



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM101 - METODOLOGIA CIENTÍFICA, INOVAÇÃO E
PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

Módulo: **MDO**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Parte I: Estudo do método científico e suas aplicações; Fundamentos epistemológicos e operacionais da pesquisa científica: métodos, técnicas e ferramentas da pesquisa multidisciplinar; Metodologias Qualitativas e Quantitativas; Procedimentos e etapas necessárias à elaboração de projetos de pesquisa e seu desenvolvimento.

Parte II: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Os interesses da indústria e os problemas em pesquisa científica. O Secreto e o Público em Pesquisa: Confidencialidade e outras precauções. Como promover inovação em pesquisa. Estratégias para a Inovação.

Parte III: Propriedade Industrial: Legislação Brasileira e tratados internacionais. Histórico da Propriedade Industrial. Fundamentos de propriedade industrial: objetivos e limitações. Distinção entre Propriedade Intelectual e Industrial. Estrutura do INPI e seu papel na proteção à Propriedade Industrial no Brasil e os principais escritórios internacionais. Patentes. Desenhos Industriais. Marcas, sinais distintivos e registráveis. Softwares, a proteção técnica e do sistema. Concorrência Desleal. A Lei do Bem (Lei Nº 10.973/2004) e sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e suas implicações. A propriedade Industrial na Mineração. Ferramentas de prospecção tecnológica e estratégias de monitoramento tecnológico. Transferência de Tecnologia.

BIBLIOGRAFIA:

1. BARBOSA, D. B. Uma introdução à Propriedade Intelectual. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 1997.
2. SOUZA, Paulo. Innovation in Industrial Research. CSIRO PUBLISHING, 2010.
3. CHRISTENSEN, C. M.; OVERDORF, M.; MACMILLAN, I. C.; MCGRATH, R.; THOMKE, S. *Harvard business review on innovation*. Harvard Business Press, 2001.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



4. MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de Metodologia Científica. Atlas, 2010.
5. MECRINA, F. L., Scientific Integrity: Text and Cases in Responsible Conduct of Research. 3. ed. Washington: ASM Press, 2005.
6. OLIVEIRA, M. L. Propriedade Industrial: o âmbito de proteção à marca registrada. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2000.
7. TIDD, Joe; BESSANT, John; PAVITT, Keith. Gestão da Inovação. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
8. WOLPERT, John D. Breaking out of the innovation box. **Harvard Business Review**, v. 80, n. 8, p. 76-83, 148, 2002.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM103 - SEMINÁRIO**

Módulo: **MDO**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **15 horas**

Créditos: **1 (um)**

EMENTA:

Esta disciplina constitui na elaboração de um plano de trabalho, acompanhado de uma apresentação oral sobre o tema da pesquisa que será desenvolvida durante o mestrado. Deverá constar uma definição clara dos problemas a serem investigados, fundamentados em levantamento bibliográfico recente, métodos de investigação propostos e cronograma de execução, compatível com o programa. Um conceito (nota) será concedido pela comissão de avaliação do seminário.

BIBLIOGRAFIA:

1. DE AZEVEDO, I.B. O prazer da produção científica: diretrizes para a elaboração de trabalhos acadêmicos. 8. ed. São Paulo: Editora Prazer de ler, 2000.
2. ECO, U. Como se faz uma tese. 14. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 1998.
3. HÜBNER, M.M. Guia para elaboração de monografias e projetos de dissertação de mestrado e doutorado. São Paulo: Editora Pioneira/Mackenzie, 1999.
4. HÜBNER, Maria Martha. Guia para elaboração de monografias e projetos de dissertação de mestrado e doutorado. Cengage Learning Editores, 1998.
5. MATIAS-PEREIRA, José. Manual de metodologia da pesquisa científica. Atlas, 2010.
6. MENDES, Gildásio. Como fazer monografia na prática. FGV Editora, 2003.
7. MÜLEER, M.S.; CORNELSEN, J.M. Normas e padrões para teses, dissertações e monografias. 2. ed. Londrina: Editora UEL, 1999.
8. SEVERINO, A. J. Metodologia do trabalho científico. 21. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2000.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM104 – PESQUISA ORIENTADA**

Módulo: **MDO**

Pré-requisito: **Disciplinas do primeiro ano (8 disciplinas / 24 créditos)**

Carga Horária: **15 horas**

Créditos: **1 (um)**

EMENTA:

Esta disciplina tem como objetivo fornecer os elementos necessários à elaboração da dissertação de mestrado. Constará de seminários de apresentação e discussão de trabalhos, cuja programação será elaborada pelos professores orientadores. Durante a disciplina, o aluno deverá apresentar relatórios de suas atividades, juntamente com o parecer do orientador, de acordo com o calendário do Programa.

BIBLIOGRAFIA:

1. BASTOS, Lilia da Rocha; PAIXÃO, L.; FERNANDES, L. M.; DELUIZ, N. Manual para elaboração de projetos e relatórios de pesquisas, teses, dissertações e monografias. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
2. CRUZ, Carla; RIBEIRO, Uirá. **Metodologia científica: teoria e prática**. Axcel Books do Brasil, 2003.
3. AZEVEDO, Israel Belo de. O prazer da produção científica: diretrizes para a elaboração de trabalhos científicos. **São Paulo: Editora prazer de ler**, 2004.
4. HÜBNER, Maria Martha. Guia para elaboração de monografias e projetos de dissertação de mestrado e doutorado. Cengage Learning Editores, 1998.
5. MATIAS-PEREIRA, José. Manual de metodologia da pesquisa científica. Atlas, 2010.
6. MENDES, Gildásio. Como fazer monografia na prática. FGV Editora, 2003.
7. MÜLEER, M.S.; CORNELSEN, J.M. Normas e padrões para teses, dissertações e monografias. 2. ed. Londrina: Editora UEL, 1999.
8. SEVERINO, A. J. Metodologia do trabalho científico. 21. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2000.



Disciplina: **CAM202 - MÉTODOS ESTATÍSTICOS**
Módulo: **MDC** Pré-requisito: **Não tem**
Carga Horária: **45 horas** Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Introdução. Testes de significância. Contrastes. Análise de Variância. Procedimento para comparações múltiplas. Delineamentos experimentais. Experimentos fatoriais. Experimentos em parcelas subdivididas. Modelos de regressão linear e polinomial.

BIBLIOGRAFIA:

1. DEVORE, Jay. Probability and Statistics for Engineering and the Sciences. 8. ed. Cengage Learning, 2011.
2. FONSECA, J.S.; MARTINS, G. de A. Curso de Estatística. 4. ed. São Paulo, Atlas, 1993.
3. HOFFMANN, Rodolfo; VIEIRA, Sônia. Análise de regressão: uma introdução à econometria. **São Paulo**, 1998.
4. NAVIDI, William Cyrus. Statistics for engineers and scientists. 3. ed. McGraw-Hill Higher Education, 2008.
5. NETER, J.; KUTNER, M. H.; NACHTSHEIM, C.J.; WASSERMAN, W. Applied linear models. 4 ed. Chicago: Irwin, 1996.
6. PETERS, W. S.; SUMMER, G.W. Análise estatística e processo decisório. 2. ed. Tradução de Nathanael C. Caxeiro. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1998.
7. SNEDECOR, G.W.; COCHIRAN, W.G. Métodos estatísticos. 6. ed., Tradução de J. A. Fuller México. Companhia Editora Continental S.A., 1981.
8. SPIEGEL, M.R. Estatística: Resumo da Teoria, 875 problemas resolvidos, 619 problemas propostos. Tradução de Pedro Consetino. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1987.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM203 - PRINCÍPIOS DE ELETRÔNICA ANALÓGICA E DIGITAL**
Módulo: **MDC** Pré-requisito: **Não tem**
Carga Horária: **45 horas** Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Física dos Semicondutores; Diodos Semicondutores: Junção PN, Circuitos com Diodos, Diodos Zener e Outros tipos de diodos; Transistores Bipolares: Características, Polarização; Operação como Amplificador; Transistores de Efeito de Campo: Características; Polarização; Operação como Amplificador; Amplificadores Operacionais: Configurações Básicas; Circuitos com Amplificadores Operacionais. Linguagens de descrição de hardware. Blocos lógicos fundamentais (portas, flip-flop, contadores, registradores, PLA). Expressões lógicas e minimização. Circuitos combinatórios. Circuitos sequenciais. Conversores analógico-digital e digital-analógico.

BIBLIOGRAFIA:

1. BOYLESTAD, R.; NASHELSKY, L. Dispositivos Eletrônicos e teoria de circuitos. 11. ed. PHB do Brasil, 2013.
2. MALVINO, ALBERT; BATES, DAVID J. **Eletrônica – Volume 1**. MCGRAW HILL BRASIL, 2011.
3. MALVINO, ALBERT; BATES, DAVID J. **Eletrônica – Volume 2**. AMGH Editora, 2009.
4. CAPUANO, Francisco Gabriel; IDOETA, Ivan Valeije. Elementos de eletrônica digital. 3ª Ed. Érica, 2000.
5. COFFMAN, Ken. Real world FPGA design with Verilog. Pearson Education, 1999.
6. ERCEGOVAC, Milos Dragutin; LANG, Tomas; MORENO, Jaime H. **Introdução aos sistemas digitais**. Bookman, 2000.
7. MILLMAN, J.; HALKIAS, C.C. Eletrônica, Dispositivos e Circuitos – Volumes I e II, McGraw Hill, 1981.
8. SEDRA, A. S. SMITH, K. C. Microelectronic circuits. 4. ed. Oxford University Press, 1998.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM205 - PROGRAMAÇÃO APLICADA À MINERAÇÃO**
Módulo: **MDC** Pré-requisito: **Não tem**
Carga Horária: **45 horas** Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Conceitos básicos de programação: valores e expressões de tipos primitivos, variáveis, comando de atribuição, comandos de controle de fluxo, entrada e saída padrão, procedimentos e funções, tipos de dados compostos. Aplicação de computadores na mineração. Manipulação de arquivos e bancos de dados. Algoritmos para solução de problemas na mineração.

