



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA



FICHA DE COMPONENTE CURRICULAR

COURSE OUTLINE

CÓDIGO / COURSE CODE :		COMPONENTE CURRICULAR / COURSE TITLE : Confiabilidade de Equipamentos e Sistemas Elétricos / Reliability of Electrical Equipment and Systems		
UNIDADE ACADÊMICA OFERTANTE / ORGANIZATION : Faculdade de Engenharia Elétrica - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica Faculty of Electrical Engineering - Postgraduate Program in Electrical Engineering				SIGLA / ACRONYM : FEELT - PPGEELT
CH TOTAL TEÓRICA / LECTURE HOURS : 45 horas / hours	CH TOTAL PRÁTICA / LABORATORY HOURS : 0 horas / hours	CH TOTAL / TOTAL HOURS : 45 horas / hours	CRÉDITOS / CREDITS : 3	TIPO / TYPE: Optativa / Elective
Curso / Degree : Mestrado e Doutorado / Master and PhD		Requisito / Requirement : Sem requisitos / No Requirements		

1. OBJETIVOS / STUDY GOALS

Apresentar os conceitos da Ciência da Confiabilidade no contexto de sua aplicação a equipamentos e sistemas elétricos, com foco principal na abordagem baseada na Física da Falha. Fornecer ao estudante uma sólida base teórica, tanto da abordagem clássica da Ciência da Confiabilidade como do seu estado da arte. Por fim, através da análise de inúmeros estudos de caso, ilustrar a aplicação dos conceitos estudados em equipamentos e sistemas elétricos reais.

Present the concepts related to the Reliability field applied to electrical equipment and systems, with main focus on the Physics of Failure approach. Provide the students a solid theoretical basis, regarding both the classical approach of the Reliability Science and its state-of-the-art. Finally, from the analysis of a great number of case studies, to illustrate the application of such concepts on operating electric equipment and systems.

2. EMENTA / COURSE CONTENTS

Apresentação dos conceitos fundamentais da Engenharia de Confiabilidade, com maior ênfase na Física da Falha (Estressores, Mecanismos de Falha e Modos de Falha), Projeto para Confiabilidade (*Design for Reliability - DfR*) e desenvolvimento de índices de falha para o acompanhamento de sua evolução e realização de prognósticos e diagnósticos. Além disso, a partir de tais ferramentas, discussão de estratégias de manutenção preventiva e preditiva, além de metodologias otimizadas para a gestão de ativos.

Presentation of the Reliability Engineering fundamentals, highlighting the Physics of Failure (stressors, failure mechanisms and failure modes), Design for Reliability (DfR) and the development of failure indexes for the evaluation of the failure evolution and to proceed with failure diagnosis/prognosis. Besides, from the use of such tools, preventive and predictive maintenance strategies are discussed, along with optimized methodologies for asset management.

3. PROGRAMA / PROGRAM

1. Conceitos Fundamentais da Ciência da Confiabilidade.**2. A abordagem da Física da Falha.**

2.1. Mecanismos de falha.

2.2. Modos de falha.

2.3. Fatores de estresse.

2.3.1. Operacionais.

2.3.2. Ambientais.

2.4. Perfil de missão.

3. Projeto para Confiabilidade (*Design for Reliability - DfR*).**4. Índices para o prognóstico e diagnóstico de falhas.****5. Gestão de ativos.**

6. Estudo de casos.**1. Fundamentals of the Reliability Science.****2. The Physics of Failure Approach.**

2.1. Failure Mechanisms.

2.2. Failure Modes.

2.3. Stress Factors.

2.3.1. Operational.

2.3.2. Environmental.

2.4. Mission Profile.

3. Design for Reliability – DfR.**4. Indexes for the Prognosis/Diagnosis of Failures.****5. Asset Management.****6. Case Studies.****4. BIBLIOGRAFIA BÁSICA / TEXT BOOK**

1. DEPARTMENT OF DEFENSE - USA. **MIL-HDBK-217F**: Reliability Prediction of Electronic Equipment. Documento Técnico, 1995. Disponível em: <https://www.quanterion.com/wp-content/uploads/2014/09/MIL-HDBK-217F.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2023.
2. ELERATH, J. G.; PECHT, M. IEEE 1413: A Standard for Reliability Predictions. **IEEE Transactions on Reliability**, v. 61, n. 1 - p. 125-129, mar. 2012. DOI: 10.1109/TR.2011.2172030.
3. WILKSTRON, P.; TERENS, L. A.; KOBI, H. Reliability, Availability, and Maintainability of High-Power Variable-Speed Drive Systems. **IEEE Transactions on Industry Applications**, v. 36, n. 1 - p. 231-441, 2000. DOI: 10.1109/28.821821.
4. PEYGHAMI, S.; WANG, Z.; BLAABJERG, F. A Guideline for Reliability Prediction in Power Electronic Converters. **IEEE Transactions on Power Electronics**, v. 35, n. 10 - p. 10958-10968, 2020. DOI: 10.1109/TPEL.2020.2981933.

