzfg/pgpz> Published by jsellers, 2020-01-26 21:07:58

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). (2013) "NASA PROCEDURAL REQUIREMENTS - NPR 7123.1B Systems Engineering Processes and Requirements". Washington, DC.

SURVEY OF VERIFICATION AND VALIDATION TECHNIQUES FOR SMALL SATELLITE SOFTWARE DEVELOPMENT - Stephen A. Jacklin NASA Ames Research Center Presented at the 2015 Space Tech Expo Conference May 19-21, Long Beach, CA

EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION, "SECSS-E-ST-10C: Space eng. - System eng. general requirements," ECSS, Active Standards, 2017.

NASA, NASA System Engineering Handbook Revision 2. NASA Headquarters, 2016.

C. VENTUNNI, B BRAUN, D. HINKLEY, AND G. BERG, "Improving mission success of cubesats," 2018.

J. EICKHOFF, R HENDRICKS, AND J. FLEMMIG, "Model based development and verification environment," in 54th Int. Astronautical Cong, of the Int. Astronautical Fed. (IAF), vol. 3 AIAA, dec 2003, pp. 1275-1285.

Docente Responsável: Marta de Fátima Mattiello Francisco. ✓

SQG-216-4 – Sistemas e Conceitos em Operação de Satélites

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Eletiva.

Ementa: Conceito dos elementos de solo que apoiam a operação de satélites em órbita: centro de controle, estações terrenas, centros de missões, rede de comunicação de dados e protocolos padrões. Processos da Engenharia do Segmento Solo de missões espaciais e da Engenharia de Operação. Arquitetura de referência para sistemas de dados espaciais. Sistemas Intensivos em Software: 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, simuladores operacionais. Conceitos relacionados a estações terrenas: transmissão e recepção de dados de um satélite em rádio frequência, métodos de rastreamento: medidas de distância (ranging), medidas de velocidade (rangerate), 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 do Segmento Solo associadas ao Conceito de Operação (ConOps) da missão especificado, com foco na operação das cargas úteis a bordo da missão espacial (Payload Control Center/Mission Exploration Center) e recepção dos dados: controle de cargas úteis, armazenamento e disseminação dos dados fim da missão, aplicações para os usuários.

Bibliografia:

- WERTZ, J. R.; LARSON, W. J. (editors) Space Mission Analysis and Design. 3rd ed Microcosm Press, New York, 1999 (ISBN.: 1881883108).
- 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
- WERTZ, J. R., EVERETT. D.F., PUSCHELL. J.P. Space Mission Engineering: The New SMAD Microcosm Press. Inc. 1st. Edition, 2011.
- SMITH, R .R., SCHIMMEL, K . A ., LOCK, P.D., VALERIO, C.P. (2014) "A Model- Based Approach to Developing Your Mission Operation System ". In: Proceedings International Conference on Space Operations, Pasadena, CA . Proceeding's URL: <http://arc.aiaa.org/doi/pdf/10.2514/6.2014-1793> Acesso em: 10 de dez de 2019.
- Docente Responsável: Maria de Fátima Mattiello Francisco. ✓

SQG-220-4 Conceitos de Dependabilidade e Técnicas de Tolerância a Falhas em Sistemas Espaciais

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Eletiva.

Ementa: Fundamentos de dependabilidade aplicados a sistemas espaciais: confiabilidade, disponibilidade, segurança e manutenibilidade. Modelos e modos de falha em ambiente espacial. Técnicas de tolerância a falhas em hardware, software e sistemas embarcados. Arquiteturas redundantes, hardening e mitigação de efeitos de radiação. Estratégias de FDIR (Fault Detection, Isolation and Recovery). Métodos de análise de dependabilidade (FMEA/FMECA, FTA, RBD, modelos estocásticos). Estudo de casos de falhas em missões espaciais e tecnologias emergentes para sistemas robustos e resilientes.

Bibliografia

- AVIZIENIS, A.; LAPRIE, J.-C.; RANDELL, B.; LANDWEHR, C. Basic Concepts and Taxonomy of Dependable and Secure Computing. IEEE TDSC, 2004.
- LAPRIE, J.-C. (Ed.). Dependability: Basic Concepts and Terminology. Springer, 1992.
- KOREN, I.; KRISHNA, C. Fault-Tolerant Systems. Morgan Kaufmann, 2007.
- NASA. Fault Management Handbook (NASA-HDBK-1002).
- ECSS. Space Engineering: Dependability (ECSS-Q-ST-30C).
- Docente Responsável: Maria de Fátima Mattiello Francisco. ✓

SQG-302-4 – Tópicos Avançados em Aplicações de Alta Tensão no Espaço

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Eletiva.

Ementa: 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 Blumleins); Propriedades de Materiais Dielétricos; Compostos Dielétricos Cerâmicos para Uso em Linhas Compactas; Estudos de Formação de Ondas solitárias em Linhas Não Lineares; Geração de RF Usando Linhas Giromagnéticas; Prospectos de Geração de RF Empregando Linhas LC Dispersivas e Giromagnéticas

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)
Docente Responsável: José Osvaldo Rossi. ✓

SQG-304-4 – Montagem, Integração e Testes de Sistemas Espaciais

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Eletiva.

Ementa: 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 Equipamentos e 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 Checkout) 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. 9
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.
SILVA, A C. Desenvolvimento integrado de sistemas espaciais- design for AIT - processo para montagem, integração e testes de satélites. ITA. 2011. Tese de doutorado

BURGER, E. E . A conceptual MBSE framework for satellite AIT planning. INPE. 2018. Tese de doutorado.