BIBLIOGRAFIA:

1. FARRER, H. Programação estruturada de computadores: algoritmos estruturados. Editora Guanabara, 1985.
2. LEISERSON, C. E.; STEIN, C.; RIVEST, R. L.; CORMEN, T.H. Algoritmos. 1. ed. Editora Campus, 2002.
3. LOPES, A.; GARCIA, G. Introdução à programação. 1. ed. Editora Campus, 2001.
4. MANZANO, J. A.; OLIVEIRA, J. F. Algoritmos: lógica para o desenvolvimento de programação. 13. ed. São Paulo: Erica, 1998.
5. MANZANO, J. A.; OLIVEIRA, J. F. Estudo dirigido de algoritmos. 7. ed. São Paulo: Erica, 1998.
6. NIKLAUS, W. Algorithms and data structures. London: Prentice-Hall International, 1986.
7. PINTO, W.S. Introdução ao desenvolvimento de algoritmos e estruturas de dados. 2. ed. São Paulo: 1990.
8. PREISS, B.R. Programação estruturada de computadores. 1. ed. Editora Campus, 2002.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM206 - FUNDAMENTOS DE GEOLOGIA E MINERAÇÃO**
Módulo: **MDC** Pré-requisito: **Não tem**
Carga Horária: **45 horas**
Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Conceitos básicos de geologia. Tempo geológico. Estrutura da Terra. Evolução dinâmica da terra. Ciclos geológicos. Tectônica de placas e construção de continentes. Relações entre geologia e mineralizações. Principais minas e tipos de minérios. Exploração Mineral, princípios e aplicação. Técnicas de análise mineral. Introdução e conceitos básicos da mineração. Métodos de mineração e equipamentos. Subsistemas de saúde e segurança. Tipos de lavras. Tratamento e beneficiamento de minérios. Flotação. Reagentes e mecanismos de ação. Tecnologia: máquinas e equipamentos, circuitos, variáveis de processo. Novas técnicas. Estudo de casos.

BIBLIOGRAFIA:

1. **WILLS, BARRY A. WILLS' MINERAL PROCESSING TECHNOLOGY: AN INTRODUCTION TO THE PRACTICAL ASPECTS OF ORE TREATMENT AND MINERAL RECOVERY.** BUTTERWORTH-HEINEMANN, 2011.
2. ERNST, W. G. *Minerais e Rochas.* São Paulo: Edgard Blucher. 1996.
3. EVANS, Anthony M. *Ore geology and industrial minerals: An introduction.* John Wiley & Sons, 2009.
4. GUPTA, Ashok; YAN, Denis. *Mineral Processing Design and Operation: An Introduction.* Elsevier, 2006.
5. HALDAR, S. *Mineral Exploration: Principal and Applications.* Editora Elsevier, 2013.
6. KLEIN, C.; HULBURT, C. S.; DANA, J. D.; MINERALOGUE, G. *Manual of Mineralogy.* 2. ed. New York: Wiley, 1993.
7. MCKINSTRY, Hugh Exton; Tyler, S. A.; Pennebaker, E. N.; Richard, K. E. *Mining geology.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1948.
8. DARLING, Peter. **SME mining engineering handbook.** SME, 2011.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM207 - OPERAÇÃO DE LAVRA**

Módulo: **MDC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Introdução a lavra a céu aberto contemplando métodos de lavra a céu aberto, características dos principais equipamentos de escavação e transporte, seleção e dimensionamento de equipamentos e frota. Índices de desempenho, fatores operacionais. Dimensionamento e construção de acessos conforme perenidade. Projeto de cava e desenvolvimento de minas a céu aberto. Critérios econômicos de definição de teor de corte. Otimização e operacionalização de cava a céu aberto. Configuração e projeto de lavra em escavações a céu aberto. Métodos de otimização de cava a céu aberto e geração de cava final. Planejamento computacional de lavra. Sequenciamento de lavra a céu aberto.

BIBLIOGRAFIA:

1. CHAVES, A. P. Teoria e Prática do Tratamento de Minérios, 1. ed. São Paulo: Sigmas/Brasil Mineral, 1996.
2. CURI, Adilson. Minas a Céu Aberto: Planejamento de Lavra. Oficina de Textos, 2014.
3. HARTMAN, Howard L.; MUTMANSKY, Jan M.. Introductory mining engineering. John Wiley & Sons, 2002.
4. HUSTRULID, William A.; KUCHTA, Mark; MARTIN, Randall K. Open Pit Mine Planning and Design, Two Volume Set & CD-ROM Pack. Vol. 1. CRC Press, 2013.
5. KENNEDY, Bruce A. Surface mining. SME, 1990.
6. MOON, Charles J.; WHATELEY, Michael K. G.; EVANS, Anthony M. Introduction to mineral exploration. 2. ed. Blackwell publishing, 2006.
7. DARLING, Peter. **SME mining engineering handbook**. SME, 2011.
8. TATIYA, Ratan Raj. Surface and underground excavations: methods, techniques and equipment. CRC Press, 2013.



Disciplina: **CAM208 - TRATAMENTO DE MINÉRIOS**

Subject: **CAM208 – MINERALS PROCESSING**

Disciplina: **CAM208 – PROCESAMIENTO DE MINERALES**

Módulo: **MDC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Conceitos fundamentais de tratamento de minérios: amostragem, caracterização de minérios, granulometria, liberação, britagem e moagem; peneiramento e classificação; métodos de concentração, química de superfície e flotação, separação sólido-líquido, briquetagem e pelotização, rejeitos de minérios.

DISCIPLINE MENU:

Fundamentals of mineral processing: sampling, ore characterization, particle size distribution, mineral liberation, crushing and grinding; sieving and classification. Concentration methods, surface chemistry and flotation, solid-liquid separation, briquetting and pelletizing process, ore tailings.

CONTENIDO:

Fundamentos del procesamiento de minerales: muestreo, caracterización de minerales, distribución del tamaño de partículas, liberación de minerales, trituración y molienda; tamizado y clasificación. Métodos de concentración, química superficial y flotación, separación sólido-líquido, proceso de briquetado y peletizado, relaves de mineral.

BIBLIOGRAFIA, REFERENCES, BIBLIOGRAFÍA:

1. Da LUZ, A. B., SAMPAIO, J. A., FRANÇA, S. C. A., Tratamento de Minérios. CETEM/MCT, 5ª edição, 2010.
2. WILLS, Barry A. Wills' mineral processing technology: an introduction to the
3. KING, R. Peter. Modeling and simulation of mineral processing systems. Elsevier, 2001.
4. LEJA, Jan. Surface chemistry of froth flotation. Plenum Press, 1982.
5. WEISS, Norman L. SME mineral processing handbook. 1985.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



6. Fuerstenau, M. C., Jameson, G. J., Yoon, R-H. Froth Flotation: A Century of Innovation. SME, 2007.
7. Somasundaran, P. Reagents in Mineral Technology. CRC Press, 1987.
8. Parekh, B. K., Miller J. D., Advances in Flotation Technology, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 1999.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM209 – SINAIS E SISTEMAS DE CONTROLE**

Módulo: **MDC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Sistemas contínuos em malha fechada; Diagramas de blocos de um Sistema de Controle. Análise estática de sistemas de controle: precisão, sensibilidade e critérios de desempenho. Propriedades dinâmicas: Estabilidade e alocação de pólos. Lugar das Raízes. Ferramentas de Sistemas Contínuos: Bode e Nyquist. Projeto de Sistemas de Controle: métodos frequenciais, lugar das raízes, estruturas particulares de compensação (PID e avanço-atraso).

BIBLIOGRAFIA:

1. BURNS, R. S. Advanced Control Engineering, 1. ed. Butterworth-Heinemann, 2001.
2. D'AZZO, J. J.; HOUPIS, C. H.; SHELDON, S. N. Linear Control System Analysis and Design. 5. ed. CRC Press, 2003.
3. DORF, Richard C. Sistemas de Controle Modernos. 11. ed. LTC, 2009.
4. FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; EMAMI-NAEINI, A. Feedback Control of Dynamic Systems. 6. ed. Prentice Hall, 2009.
5. GOODWIN, G. C.; GRAEBE, S. F.; SALGADO, M. E. Control System Design. Prentice Hall, 2001.
6. LATHI, B. P. Sinais e Sistemas Lineares. 2. ed. Bookman, 2007.
7. NISE, Norman S. Engenharia de Sistemas de Controle. 6. ed. LTC, 2012.
8. OGATA, Katsuhiko. Engenharia de Controle Moderno. 5. ed. Pearson, 2010.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM211 – FUNDAMENTOS DE MINERAÇÃO**

Subject: **CAM211 – FUNDAMENTALS OF MINING**

Disciplina: **CAM211 – FUNDAMENTOS MINEROS**

Módulo: **MDC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Conceitos fundamentais: mineral, minério, rocha, reservas, recursos. Valoração de recursos minerais: estudo da cadeia de valor de bens minerais a partir da mina até produtos finais consumidos pelas indústrias química, metalúrgica e de materiais. Domínios das Engenharias II (minas, química, metalúrgica, materiais) e escopo da atuação de seus profissionais. Conceitos fundamentais de lavra de minas. Métodos de lavra: subterrânea e a céu aberto. Operações unitárias de lavra: perfuração, desmonte, carregamento e transporte de minério e de estéril. Planejamento e o futuro da lavra de minas. Conceitos fundamentais de tratamento de minérios: métodos de cominuição, peneiramento. Métodos de concentração. Química de superfície e flotação. Separação sólido-líquido. Rejeitos de minérios.