1. DEPARTMENT OF DEFENSE - USA. **MIL-HDBK-217F**: Reliability Prediction of Electronic Equipment. Documento Técnico, 1995. Disponível em: <https://www.quanterion.com/wp-content/uploads/2014/09/MIL-HDBK-217F.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2023.
2. ELERATH, J. G.; PECHT, M. IEEE 1413: A Standard for Reliability Predictions. **IEEE Transactions on Reliability**, v. 61, n. 1 - p. 125-129, mar. 2012. DOI: 10.1109/TR.2011.2172030.
3. WILKSTRON, P.; TERENS, L. A.; KOBI, H. Reliability, Availability, and Maintainability of High-Power Variable-Speed Drive Systems. **IEEE Transactions on Industry Applications**, v. 36, n. 1 - p. 231-441, 2000. DOI: 10.1109/28.821821.
4. PEYGHAMI, S.; WANG, Z.; BLAABJERG, F. A Guideline for Reliability Prediction in Power Electronic Converters. **IEEE Transactions on Power Electronics**, v. 35, n. 10 - p. 10958-10968, 2020. DOI: 10.1109/TPEL.2020.2981933.

5. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR / ADDITIONAL READING

1. IRIAS, N. G. N. **Avaliação de técnicas de prognósticos de falhas em conversores de frequência instalados em condições hostis**. Orientador: Helder de Paula. 2018. 137 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.
2. SOUZA, F. A. L. **Avaliação, por meio da metodologia Fuzzy, da confiabilidade de sistemas de acionamento submetidos a fatores de estresse ambientais**. Orientador: Helder de Paula. 2015. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, ago. 2015.
3. AZARKHAIL, M.; MODARRES, M. The evolution and history of reliability engineering: Rise of mechanistic reliability modeling. **International Journal of Performability Engineering**, v. 8, n. 1, p. 35-47, jan. 2012.
4. MCLEISH, J. G. Enhancing MIL-HDBK-217F Reliability Predictions with Physics of Failure Methods. *In*: 2010 PROCEEDING - ANNUAL RELIABILITY AND MAINTAINABILITY SYMPOSIUM (RAMS), 2010, San Jose, CA, Estados Unidos. **Anais [...]**. Estados Unidos: IEEE, 2010. p. 1-6. DOI: 10.1109/RAMS.2010.5448044.
5. CHARTTERJEE, K; MODARRES, M.; BERNSTEIN, J. B. Fifty years of physics of failure. **J. Rel. Inf. Anal. Center**, v. 20, n. 1, p. 1-5, 2012.
6. CAO, Y. *et al.* Inverter Design for Future Electrified Aircraft Propulsion Systems under Consideration of Wear-Out Failure and Random Failure. *In*: 2023 25th EUROPEAN CONFERENCE ON POWER ELECTRONICS AND APPLICATIONS (EPE ECCE EUROPE), 25., 2023, Aalborg, Denmark. **Anais [...]**. Estados Unidos: IEEE, 2023, p. 1 - 10. DOI: 10.23919/EPE23ECCEurope58414.2023.10264306.

1. IRIAS, N. G. N. **Avaliação de técnicas de prognósticos de falhas em conversores de frequência instalados em condições hostis**. Orientador: Helder de Paula. 2018. 137 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

2. SOUZA, F. A. L. **Avaliação, por meio da metodologia Fuzzy, da confiabilidade de sistemas de acionamento submetidos a fatores de estresse ambientais.** Orientador: Helder de Paula. 2015. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, ago. 2015.
3. AZARKHAIL, M.; MODARRES, M. The evolution and history of reliability engineering: Rise of mechanistic reliability modeling. **International Journal of Performability Engineering**, v. 8, n. 1, p. 35-47, jan. 2012.
4. MCLEISH, J. G. Enhancing MIL-HDBK-217F Reliability Predictions with Physics of Failure Methods. *In*: 2010 PROCEEDING - ANNUAL RELIABILITY AND MAINTAINABILITY SYMPOSIUM (RAMS), 2010, San Jose, CA, Estados Unidos. **Anais [...]**. Estados Unidos: IEEE, 2010. p. 1-6. DOI: 10.1109/RAMS.2010.5448044.
5. CHARTTERJEE, K; MODARRES, M.; BERNSTEIN, J. B. Fifty years of physics of failure. **J. Rel. Inf. Anal. Center**, v. 20, n. 1, p. 1-5, 2012.
6. CAO, Y. *et al.* Inverter Design for Future Electrified Aircraft Propulsion Systems under Consideration of Wear-Out Failure and Random Failure. *In*: 2023 25th EUROPEAN CONFERENCE ON POWER ELECTRONICS AND APPLICATIONS (EPE ECCE EUROPE), 25., 2023, Aalborg, Denmark. **Anais [...]**. Estados Unidos: IEEE, 2023, p. 1 - 10. DOI: 10.23919/EPE23ECCEEurope58414.2023.10264306.

6. APROVAÇÃO / APPROVAL

Ficha de Disciplina homologada na 366ª Reunião Ordinária do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

Curricular Component approved at 366th Regular Board Meeting of the Postgraduate Program in Electrical Engineering.

PROF. DR. LUIZ CARLOS GOMES DE FREITAS

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Head of the Postgraduate Program in Electrical Engineering

Portaria de Pessoal UFU Nº 3675, de 30 de Junho de 2023

PROF. DR. SÉRGIO FERREIRA DE PAULA SILVA

Diretor da Faculdade de Engenharia Elétrica

Director of the Faculty of Electrical Engineering

Portaria de Pessoal UFU Nº 1225, de 31 de Março de 2021



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Carlos Gomes de Freitas, Coordenador(a)**, em 02/02/2024, às 13:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5153364** e o código CRC **5C6D7153**.