BURGER, E.E. Proposta de método para AIT de pico e nanossatélites. INPE. 2014. Dissertação de mestrado.

VENTICINQUE, G. Engenharia de sistemas aplicada ao desenvolvimento do equipamento de suporte em terra- GSE. INPE. 2017. Dissertação de mestrado

Docente Responsável: Geílson Loureiro. ✓

SQG-306-4 – Processo de Desenvolvimento de Software

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Eletiva.

Ementa: 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.

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

FAIRLEY, R. E. Software Engineering Concepts, USA ; McGraw-Hill, 1985. 364p

FURLAN, J D Modelagem de Objetos através da UML, Makron Books, 1998

HUMPREY, W. S. A Discipline for Software Engineering. Addison-Wesley Publishing Company, 1995

MARTIN, J Principles of object-oriented analysis and design. Prentice Hall, 1993.

Docente Responsável: Maurício Gonçalves Vieira Ferreira. ✓

SQG-308-4 – Modelagem e Controle de EPS

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Eletiva.

Ementa: 1.1- O que é um conversor estático de potência 1.2- Por que devemos controlar um conversor estático 1.3- Por que precisamos modelar o sistema 1 4- Tipos de modelos 2.1- Modelo dinâmico ou modelo CA 2.1.1- Conceitos fundamentais 2.2- Principais técnicas de modelagem 2.2.1- Modelo médio por espaço de estados 2.2.2- Modelo médio da chave PWM 2.3- Funções de transferência 2 4- Conceitos relativos a polos e zeros 2.5- Zeros no semiplano direito 2.6- Modelo em coordenadas abc, (), dqO

2.7- Modelo do modulador por largura de pulso 3.1- Ferramentas de análise e projeto de sistemas de controle 3.1.1- Análise temporal: regime permanente e transitório 3.1.2- Lugar das raízes 3.1.3- Diagrama de Bode 3.2- Controle clássico de conversores estáticos 3.2.1- Efeitos da realimentação 3.2.2- Ações básicas de controle 3.2.3- Projeto de compensadores 3.3- Descrição do sistema de controle 3.4 - Malha de corrente 3.5- Malha de tensão 4.1- Projeto de PID 4.2- Projeto usando o princípio do modelo interno 4.2.1- Projeto de ressonantes.

Bibliografia:

ERICKSON R. W, MAKSIMOVIC D., "Fundamentals of Power Electronics", Springer; 3rd 2020.

J. G. KASSAKIAN, M. F. SCHLECHT, G. C. VERGHESE, "Principles of Power Electronics", Cambridge University Press; 2nd Revised, 2023.

HOLMES, D. G., LIPO, T. A., Pulse Width Modulation for Power Converters, IEEE Press Series on Power Engineering, Wiley-Interscience, 2003.

SKVARENINA T. L.. The Power Electronics Handbook, CRC Press, 2001.

MOHAN N., UNDELAND, T. M., ROBBINS, W. P., Power Electronics: Converters, Applications and Design, 3rd edition, Ed. John Wiley & Sons, 2002.

Docente Responsável: Everson Mattos. ✓

SQG-310-4 – Técnicas e Dispositivos de Modulação e Detecção Óptica

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Eletiva.

Ementa: Princípios de fontes laser; Modulação direta de intensidade óptica; Modulação externa de fase óptica; Moduladores interferométricos e por absorção; Modulação externa digital e analógica; Análise de sinais ópticos modulados em fase e intensidade; Detecção direta; Detecção balanceada: Detecção Coerente; Análise de sinais fotodetectados.

Bibliografia:

WILLIAN S. CHANG, RF, photonics technology in optical fiber links. Ed. Cambridge, 2002.

CHARLES H. COX, Analog Optical Links: theory and practice, Ed Cambridge, 2004.

VINCENT J. URICK, JANSON D MCKINNEY, KEITH J. WILLIAMS, Fundamentals of microwave photonics, Ed Wiley, 2015.

LE NGUYEN BINH, Digital optical communications. CRC press, 2008.

Docente Responsável: Jognes Panasiewicz Jr. ✓

SQG-400-4 – Tópicos Especiais em Engenharia de Sistemas. Qualidade e Gestão de Projetos aplicados a Sistemas Espaciais

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Eletiva.

Ementa: Tópicos avançados com conteúdo de interesse em Engenharia de Sistemas, Gestão da Qualidade e Gestão de Projetos aplicados a Sistemas Espaciais.

Bibliografia:

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

Docente Responsável: Leonel Fernando Perondi. ✓

SQG-407-4 – Engenharia de Missões de Pequenos Satélites

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Eletiva.

Ementa: 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.

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.

Docente Responsável: Walter Abrahao dos Santos. ✓

SQG-408-4 – Rádios Definidos por Software e Rádios Cognitivos

Nível: Mestrado e Doutorado, Créditos: 4; Carga horária: 60 horas. Eletiva.

Ementa: Basic components of software defined radios (SDR). Software defined radio architecture. 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 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.

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 ULVERSOY, "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. BATLAMA, 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.

Axell, E., Leus, G., Larsson, E. G., & Poor, H. V. (2012). Spectrum sensing for cognitive radio: State-of-the-art and recent advances. IEEE signal processing magazine, 29(3), 101-116.

CCSDS, General Documents, [http //public.ccsds.org/ publications/default.aspx](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

Docente Responsável: Walter Abrahão dos Santos. ✓

Catálogo aprovado pelo CPG em 11/02/2026.