DISCIPLINE MENU:

Fundamental concepts: mineral, ore, rock, reserves, resources. Valuation of mineral resources: study of the value chain of mineral goods from the mine to final products consumed by the chemical, metallurgical and materials industries. Domains of Engineering II (mines, chemistry, metallurgy, materials) and scope of work of its professionals. Fundamental concepts of mining. Mining methods: underground and open pit. Unit mining operations: drilling, blasting, loading and transport of ore and waste. Planning and the future of mining. Fundamentals of mineral processing: comminution methods, sieving and classification. Concentration methods, surface chemistry and flotation, solid-liquid separation, briquetting and pelletizing process, ore tailings.

CONTENIDO:

Conceptos fundamentales: mineral, mena, roca, reservas, recursos. Valoración de recursos minerales: estudio de la cadena de valor de los bienes minerales desde la mina hasta los



productos finales consumidos por las industrias química, metalúrgica y de materiales. Dominios de la Ingeniería II (minas, química, metalurgia, materiales) y ámbito de actuación de sus profesionales. Conceptos fundamentales de la minería. Métodos de minería: subterráneo y a cielo abierto. Operaciones mineras unitarias: perforación, voladura, carga y transporte de mineral y desechos. Planificación y futuro de la minería. Fundamentos del procesamiento de minerales: métodos de trituración, tamizado. Métodos de concentración, química de superficies y flotación. Separación sólido-líquido. Relaves minerales.

BIBLIOGRAFIA, REFERENCES, BIBLIOGRAFÍA:

1. Da LUZ, A. B., SAMPAIO, J. A., FRANÇA, S. C. A., Tratamento de Minérios. CETEM/MCT, 5ª edição, 2010.
2. WILLS, Barry A. Wills' mineral processing technology: an introduction to the
3. CHAVES, ARTHUR PINTO; PERES, ANTONIO EDUARDO CLARK. Teoria e prática do tratamento de minérios: britagem, peneiramento e moagem. 2. Ed. v. 3, p. 425 - 662, São Paulo, Signus Editora, 2003
4. HARTMAN, H. L. SME Mining Engineering Handbook. Society for Mining, 2a edição. Volume 1, Metallurgy and Exploration, Inc., 1992
5. HISTRULIT, W. A.; KUCHTA, M. Open Pit Mine. 2a edição. Planning & Design Fundamentals. A. A. Balkema – Rotterdam - Brookfieds, 1998
6. KENNEDY, B. A. Surface Mining. 2nd edition. New York: SME-AIME (American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers), 1990.
7. NAVARRO TORRES, V.F. Exploração de Rochas Industriais: Métodos e Dimensionamento. IST Universidade de Lisboa, 2006.
8. Parekh, B. K., Miller J. D., Advances in Flotation Technology, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 1999.



Disciplina: **CAM212 – FUNDAMENTOS DE METALURGIA EXTRATIVA E CORROSÃO**

Subject: **CAM212 – FUNDAMENTALS OF EXTRACTIVE METALLURGY AND CORROSION**

Disciplina: **CAM212 – FUNDAMENTOS DE METALURGIA EXTRACTIVA Y CORROSION**

Módulo: **MDC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Recursos minerais: conceitos básicos, minerais e sua classificação. Metalurgia extrativa: introdução à hidrometalurgia, pirometalurgia e eletrometalurgia. Corrosão: fundamentos de corrosão, formas de corrosão, diagrama de Pourbaix, métodos de inibição e proteção contra corrosão. Conceitos fundamentais de tribologia e tipos de desgaste.

DISCIPLINE MENU:

Mineral resources: basic concepts, minerals and their classification. Extractive metallurgy: introduction to hydrometallurgy, pyrometallurgy and electrometallurgy. Corrosion: fundamentals of corrosion, forms of corrosion, Pourbaix diagram, methods of inhibition and corrosion protection. Fundamental concepts of tribology and types of wear.

CONTENIDO:

Recursos minerales: conceptos básicos, minerales y su clasificación. Metalurgia extractiva: introducción a la hidrometalurgia, pirometalurgia y electrometalurgia. Corrosión: fundamentos de la corrosión, formas de corrosión, diagrama de Pourbaix, métodos de inhibición y protección contra la corrosión. Conceptos fundamentales de tribología y tipos de desgaste.



BIBLIOGRAFIA, REFERENCES, BIBLIOGRAFÍA:

1. GENTIL, Vicente. Corrosão. 6a edição, Editora LTC, 2011
2. HABASHI, F. Textbook of Hydrometallurgy. Metallurgie Extractive Quebec; 2nd edition edition. 1999.
3. GHOSH, A., RAY, H. S., Principles of Extractive Metallurgy, Wiley-Blackwell; 2nd Edition edition.
4. HAYES, P., Process Principles in Minerals & Materials Production, Hayes Publishing, Sherwood, Australia, 1993.
5. PAULING, L., Química Geral, Vol. 1, Livro Técnico, São Paulo, 1969.
6. ERNST, W.G., Minerais e Rochas, Edgard Blücher, São Paulo, 1971.
7. BHUSHAN, B., Introduction to Tribology, 2nd Edition, Wiley, 2013.
8. HUTCHINGS, I., SHIPWAY, P., Tribology: Friction and Wear of Engineering Materials 2nd Edition, Butterworth-Heinemann, 2017.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM213 – ATIVIDADE SUPERVISIONADA I**

Módulo: **MDC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **30 horas**

Créditos: **2 (dois)**

EMENTA: Participação em projetos conceituais relacionados às linhas de pesquisa do Programa em ambiente industrial e/ou acadêmico, com a anuência do orientador. Desenvolvimento de habilidades técnicas, comportamentais, de trabalho em equipe e de liderança em ambiente industrial e/ou acadêmico.

BIBLIOGRAFIA:

1. WILLS, B. A. Wills' Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery. Butterworth-Heinemann, 2011.
2. GROOVER, M. P. Automação Industrial e Sistemas de Manufatura. 3. ed. Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2011.
3. TIDD, Joe; BESSANT, John; PAVITT, Keith. Gestão da Inovação. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
4. CHAVES, A. P. Teoria e Prática do Tratamento de Minérios, 1. ed. São Paulo: Sigmas/Brasil Mineral, 1996.
5. FUERSTENAU, Maurice C.; HAN, Kenneth N. Principles of mineral processing. SME, 2003.
6. BURNS, R. S. Advanced Control Engineering, 1. ed. Butterworth-Heinemann, 2001.
7. CHRISTENSEN, C. M.; OVERDORF, M.; MACMILLAN, I. C.; MCGRATH, R.; THOMKE, S. Harvard business review on innovation. Harvard Business Press, 2001.
8. OLIVEIRA, M. L. Propriedade Industrial: o âmbito de proteção à marca registrada. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2000



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM214 - FENÔMENOS DE TRANSPORTE**

Módulo: **MDC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Introdução Geral sobre Fenômenos de Transporte. Definição de fluido e propriedades. Equações básicas de dinâmica de fluidos. Balanços Globais e diferenciais: Massa, Energia e Quantidade de Movimento. Análise Dimensional. escoamentos Internos e escoamentos Externos. Classificação de escoamentos: permanente/ transiente, laminar/turbulento, viscoso/não viscoso, incompressível/compressível. Hidrostática. escoamento de fluidos. escoamentos viscosos incompressíveis (externos e internos). Perda de carga em tubulações e perdas locais. Análise Dimensional e Semelhança. Medidores de pressão e vazão.

BIBLIOGRAFIA:

1. FOX, Robert W.; MCDONALD, Alan T.; FRANÇA, Geraldo Augusto Campolina. Introdução à mecânica dos fluidos. 5. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2001.
2. GEANKOPLIS, Christie. **Transport processes and separation process principles (includes unit operations)**. Prentice Hall Press, 2003.
3. LIGHTFOOT, N. R.; BIRD, R. B.; STEWART, W. E. Fenômenos de transporte. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2004.
4. MUNSON, B. R.; YOUNG, D. F.; OKIISHI, T. H. Fundamentos da mecânica dos fluidos. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1997.
5. POTTER, M. C.; WIGGERT, D. C. Mecânica dos fluidos. São Paulo: Pioneira, 2004.
6. SISSOM, Leighton E.; PITTS, Donald R. Fenômenos de transporte. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.
7. ROMA, Woodrow Nelson Lopes. **Fenômenos de transporte para engenharia**. São Carlos, SP: Rima 2006. xii, 276 p. ISBN 8586552593
8. WHITE, F. M. Mecânica dos fluidos. 4. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil Ltda, 1999.



Disciplina: **CAM215-INTRODUÇÃO À ROBÓTICA**

Subject: **CAM215- INTRODUCTION TO ROBOTICS**

Disciplina: **CAM215- INTRODUCCIÓN A LA ROBÓTICA**

Módulo: **MDC**

Carga Horária: **45 horas**

Pré-requisito: **Não tem**

Créditos: **3**

EMENTA:

Conceitos de robótica. Classificação dos robôs. Arquitetura de robôs. Corpo Rígido. Cinemática Direta. Cinemática Inversa. Cinemática Diferencial. Controle Cinemático. Programação de manipuladores industriais.

DISCIPLINE MENU:

Introduction to robotics. Classification of robotic manipulators. Kinematic arrangements. Rigid body. Forward kinematics. Inverse kinematics. Differential Kinematics. Kinematic control. Industrial robots programming.

CONTENIDO:

Introducción a la robótica. Clasificación de robots industriales. Arreglos cinemáticos. Cuerpo rígido. Cinemática directa. Cinemática inversa. Cinemática diferencial. Control cinemático. Programación de robots industriales.

BIBLIOGRAFIA:

1. SPONG, M., W., HUTCHINSON, S., VIDYASAGAR, M., Robot Modeling and Control. 1st ed. New York, NY, US: Wiley, 2005.
2. SICILIANO, B., SCIAVICCO, L., VILLANI, L., ORIOLO, G., Robotics: Modelling, Planning and Control. 1ª ed. London: Springer, 2011.
3. RICHARD M. MURRAY, S. Shankar Sastry, ZEXIANG Li, A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. 1ª ed. CRC Press, 1994.
4. GROOVER, M. P., Automação Industrial e Sistemas de Manufatura. 3ª ed. Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2011.
5. CRAIG, John J., Robótica. 3ª edição. Rev. Atual, 2012.
6. MATARIĆ, Maja J., Introdução à robótica. Editora Blucher, 2014.
7. Álvares, A. J., Bracarense, A. Q., Costa, A. H. R., Pereira, C. E., Santos Filho, D. J. D., Pieri, E. R. D., ... & Távora Jr, J. L., Robótica Industrial: Aplicação na Indústria de Manufatura e de Processos. Edgard Blücher, 2002.
8. ROSÁRIO, João Maurício. Princípios de mecatrônica. Pearson Educación, 2005.



Disciplina: **CAM216-TÓPICOS ESPECIAIS EM ROBÓTICA**

Subject: **CAM216- SPECIAL TOPICS IN ROBOTICS**

Disciplina: **CAM216- TEMAS ESPECIALES EN ROBÓTICA**

Módulo: **MDC**
Carga Horária: **45 horas**

Pré-requisito: **Introdução à Robótica**
Créditos: **3**

EMENTA:

Corpo rígido e diferentes representações de orientação. Princípios de funcionamento de sensores e percepção na robótica. Filtros probabilísticos. Localização, Mapeamento e SLAM. Planejamento de caminhos e trajetórias. Estratégias de locomoção. Princípios de robótica móvel. Controle cinemático de robôs móveis por campos vetoriais. Aplicações de robótica na mineração.

DISCIPLINE MENU:

Rigid body and different representations of orientation. Principles of operation of proprioceptive and exteroceptive sensors in robotics. Probabilistic filters. Localization, mapping and SLAM. Path and trajectory planning. Locomotion strategies. Introduction to mobile robots. Vector field patch tracking control for mobile robots. Applications of robotics in mining.

CONTENIDO:

Cuerpo rígido y diferentes representaciones de orientación. Principios de funcionamiento de los sensores propioceptivos y exteroceptivos en robótica. Filtros probabilísticos. Localización, mapeo y SLAM. Planificación de caminos y trayectorias. Estrategias de locomoción. Introducción a la Robótica Móvil. Control cinemático de robots móviles por campos vectoriales. Aplicaciones robóticas en minería.

BIBLIOGRAFIA:

1. CHOSET, H. M., HUTCHINSON, S., LYNCH, K. M., KANTOR, G., BURGARD, W., KAVRAKI, L. E., & THRUN, S., Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementation. MIT PRESS, 2005.
2. THRUN, SEBASTIAN. Probabilistic Robotics. Communications of the ACM, V. 45, N. 3, P. 52-57, 2002.
3. SIEGWART, R. e NOURBAKHSI, I. Introduction to Autonomous Mobile Robots. The MIT press, 2004.
4. HOLLAND, J. M. Designing Autonomous Mobile Robots: Inside the mind of an intelligent machine. 1ª ed. Elsevier, 2004.
5. JONES, JOSEPH L.; SEIGER, BRUCE A.; FLYNN, ANITA M., Mobile Robots: Inspiration to Implementation. AK PETERS/CRC PRESS, 1998.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



6. PATNAIK, Srikanta. Robot Cognition and Navigation: An Experiment with Mobile Robots. Springer Science & Business Media, 2007.
7. SICILIANO, B., SCIAVICCO, L., VILLANI, L., ORIOLO, G., Robotics: Modelling, Planning and Control. 1ª ed. London: Springer, 2011.
8. ROMERO, R. A. F., PRESTES, E., OSÓRIO, F., & WOLF, D., Robótica Móvel. Editora Itc. rio de janeiro, 2014.



Disciplina: **CAM604 - INTRODUÇÃO AOS MÉTODOS COMPUTACIONAIS**

Subject: **CAM604 - INTRODUCTION TO COMPUTATIONAL METHODS**

Disciplina: **CAM604 - INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS COMPUTACIONALES**

Módulo: **MDC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

- Regressão Linear, Aproximações polinomiais e Método dos Mínimos Quadrados (MMQ), Série de Taylor, Propagação de Erros. Estudo de caso – Aproximação de dados experimentais por curvas (sazonalidade da produção de minérios).
- Métodos numéricos para solução de sistemas de equações diferenciais ordinárias (EDO): Métodos de Euler e Runge-Kutta (4a ordem), construção via regras de quadratura, análise de ordem e convergência, Diferenciação Numérica (teoria e exemplo). Estudo de caso – Aplicação de métodos numéricos no estudo fenomenológico da jigagem.
- Métodos numéricos para solução de equações de derivadas parciais (EDP): método de diferenças finitas (MDF). Estudo de caso – Cálculo a Deformação de Placas
- Introdução ao Método de Elementos Finitos (MEF): Teoria MEF abordando elementos unidimensionais e bidimensionais. Modelagem de vigas e treliças pelo MEF, problemas de transferência de calor e de problemas estruturais mecânicos pelo MEF. Estudo de caso – Modelagem do contato roda-trilho.
- Introdução ao Método de Elementos Discretos. Estudo de caso – Modelagem do escoamento em chutes de transferência.

DISCIPLINE MENU:

- Linear Regression, Polynomial Approximations and Least Squares Method, Taylor Series, Error Propagation. Case study – Point Adjustment of an experimental measurement (ore production seasonality).
- Numerical methods for solving ordinary differential equations (ODEs): Euler and Runge-Kutta method (4th order), quadrature rules, convergence analysis, Numerical Differentiation (theory and example). Case study – Application of numerical methods in the phenomenological study of selective mineral separation.
- Numerical methods for partial derivative equations (PDEs): Finite Difference Method (FDM). Case Study - Plate Deformation Model.
- Introduction to the Finite Element Method (FEM): FEM theory addressing one-dimensional and two-dimensional elements. Finite Element Modelling for Trusses and Beams, structural mechanics and heat conduction problems solved by FEM. Case Study – Modeling the wheel-rail contact.
- Introduction to the Discrete Element Method (DEM). Case study – Transfer Chute Flow Model.



CONTENIDO:

- Regressión lineal, Aproximaciones polinómicas y Método de mínimos cuadrados, Series de Taylor, Propagación de errores. Estudio de caso - Ajuste puntual de una medida experimental (estacionalidad de la producción mineral).
- Métodos numéricos para ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO): método de Euler y Runge-Kutta (4° orden), reglas de cuadratura, análisis de convergencia, diferenciación numérica (teoría y ejemplo). Estudio de caso - Aplicación de métodos numéricos en el estudio fenomenológico de separación mineral selectiva.
- Métodos numéricos para ecuaciones en derivadas parciales (EDP): Método de diferencias finitas (MDF). Estudio de caso: modelo de deformación de placa.
- Introducción al Método de Elementos Finitos (FEM): teoría MEF que aborda elementos unidimensionales y bidimensionales. Modelado de elementos finitos para cerchas y vigas, mecánica estructural y problemas de conducción de calor resueltos por MEF. Estudio de caso: modelado del contacto rueda-riel.
- Introducción al método de elementos discretos (DEM). Estudio de caso: modelo de flujo de tolva de transferencia.

BIBLIOGRAFIA:

1. Chapra, S.C.; Canale, R.P. "Métodos Numéricos para Engenharia", 7ª. Ed. McGraw-Hill Education, 2016.
2. Chapra, S C." Métodos Numéricos Aplicados com MATLAB® para Engenheiros e Cientistas – 3ª. Ed. AMGH Editora, 2013.
3. Cook, R.D. "Finite Element Modeling for Stress Analysis". John Wiley & Sons, 1995.
4. Moaveni, Saeed, "Finite Element Analysis – Theory and Application with ANSYS", Prentice Hall, New Jersey, 2007.
5. Hutchinson, I. "A Student's Guide to Numerical Methods (Student's Guides)". Cambridge: Cambridge University Press, 2015. doi:10.1017/CBO9781316155516.
6. Isaacson, E.; Keller H. B. "Analysis of numerical methods". New York: Wiley, 1966.
7. Pinder, G. "Numerical Methods for Solving Partial Differential Equations - A Comprehensive Introduction for Scientists and Engineers", John Wiley & Sons, 2018.
8. Siau, T.; Bayen A. "An introduction to MATLAB programming and numerical methods for engineers". Amsterdam : Academic Press, Elsevier, 2015.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM301 - SENSORIAMENTO REMOTO**

Módulo: **MAC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Histórico e importância do Sensoriamento Remoto. Aspectos técnicos: equipamentos e levantamento aéreo fotográfico. Interpretação de fotografias aéreas. Conceitos básicos. Energia, forma e fontes de radiação. Comprimento de onda, frequência e espectros de radiação. Aquisição e interpretação de dados. Tipos de sensores. Programas LANDSAT, CBERS, SPOT, IKONOS, QUICKBIRD. Monitoramento por satélites. Processamento digital de imagens. Inovações tecnológicas. Exemplos de aplicações em análise ambiental e mineração.

BIBLIOGRAFIA:

1. CONGALTON, R. G.; GREEN, K. Assessing the Accuracy of Remote Sensed Data: Principle and Practices. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2009.
2. HORNING, N.; ROBINSON, J. A.; STERLING, E. J.; TURNER, W.; SPECTOR, S. Remote Sensing for Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques. New York: Oxford University Press, 2010.
3. JENSEN, J. R. Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. Tradução: José Carlos Epiphânio (Coord.)... et al. São José dos Campos: Parêntese, 2009.
4. JENSEN, J. R. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996.
5. JONES, H. G.; VAUGHAN, R. A. Remote Sensing of Vegetation: Principles, Techniques, and Applications. New York: Oxford University Press, 2010.
6. LILLESAND, Thomas M.; KIEFER, Ralph W.; CHIPMAN, Jonathan W. Remote sensing and image interpretation. 5. ed. John Wiley & Sons Ltd, 2004.
7. McCOY, R. M. Field Methods in Remote Sensing. New York: Guilford Press, 2005.
8. TSO, B.; MATHER, P. M. Classification Methods for Remotely Sensed Data. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2009.



Disciplina: **CAM302 - INSTRUMENTAÇÃO E MÉTODOS EXPERIMENTAIS**
Módulo: **MAC** Pré-requisito: **Não tem**
Carga Horária: **45 horas** Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Conceitos básicos dos métodos de medição. Introdução à probabilidade e à estatística. Análise de incertezas (Teoria de erros). Tipos, fontes e determinação de erros de medição. Resultado de medições. Características estáticas e dinâmicas de sinais. Comportamento de sistemas de medições. Qualificação de sistemas de medição. Medidas Elétricas. Medição de temperatura, calor, pressão, velocidade, vazão, viscosidade, umidade, densidade, condutividade térmica, emissividade, troca radiativa entre superfícies, coeficientes de troca de calor por convecção. Processamentos de sinais e aquisições automáticas de dados.

BIBLIOGRAFIA:

1. BALBINOT, A.; BRUSAMARELLO, V. J. Instrumentação eletrônica e fundamentos de medidas. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2006.
2. BOLTON, William. Instrumentação & Controle. Hemus, 2005.
3. DALLY, J. W.; RILEY, W. F.; MCCONNELL, K. G. Instrumentation for Engineering Measurements. John Wiley & Sons, 1992.
4. DOEBELIN, E. O. Measurement Systems - Application and Design. 5. ed. McGraw-Hill, 2003.
5. FIGLIOLA, Richard S.; BEASLEY, Donald. **Theory and design for mechanical measurements**. John Wiley & Sons, 2015.
6. HOLMAN, J. P. Experimental Methods for Engineering. 7. ed. McGraw-Hill, 2000.
7. WEBSTER, John G., EREN, Halit. Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook: Spatial, Mechanical, Thermal, and Radiation Measurement. CRC press, v. 1, 2014.
8. WILSON, Jon S. Sensor technology handbook. Elsevier, 2004.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM303 - MODELAGEM E IDENTIFICAÇÃO DE SISTEMAS**

Módulo: **MAC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Introdução à modelagem e identificação de sistemas. Métodos clássicos de obtenção de funções de transferência: análise por correlação no domínio do tempo e análise espectral no domínio da frequência. Métodos de identificação paramétrica de modelos estruturais de sistemas dinâmicos: mínimos quadrados e suas variações, sinais de entrada persistentes, identificação em tempo real. Identificação em malha fechada. Determinação da ordem e estrutura de modelos. Testes para diagnóstico e validação de modelos. Identificação de sistemas não lineares.

BIBLIOGRAFIA:

1. DORF, Richard C. Sistemas de Controle Modernos. 11. ed. LTC, 2009.
2. HAYKIN, S. S.; VAN VEEN, B. Sinais e Sistemas. Bookman, 2001.
3. SINHA, K.; KUSZTA, B. Modeling and Identification of Dynamic Systems. Van Nostrand Reinhold Company, 1983.
4. KARNOPP, Dean C.; MARGOLIS, Donald L.; ROSENBERG, Ronald C. System Dynamics: Modeling, Simulation, and Control of Mechatronic Systems. Wiley, 2012.
5. LENNART, Ljung. Systems Identification: Theory for the Users. Prentice-Hall, 1987.
6. OGUNNAIKE, Babatunde Ayodeji; RAY, Willis Harmon. Process dynamics, modeling, and control. V. 9. New York: Oxford University Press, 1994.
7. OPPENHEIM, A. V.; WILLSKY, A. S. Sinais e Sistemas. 2. ed. Pearson, 2010.
8. IRWIN, George William; WARWICK, Kevin; HUNT, Kenneth J. Neural network applications in control. Iet, 1995.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM304 – INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL**

Módulo: **MDC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Introdução à Inteligência Computacional (motivação, objetivos, aplicações). Redes Neurais Artificiais. Conjuntos Nebulosos. Computação Evolucionária (Algoritmos Genéticos, Programação Genética etc.). Computação baseada em interações sociais (colônias de formigas, exames de partículas etc.). Sistemas Híbridos.

BIBLIOGRAFIA:

1. BRAGA et al. Redes Neurais Artificiais: teoria e Aplicações. LTC, 2007.
2. ENGELBRECHT. Computational Intelligence: An Introduction. Wiley. 2007.
3. CASTRO. Fundamentals of Natural Computing: basic concepts, algorithms, and applications. CRC Press. 2006.
4. SILVA et al. Redes Neurais Artificiais para Engenharia e Ciências Aplicadas: Curso Prático. Artliber. 2010.
5. NASCIMENTO JR & YONEYAMA. Inteligência Artificial em Controle e Automação. Blucher, 2000.
6. EBERHART & SHI. Computational Intelligence: Concepts to Implementations. Morgan Kaufman. 2007.
7. SIDDIQUE & ADELI. Computational Intelligence: Synergies of Fuzzy Logic, Neural Networks and Evolutionary Computing. Wiley. 2013
8. FORTUNA et al. Soft Sensors for Monitoring and Control of Industrial Processes (Advances in Industrial Control). Springer. 2010



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM210 - SISTEMAS EMBARCADOS**

Módulo: **MAC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Programação de microcontroladores. Simulação de projetos. Projeto de Hardware. Comunicações síncrona e assíncrona. Comunicação sem-fio. Aquisição de dados.

BIBLIOGRAFIA:

1. BLUM, Jeremy. Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry. John Wiley & Sons, 2013.
2. IBRAHIM, Dogan. Microcontroller based applied digital control. John Wiley, 2006.
3. IBRAHIM, Dogan. Microcontroller-based temperature monitoring and control. Newnes, 2002.
4. LUZ, Carlos Eduardo Sandrini. Criação de Sistemas Supervisórios em Microsoft Visual C# 2010 Express - Conceitos Básicos, Visualização e Controles. 1. ed. São Paulo: Editora Érica, 2012.
5. MARGOLIS, Michael. Arduino cookbook. O'Reilly Media, Inc, 2011.
6. SCHMIDT, Maik. Arduino. Pragmatic Bookshelf, 2011.
7. IOVINE, John. PIC Robotics - **Beginner's guide to robotics projects using the PICmicro**. MCGRAW-HILL, 2004.
8. IOVINE, JOHN. ANDROIDS, ROBOTS, AND ANIMATRONS. **WASHINGTON DC: MCGRAW**, 1998.



Disciplina: **CAM402 - CONTROLE MULTIVARIÁVEL E NÃO LINEAR**
Módulo: **MAC** Pré-requisito: **Não tem**
Carga Horária: **45 horas** Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Controle de Sistemas SISO (Single-Input – Single Output). Controle de Sistemas MIMO. Análise de sistemas por função descritiva. Análise por plano de fase. Análise de estabilidade de Lyapunov. Linearização. Estruturas Variáveis. Controle Adaptativo.

BIBLIOGRAFIA:

1. KHALIL, Hassan K.; GRIZZLE, J. W. Nonlinear systems. New Jersey: Prentice hall, 1996.
2. MACIEJOWSKI, Jan Marian. Multivariable feedback design. **Electronic Systems Engineering Series, Wokingham, England: Addison-Wesley**, v. 1, 1989.
3. SLOINE, Jean-Jacques E.; LI, W. Applied nonlinear control. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-hall, 1991.
4. OGATA, K. Engenharia de Controle Moderno. Prentice Hall do Brasil, 2011.
5. CASTRUCCI, P.; CURTI, R. Sistemas não Lineares. Editora Edgard Blücher, 1981.
6. DORF, Richard C. Sistemas de Controle Modernos. 11. ed. LTC, 2009.
7. SKOGESTAD, Sigurd; POSTLETHWAITE, Ian. **Multivariable feedback control: analysis and design**. New York: Wiley, 2007.
8. TORTEL, G.; LJUNG, L. Control Theory, Multivariable and Nonlinear Methods. **London: Taylor & Fancis**, 2000.



Disciplina: **CAM403 - SISTEMAS DE CONTROLE DIGITAL**

Módulo: **MAC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Conceitos de sinais contínuos, discretos e amostrados. Discretização de sistemas contínuos. Teoria de controle. Modelos de estado e entrada-saída. Transformada Z. Análise de sistemas discretos: estabilidade, alcançabilidade e observabilidade. Sistemas de tempo real. Controladores e reguladores industriais. Controladores PID discretos. Projeto de controladores por realimentação de estados.

BIBLIOGRAFIA:

2. ÅSTRÖM, Karl J.; WITTENMARK, Björn. Computer-controlled systems: theory and design. Courier Corporation, 2013.
3. FRANKLIN, Gene F.; POWELL, J. David; WORKMAN, Michael L. Digital control of dynamic systems. Menlo Park: Addison-wesley, 1998.
4. HEMERLY, Elder M. Controle por Computador de Sistemas Dinâmicos. 2. Ed. Editora Edgard Blucher, 2000.
5. KUO, Benjamin C. Digital Control Systems. 2. ed. Editora IE-Oxford, 1997.
6. MIDDLETON, Richard H.; GOODWIN, Graham C. Digital control and estimation: a unified approach. Prentice Hall Professional Technical Reference, 1990.
7. OGATA, Katsuhiro. Discrete-Time Control Systems. 2. ed. Prentice Hall, 1995.
8. OGATA, Katsuhiro. Engenharia de Controle Moderno. Editora Prentice Hall, 2011.
9. PHILLIPS, Charles L.; NAGLE, H. Troy. Digital control system analysis and design. Prentice Hall Press, 2007.



Disciplina: **CAM404 - TÉCNICAS ESPECIAIS DE CONTROLE DE PROCESSOS INDUSTRIAIS**

Módulo: **MAC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Introdução ao Controle de Processos Industriais. Exemplos motivadores. Estruturas de controle SISO para processos industriais. Conceitos gerais. Identificação de modelos de primeira e segunda ordem por resposta ao degrau. Métodos de mínimos quadrados. Controle de sistemas com atraso. Métodos de Sintonia PID: IMC, SIMC e Lennartson-Kristiansson. Análise de robustez, rejeição de perturbações e tratamento de ruídos. Controle feed-forward. Ação feed-forward para set-point e perturbações medíveis. Solução ideal do problema, realizabilidade. Técnicas de ajuste para casos práticos. Controle Cascata. Conceito. Técnicas de ajuste de malhas cascata. Aplicação a sistemas com atraso. Controle “override”. Caso de estudo em planta piloto de vazão, pressão, temperatura e nível. Caso de estudo em simulador dinâmico e não linear de processos da indústria de mineração.

BIBLIOGRAFIA:

1. Ljung, L. System Identification: Theory for the user. Prentice Hall, 1999.
2. D. E. Seborg; T. F. Edgar & D. A. Mellichamp, “Process Dynamics and Control”, 2004.
3. K. Åström & T. Hägglund, “PID Controllers: Theory, Design, and Tuning”, 1995.
4. A. Visioli, “Practical PID Control”, 2006.
5. M. Campos & H. Teixeira “Controles Típicos de Equipamentos e Processos Industriais”, 2010.



Disciplina: **CAM405 - PRINCÍPIOS DE CONTROLE PREDITIVO POR MODELO
E CONTROLE ROBUSTO**

Módulo: **MAC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Introdução ao conceito de predição. Preditores em controladores básicos. Conceitos de controle preditivo (model predictive control – MPC). Revisão do controlador DMC (Dynamic Matrix Control). Representação do DMC sem restrições como um controlador clássico. Implementação de códigos. DMC para sistemas com atraso. Casos de estudo simulados e experimentais. Controle preditivo multivariável (MIMO). Formulação do problema geral de MPC MIMO. Tratamento de restrições, robustez, análise de sistemas com atraso. Casos de estudo simulados e experimentais. Revisão de análise convexa; Definição e propriedades de LMIs; Ferramentas básicas: Complemento de Schur, Lema de Finsler, S-Procedure, Lema da eliminação, D-G scalings, Sistemas incertos e estabilidade quadrática, estabilidade com autovalores em regiões convexas, Normas de sistemas, controle ótimo por realimentação de estados via norma de sistemas, alocação de pólos em regiões convexas, generalização para o caso de sistemas incertos, controle ótimo H2 e H-infinito dinâmico de saída, filtragem robusta.

BIBLIOGRAFIA:

1. Predictive Control: With Constraints, Jan Maciejowski, Prentice Hall, 2002.
2. Model Predictive Control, Camacho and Bordons, Springer 2004.
3. Control of Dead-Time Processes, Normey-Rico and Camacho, 2007.
4. U. Mackenroth, “Robust control systems”, Springer Verlag, 2004.
5. L.El Ghaoui, S. Niculescu (Editors), “Advances in Linear Matrix Inequality Methods in Control”, SIAM Advances in Design and Control, 2000.
6. S. Boyd, L. El Ghaoui, E. Feron, V. Balakrishnan, “Linear Matrix Inequalities in System and Control Theory”, SIAM Studies in Applied Mathematics, 1994.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM501 - AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DE PROCESSOS**

Módulo: **MAC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Controle sequencial. Controle de sistemas discretos. Controladores lógico-programáveis (CLP). Linguagens de programação de CLPs. Conceitos básicos de sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Sistemas digitais de controle distribuído (SDCD's). Diagramas de Engenharia. Introdução às Redes Industriais. Controladores Industriais. Malhas de controle, Intertravamento e supervisão de processos industriais. Projeto de Malhas de Controle. Projeto de automação utilizando CLP's e sistemas supervisórios. Controle de processos por meio de sistemas supervisórios. Desenvolvimento de estratégias de controle e supervisão de processos em plantas industriais. Operação e gerenciamento de processos de forma local e remota.

BIBLIOGRAFIA:

1. BOYER, Stuart A. SCADA: supervisory control and data acquisition. 3. ed. Research Triangle Park, NC: ISA, 2004.
2. CASTRUCCI, PLÍNIO DE LAURO; MORAES, CC DE. ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL. **RIO DE JANEIRO: LTC**, 2001.
3. BEGA, E.; DELMÉE, G.; COHN, P.; BULGARELLI, R.; KOCH, R.; FINKEL, V. Instrumentação industrial. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.
4. FIALHO, Arivelto B. Instrumentação industrial: Conceitos, aplicações e análises. 5. ed. São Paulo: Érica, 2007.
5. GROOVER, MIKELL P. **AUTOMATION, PRODUCTION SYSTEMS, AND COMPUTER-INTEGRATED MANUFACTURING**. PRENTICE HALL PRESS, 2007.
6. PENIN, Aquilino Rodriguez. Sistemas Scada: guia prático. 2. ed. Barcelona, Espanha: Marcombo Ediciones Técnicas, 2007.
7. SMAR Equipamentos Industriais Ltda. The fieldbus book. São Paulo: Smar Equipamentos Industriais Ltda., 2001.
8. THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro U. B. Sensores industriais: Fundamentos e aplicações. 4. ed. São Paulo: Érica, 2007.



Disciplina: **CAM502 - SISTEMAS A EVENTOS DISCRETOS DE PROCESSOS**

Módulo: **MAC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos:

3 (três)

EMENTA:

Sistemas a eventos discretos: conceito, propriedades dos sistemas a eventos discretos. Diferenças entre sistemas com evolução baseada em eventos e no tempo. Exemplos de sistemas a eventos discretos. Linguagens e autômatos: conceitos de linguagens e autômatos, operações com autômatos, autômatos com estados finitos, análise de sistemas a eventos discretos. Controle supervisorio: controle realimentado com supervisão, especificações para sistemas controlados, lidando com não-controlabilidade, bloqueio, controle modular, não-observabilidade, controle descentralizado. Redes de Petri: fundamentos de redes de Petri, análise de redes de Petri, controle utilizando redes de Petri. Modelos com temporização: autômatos temporizados, redes de Petri temporizadas.

BIBLIOGRAFIA:

1. ALLEN, Theodore T. Introduction to Discrete Event Simulation and Agent-Based Modeling. Columbus: Springer, 2011.
2. BIRTWISTLE, GRAHAM. DEMOS A SYSTEM FOR DISCRETE EVENT MODELLING ON SIMULA. SPRINGER, 2013.
3. CARDOSO, Janette; VALETTE, Robert. Redes de Petri. Editora da UFSC, 1997.
4. CASSANDRAS, Christos G. LAFORTUNE, Stephane. Introduction to discrete event systems. Springer, 2008.
5. CASSANDRAS, Christos G.; LAFORTUNE, Stéphane; OLSDER, Geert Jan. Introduction to the modelling, control and optimization of discrete event systems. London: Springer, 1995.
6. CHWIF, Leonardo; MEDINA, Afonso Celso. Modelagem e simulação de eventos discretos. Afonso C. Medina, 2006.
7. DE FREITAS FILHO, Paulo José. Introdução à modelagem e simulação de sistemas: com aplicações em Arena. Visual Books, 2001.
8. MONTGOMERY, E. Introdução aos Sistemas a Eventos Discretos e à Teoria de Controle Supervisorio. Alta Books, 2005.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM503 - REDES INDUSTRIAIS**

Módulo: **MAC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Introdução a redes industriais. O sistema industrial integrado. Redes administrativas. Redes corporativas. Redes no nível de planta: supervisão, comando, planejamento e banco de dados. Parâmetros de comparação entre redes distintas. Arquiteturas de redes industriais. Hardware de rede e topologias. Meios de transmissão: par trançado, cabo coaxial e fibra óptica. Interface digital serial. Redes locais industriais no nível de controle e no nível de campo. Ligação inter-redes. Barramentos de campo – Fieldbuses. Características e comparação entre as seguintes redes industriais: Genius, Modbus, ADAMs, ASI, DeviceNet, LonWorks, Profibus, Fieldbus Foundation e Ethernet Industrial. Considerações sobre o uso da Internet na automação industrial. Redes sem fio para aplicações industriais. Demonstrações de alguns sistemas em laboratório.

BIBLIOGRAFIA:

1. ALBUQUERQUE, Pedro U. B.; ALEXANDRIA, Auzuir Ripardo. Redes industriais: aplicações em sistemas digitais de controle distribuído protocolos industriais, aplicações SCADA. 2. ed. São Paulo: Ensino Profissional, 2009.
2. ALDABÓ, Ricardo. Sistemas de redes para controle e automação. Rio de Janeiro: Book Express, 2000.
3. FOROUZAN, Behrouz A. Comunicação de dados e redes de computadores. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
4. HAYKIN, Simon. Sistemas de comunicação: analógicos e digitais. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
5. HAYKIN, Simon; MOHER, Michael. Sistemas modernos de comunicação wireless. Porto Alegre: Bookman, 2008.
6. LUGLI, Alexandre Baratella; SANTOS, Max Mauro Dias. Sistemas fieldbus para automação Industrial: deviceNet, CANopen, SDS e Ethernet. São Paulo: Editora Erica, 2009.
7. TANENBAUM, Andrew S. Organização estruturada de computadores. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
8. TANENBAUM, Andrew S. Redes de computadores. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.



Disciplina: **CAM504 – INTERFACE DE USUÁRIO AVANÇADA PARA WEARABLE COMPUTING**

Módulo: **MAC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Wearable Computing Introdução. Wearable sensores. Hardware e software para processamento Wearable. Wearable e a Interface-Homem Máquina. Casos de Estudo.

1. Wearable Computing Introdução
 - 1.1. Conceitos
 - 1.2. Wearable x IoT
 - 1.3. Desafios
 - 1.4. Requisitos de sistemas wearables
 - 1.5. Tecnologias Disponíveis
2. Wearable sensores
 - 2.1. Principais sensores baixo custo
 - 2.2. E-Textiles
 - 2.3. Sensores Passivos
 - 2.4. Sensores Inteligentes
3. Hardware e software para processamento Wearable
 - 3.1. Sistemas embarcados wearable
 - 3.2. Aprendizado de Máquina sobre a perspectiva Wearable
4. Wearable e a Interface-Homem Máquina
 - 4.1. Interfaces não visuais
 - 4.1.1. Interfaces Audíveis
 - 4.1.2. Haptic Feedback
 - 4.2. Principais Gadgets para visualização 2D
 - 4.3. Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Realidade Mixa
 - 4.4. Head Mounted Displays (HMD)
 - 4.4.1. Video-See-Through
 - 4.4.2. Optical-See-Through
 - 4.4.3. Construa seu próprio HMD
 - 4.4.4. Principais tecnologias disponíveis(Ex: Google Cardboard e Daydream, Samsung VR)
 - 4.5. Interfaces 3D
 - 4.5.1. Rotação, Translação, Escala , Matriz de representação
 - 4.5.2. Introdução ao Unity 3D e outras ferramentas de modelagem
 - 4.6. Interagindo com o mundo real
 - 4.6.1. Introdução às câmeras de profundidade (Câmeras 3D)
 - 4.6.2. Simultaneous localization and mapping (SLAM)



- 4.6.3. Reconhecendo gestos de usuários
- 5. Casos de Estudo (Não limitado aos listados)
 - 5.1. Wearable para saúde
 - 5.2. Wearable e esportes
 - 5.3. Wearable em cidades inteligentes
 - 5.4. Wearable na indústria
 - 5.5. Wearable em sistemas ecológicos
 - 5.6. Wearable para portadores de necessidades especiais
 - 5.7. Wearable como ferramenta de suporte ao ensino

BIBLIOGRAFIA:

1. Delabrida Silva, S. E., Rabelo Oliveira, R. A., & Loureiro, A. A. (2018). Examining Developments and Applications of Wearable Devices in Modern Society (pp. 1-275). Hershey, PA: IGI Global.
2. Doug A. Bowman, Ernst Kruijff, Joseph J. LaViola, and Ivan Poupyrev. 2004. 3D User Interfaces: Theory and Practice. Addison Wesley Longman Publishing Co., Inc., Redwood City, CA, USA.
3. H. Raad. The Wearable Technology Handbook. United Scholars Publication, 2017. ISBN 9780692847121.
4. CAMACHO JÚNIOR, Carlos Olavo de Azevedo. Desenvolvimento em camadas com C#.Net. Florianópolis (SC): Visual Books, 2008. 202 p. ISBN 9788575022429 (broch.).
5. DEITEL, Harvey M.; DEITEL, Paul J. Java: como programar . 6. ed. São Paulo: Prentice-Hall, c2005. 1110 p. ISBN 8576050193.
6. LECHETA, Ricardo R. Google Android: aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK. 3. ed. São Paulo: Novatec, 2013. 821 p. ISBN 9788575223444 (broch.).
7. Alex Okita. 2014. Learning C# Programming with Unity 3D (1st ed.). A. K. Peters, Ltd., Natick, MA, USA.
Steve Aukstakalnis, Practical Augmented Reality: A Guide to the Technologies, Applications, and Human Factors for AR and VR (Usability) 1st Edition by Steve Aukstakalnis
8. Delabrida Silva, S. E., Rabelo Oliveira, R. A., & Loureiro, A. A. (2018). Examining Developments and Applications of Wearable Devices in Modern Society (pp. 1-275). Hershey, PA: IGI Global.



Disciplina: **CAM505 – OTIMIZAÇÃO MULTIOBJETIVO**

Subject: **CAM505 – MULTIOBJECTIVE OPTIMIZATION**

Disciplina: **CAM505 – OPTIMIZACIÓN MULTIOBJETIVO**

Módulo: **MAC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Fundamentos matemáticos de otimização. Otimização mono e multiobjetivo. Conceitos de otimização linear, otimização não linear e otimização linear inteira mista. Métodos de otimização restrita e irrestrita. Relações de dominância. Escalarização de problemas multiobjetivo. Meta-heurísticas multiobjetivo baseadas em busca populacional e em busca local. Métodos de auxílio à tomada de decisão. Aplicações na mineração.

DISCIPLINE MENU:

The mathematical theory for optimization. Mono and multiobjective optimization. Definition of linear, nonlinear, and mixed-integer linear programming. Properties of Dominance Relation. Scalarization in multiobjective problems. Multiobjective metaheuristics based in populational search and local search. Decision Support System. Mining applications.

CONTENIDO:

La teoría matemática para la optimización. Optimización mono y multiobjetivo. Definición de programación lineal, no lineal y lineal de enteros mixtos. Propiedades de la relación de dominación. Escalarización en problemas multiobjetivos. Metaheurística multiobjetivo basada en la búsqueda poblacional y en la búsqueda local. Sistema de soporte de decisiones. Aplicaciones mineras.

BIBLIOGRAFIA:

1. Y. COLLETTE, P. SIARRY, **Multiobjective Optimization: Principles and Case Studies**. Springer, 2004.
2. K. DEB, **Multi-Objective Optimization Using Evolutionary Algorithms**. Wiley, 2001.



3. V. CHANKONG, Y. Y. HAIMES, **Multiobjective Decision Making: Theory and Methodology**. Dover Publications, 2008.
4. C. A. COELLO COELLO, G. B. LAMONT, D. A. Van VELDHUIZEN. **Evolutionary Algorithms for Solving Multi-Objective Problems**. 2ª edição, Springer, 2007.
5. P. SIARRY, **Metaheuristics**. Springer, 2016.
6. GOLDBARG, M. C.; LUNA, H. P. L. **Otimização Combinatória e Programação Linear: Modelos e Algoritmos**. Editora Campus, 2005.
7. ANDRADE, E. L **Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e modelos para a análise de decisão**. 3ª edição. Editora LTC, 2004.
8. **Trends in Multiple Criteria Decision Analysis**, by S. Greco, M. Ehrgott, J. R. Figueira (Eds.). Springer, 2010.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



Disciplina: **CAM601 - PRINCÍPIOS DE ROBÓTICA E APLICAÇÕES NA MINERAÇÃO**

Módulo: **MAC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Conceitos de robótica. Classificação dos robôs. Arquitetura genérica de robôs. Aplicabilidade de robôs em células de trabalho. Modelagem de robôs. Técnicas de controle de sensoriamento, posicionamento e movimentação de robôs. Técnicas de programação de robôs. Introdução à robótica móvel: locomoção, localização, navegação, percepção. Aplicações de robótica na mineração.

BIBLIOGRAFIA:

1. CHOSET, Howie M. Principles of robot motion: theory, algorithms, and implementation. MIT press, 2005.
2. GROOVER, M. P. Automação Industrial e Sistemas de Manufatura. 3. ed. Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2011.
3. HOLLAND, J. M. Designing Autonomous Mobile Robots: Inside the mind of an intelligent machine. 1. ed. Elsevier, 2004.
4. MURPHY, R. R. An Introduction to AI Robotics. The MIT Press, 2000.
5. MURRAY, Richard M.; LI, Zexiang; SASTRY, S. Shankar . A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. 1. ed. CRC Press, 1994.
6. SICILIANO, B.; SCIAVICCO, L.; VILLANI, L.; ORIOLO, G. Robotics: Modelling, Planning and Control. 1. ed. London: Springer, 2011.
7. SIEGWART, R.; NOURBAKHSI, I. Introduction to autonomous mobile robots. The MIT press, 2004.
8. SPONG. M.; W.; HUTCHINSON, S.; VIDYASAGAR, M. Robot Modeling and Control. 1. ed. New York: Wiley, 2005.



Disciplina: **CAM602 - INTRODUÇÃO A PROJETOS MECÂNICOS**

Módulo: **MAC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Fundamentos de Resistência dos Materiais. Introdução ao CAD 3D – SolidWorks e SpaceClean; Desenvolvimento e Análise de Projetos Mecânicos; Princípios e Utilização do Método dos Elementos Finitos abordando os conceitos básicos e mostrando sua aplicabilidade na indústria e no meio acadêmico para a resolução de problemas complexos da engenharia de análise estrutural. Simulação computacional possibilitando ao engenheiro uma visão detalhada do estado de tensões e deformações dos elementos de máquinas, permitindo a tomada de decisões de projeto e a otimização estrutural topológica utilizando o software ANSYS.

BIBLIOGRAFIA:

1. BUDYNAS, R.G., Elementos de Máquinas de Shigley: projeto de engenharia mecânica, Ed. AMGH / bookman, 8.ed., Porto Alegre, Brasil, 2011.
2. SHIGLEY, J.E., MISCHKE, C.R., BUDYNAS, R.G., Projeto de Engenharia Mecânica, Ed. Bookman, 7^a.ed., Porto Alegre, 2005.
3. NORTON, R.L., Projeto de Máquinas, Ed. AMGH / bookman, 2^a. ed., Porto Alegre, Brasil, 2004.
4. COLLINS, J.A., Projeto Mecânico de Elementos de Máquinas: uma perspectiva de prevenção de falhas, Editora LTC, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.
5. SASS, F., BOUCHÉ, Ch., LEITNER, A., DUBELL – Manual de Construção de Máquinas, Hemus Livraria e Editora Ltda, 1979.



Disciplina: **CAM603 - FUNDAMENTOS DE TRIBOLOGIA**

Subject: **CAM603 - FUNDAMENTALS OF TRIBOLOGY**

Disciplina: **CAM603 - FUNDAMENTOS DE LA TRIBOLOGÍA**

Módulo: **MAC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

1. Topografia Superficial: a. Introdução, b. Técnicas de medição e análise da topografia superficial, c. Quantificação da topografia, d. Superfícies de Engenharia.
2. Mecânica do Contato: a. Introdução, b. Contato de aspereza pontual e multiasperezas, c. Teoria do contato de Hertz - Pressão e Deformação.
3. Atrito: Efeito da rugosidade e do coeficiente de atrito na distribuição de tensões: a. Influência do atrito nas tensões de contato, b. Influência da rugosidade nas tensões de contato (Área real de contato e Distribuição de pressão na área real de contato), c. Atrito dos materiais (Metais, Cerâmicas, Polímeros)
4. Desgaste de rolamento e deslizamento: a. Introdução e terminologia, b. Experimentos, c. Desgaste por deslizamento - Equação de Archard, d. Desgaste por rolamento - fadiga (pite e lascamento) e amaciamento, e. Transição de desgaste Moderado-Severo (Transição T1-T2), f. Desgaste de metais não lubrificadas, g. Desgaste de metais lubrificadas, h. Gripagem de metais, i. Desgaste de cerâmicas, j. Desgaste de polímeros.
5. Lubrificação: a. Introdução, b. Teorias da lubrificação, c. Teorias de contatos lubrificadas e regimes de lubrificação, d. Curva de Stribeck.
6. Desgaste por partículas abrasivas: a. Introdução, terminologia e classificações, b. Propriedades das partículas abrasivas (dureza, tamanho e forma), c. Desgaste abrasivo, d. Erosão por impacto sólido.
7. Estudos de caso e testes tribológicos: 1. Tribologia na mineração (estudos de caso sobre placas de chutes, correias transportadoras, bolas de moinho, britadores, prensas HPRG e na ferrovia (trilhos)); 2. Testes tribológicos (configurações pino-disco, pino-lixo, disco-disco, microabrasão, Roda de borracha a seco e a úmido, ensaios lubrificadas, riscamento, abrasão impacto).

DISCIPLINE MENU:

1. Surface Topography: a. Introduction, b. Techniques for Measurement and Analysis of Surface Topography c. Quantifying surface topography, d. Surface Engineering.



2. Contact mechanics: a. Introduction, b. single asperity contact and multi-asperity contact model, c. Hertzian contact theory - Pressure and Deformation.
3. Friction: Effect of roughness and friction coefficient on the contact stress distribution: a. Influence of friction on contact stresses, b. Influence of roughness on contact stresses (the true contact area and stress Distribution in the true contact area), c. Friction and wear properties of materials (Metals, Ceramics, Polymers)
4. Rolling-Sliding Wear: a. Introduction and terminology, b. Experiments, c. Sliding wear - Archard's Equation, d. Rolling wear – surface fatigue failure (pitting and chipping) and softening, e. The mild-to-severe wear transition (Transition T1-T2), f. unlubricated metal-to-metal wear, g. lubricated wear of metals, h. The seizure of metals, i. Wear of ceramics, j. Wear of polymers.
5. Lubrication: a. Introduction, b. Lubrication theory, c. Theory of lubricated Hertzian contacts; lubrication regimes, d. Stribeck curve.
6. Abrasive Wear: a. Introduction, terminology and classifications, b. Characteristics of Abrasive Particles and their implications on wear (hardness, size and shape), c. Abrasive wear, d. Erosion by solid particle impact.
7. Case studies and tribological tests: 1. Tribology in mining (case studies on chute plates, conveyor belts, grinding balls, crushers, HPRG presses, and on the railway tribology); 2. Tribological tests (pin on disc wear test, Twin disc tribological tests, micro-abrasion wear test, dry and wet sand–rubber wheel test, lubricated tests, scratching, impact abrasion).

CONTENIDO:

1. Topografía de superficies: a. Introducción, b. Técnicas de medición y análisis de topografía superficial c. Cuantificación de la topografía de superficies, d. Ingeniería de superficies.
2. Contacto mecánico de materiales elásticos: a. Introducción, b. Teorías de contacto de asperezas y modelo de contactos múltiples, c. Teoría del contacto hertziano: presión y deformación.
3. Fricción: Efecto de la rugosidad y del coeficiente de fricción sobre la distribución de la tensión de contacto: a. Influencia de la fricción en las tensiones de contacto, b. Influencia de la rugosidad en las tensiones de contacto (área de contacto real y distribución de tensiones en el área real de contacto), c. Fricción y desgaste de materiales (metales, cerámicos, polímeros)
4. Desgaste rodante-deslizante: a. Introducción y terminología, b. Experimentos, c. Desgaste deslizante - Ecuación de Archard, d. Desgaste por rodadura: falla por fatiga de superficies (picaduras y astillado) y ablandamiento, e. La transición de desgaste moderado a severo (Transición T1-T2), f. Desgaste metal con metal a seco, g. Desgaste lubricado de metales, h. Entrabe de metales, i. Desgaste de cerámicos, j. Desgaste de polímeros.
5. Lubricación: a. Introducción, b. Teoría de la lubricación, c. Teoría de contactos hertzianos lubricados; regímenes de lubricación, d. Curva de Stribeck.
6. Desgaste abrasivo: a. Introducción, terminología y clasificaciones, b. Características de las partículas abrasivas y sus implicaciones en el desgaste (dureza, tamaño y forma), c. Desgaste abrasivo, d. Erosión por impacto de partículas sólidas.



7. Estudos de casos y ensayos tribológicos: 1. Tribología en la minería (estudios de casos sobre placas de tolvas de transferencia, bandas transportadoras, bolas de molinos, trituradoras, prensas HPGR y tribología ferroviaria); 2. Ensayos tribológicos.

BIBLIOGRAFIA:

1. Hutchings, Ian M. Tribology: friction and wear of engineering materials, 1992.
2. Bhushan, Bharat. Introduction to Tribology, 2nd Edition, 2013.
3. Stachowiak, G. Wear: Materials, Mechanisms and Practice. Online Buch Wiley Interscience, 2005.
4. Stoeterau, R. L. Tribologia – Apostila da disciplina, UFSC, 2004.
5. Johnson, K. L.; Contact mechanics. ISBN: 0-521-25576-7
6. Dowson, D.; Elasto-hydrodynamic lubrication. ISBN: 0-08-021303-0
7. Jorge Seabra; Mecânica do Contacto Hertziano, 3ª Edição, 138 páginas. SMap, DEMEGI, FEUP, 2003.
8. Jorge Seabra, Armando Campos e Alexandre Sottomayor; Lubrificação Elastohidrodinâmica, SMap, DEMEGI, FEUP, 1ª Edição, 200 páginas, 2002.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

- a. Zum Gahr, K.H. Microstructure and Wear of Materials - Tribology series Vol. 10, 1987.
- b. Blau, P. J. Friction Science and Technology. Taylor & Francis Inc, 1995.
- c. Hawk, Jeffrey A, and Wilson, Rick D. Tribology of earthmoving, mining, and minerals processing. United States: N. p., 2001. Web.
- d. Robert L. Kincaid (1994) Tribology: Today's technology for mine maintenance, International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment, 8:4, 163-166, DOI: 10.1080/09208119408964780



Disciplina: **CAM605 - CONVERSÃO DE ENERGIA**

Subject: **CAM605 - ENERGY CONVERSION**

Disciplina: **CAM605 - CONVERSIÓN DE ENERGÍA**

Módulo: **MAC**

Pré-requisito: **Não tem**

Carga Horária: **45 horas**

Créditos: **3 (três)**

EMENTA:

Características de cargas mecânicas. Máquinas elétricas de corrente contínua. Transformadores. Máquinas elétricas de corrente alternada. Características torque x velocidade de motores elétricos. Seleção e aplicação de motores. Sistemas de controle de posição e velocidade. Sensores de posição e velocidade. Conversores eletrônicos para acionamento de motores elétricos. Acionamentos para sistemas industriais.

DISCIPLINE MENU:

Characteristics of mechanical loads. Direct current electrical machines. Transformers. Alternating current electrical machines. Torque x speed characteristics of electric motors. Selection and application of engines. Position and speed control systems. Position and speed sensors. Electronic converters for driving electric motors. Drives for industrial systems.

CONTENIDO:

Características de las cargas mecánicas. Máquinas eléctricas de corriente continua. Transformadores. Máquinas eléctricas de corriente alterna. Características de torque x velocidad de los motores eléctricos. Selección y aplicación de motores. Sistemas de control de posición y velocidad. Sensores de posición y velocidad. Convertidores electrónicos para accionar motores eléctricos. Accionamientos para sistemas industriales.

BIBLIOGRAFIA:

1. FITZGERALD, A. E.; UMANS, S. D.; KINGSLEY JR, C. Máquina Elétricas. Bookman Ed.7, 2014.
2. CHAPMAN, S. J. Fundamentos de Máquinas Elétricas. Ed. Amgh, 2013.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - ESCOLA DE MINAS
Programa de Pós-Graduação em Instrumentação, Controle e Automação
de Processos de Mineração – PROFICAM
Convênio Universidade Federal de Ouro Preto/Associação Instituto Tecnológico
Vale UFOP/ITV



3. W. LEONHARD. “Control of Electrical Drives,” Springer-Verlag, 2001
4. ONG, C. Dynamic Simulation of Eletrric Machinery Using
MATLAB/SIMULINK. New Jersey, Prentice Hall, 1a Edição, 1998. 615 p
5. HART, Daniel W.; Eletrônica de Potência: Análise e Projetos de Circuitos; 1a
Edição; Porto Alegre: AMGH Editora Ltda (McGraw-Hill - Bookman), 2012
6. MOHAN, N., UNDELAND, T.M., ROBBINS, W.P. – Power Electronics:
Converters, Applications and Design – John Wiley and Sons
7. FRANCHI, C. M. Acionamentos Elétricos; São Paulo: Erica, 2007
8. CHAPMAN, S. J. Fundamentos de Máquinas Elétricas. Ed. Amgh, 2013.